



T.C.

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**BAKIŞLI (TOKAT) KALSEDONLARININ YANAL VE
DÜŞEY DAĞILIMLARININ JEOFİZİK
YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**

Hakan CAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2022



T.C.

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**BAKIŞLI (TOKAT) KALSEDONLARININ YANAL VE
DÜŞEY DAĞILIMLARININ JEOFİZİK
YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**

Hakan CAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç.Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK

KIRŞEHİR / 2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hakan CAN



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneliği olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezinin hayata geçirilmesinde desteklerini esirgemeyen, her aşamasında bana yol gösteren, bilgi ve tecrübesinden yararlandığım danışman hocam Doç.Dr Zeynel BAŞIBÜYÜK'e sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bana yardımcı olarak katkıda bulunan Dr. Öğretim Üyesi İlkay KAYDU AKBUDAK ve Dr. Öğr. Üyesi Gökhan EKİNCİOĞLU'na teşekkür ederim.

Arazi ölçüm çalışmaları sırasında ve sonrasında her türlü yardımlarıyla beni destekleyen ve önemli katkıları olan Jeofizik Yüksek Mühendisi Taha Yasin YÜZBAŞIOĞLU ve Jeofizik Mühendisi Hasan Özgür VAROL'a içtenlikle teşekkür ederim.

Ocak, 2022

Hakan CAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Süstaşı	2
1.1.1. Kalsedon Grubu	2
1.2. Çalışma alanı	6
1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi	7
2. GENEL KISIMLAR	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntem.....	12
3.2.1. Elektrik Yöntemler	12
3.2.1.1. Düşey Elektrik Sondaj Ölçüsü (DES)	15
3.2.2. Yeraltı Radarı Yöntemi (GPR)	17
3.2.3. Sismik Yöntemler	19
3.2.3.1. Çok Kanallı Yüzey Dalgası Yöntemi (MASW)	20
4. BULGULAR	23
4.1. Düşey Elektrik Sondajı (DES) Yöntemi Veri Alımı Ve Bulgular	23
4.2. Çok kanallı yüzey dalgası yöntemi (MASW) Veri Alımı Ve Bulgular	29
4.3. Yer Radarı Yöntemi (GPR) Veri Alımı Ve Bulgular	32
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	35
6. KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	39

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1 : Çalışma alanında bulunan mavi kalsedona bir örnek.	3
Şekil 1.2 : Kriopras ile ilgili bir örnek (İşcen, 2011).....	4
Şekil 1.3 : Sarduan ile ilgili bir örnek (İşcen, 2011).	5
Şekil 1.4 : Akik/Agat ile ilgili bir örnek (İşcen, 2011).....	5
Şekil 1.5 : Akik/Agat ile ilgili bir diğer örnek (İşcen, 2011).....	6
Şekil 1.6 : İnceleme alanının yer bulduru görüntüsü (Google Earth'ten alınmıştır).	7
Şekil 1.7 : İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (MTA,2002).	8
Şekil 3.1 : Akım elektrodları tarafından uygulanan akım çizgileri dağılımı ve elektriksel gerilim çizgilerinin dağılımı (Çağlar, 2009).....	13
Şekil 3.2 : Genel bir elektrod diziliminde bulunan 4 elektrod (A ile B: akım elektrodu, M ile N: gerilim elektrodu) ve özdirenç formülü (Çağlar, 2009).	14
Şekil 3.3 : Kullanılan başlıca elektrod dizilimleri (Candansayar, 2007).	15
Şekil 3.4 : Schlumberg erelektrod dizilimi için DES eğrisi(Candansayar, 2007).....	16
Şekil 3.5 : Çalışma sahasında yapılan DES yöntemine dair bir görüntü.	17
Şekil 3.6 : Çalışma sahasında yapılan yer radarı yöntemine dair bir görüntü.	19
Şekil 3.7 : Çok kanallı yüzey dalgası yöntemi ait temel işlemler (Dikmen vd., 2009).	21
Şekil 3.8 : Çalışma alanında yapılan MASW yöntemi ile ilgili bir görüntü.....	22
Şekil 4.1 : Çalışma alanı (Sarı çizgi boyunca 3 jeofizik yöntemle ölçü alınmıştır).	23
Şekil 4.2 : DES yöntemi için kullanılan ölçüm cihazı.....	24
Şekil 4.3 : DES-1 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	25
Şekil 4.4 : DES-2 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	25
Şekil 4.5 : DES-3 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	25
Şekil 4.6 : DES-4 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	26
Şekil 4.7 : DES-5 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	26
Şekil 4.8 : DES-6 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	26
Şekil 4.9 : DES-7 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	27
Şekil 4.10 : DES-8 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	27
Şekil 4.11 : DES-9 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	27
Şekil 4.12 : DES-10 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	28
Şekil 4.13 : DES-11 noktasının görünür özdirenç eğrisi ve tabaka parametreleri.	28

Şekil 4.14 : 2B yapma kesit modeli.....	28
Şekil 4.15 : 2B yorumlanmış yapma kesit modeli.....	29
Şekil 4.16 : Yapılan MASW yöntemine ait ölçüm geometrisi.	30
Şekil 4.17 : Masw yöntemine ait ortalama ham veri.	30
Şekil 4.18 : MASW yöntemine ait dispersiyon eğrileri.....	31
Şekil 4.19 : MASW yöntemine ait $V_s(30)$ grafiği.....	31
Şekil 4.20 : MASW yöntemine ait S dalga hız kesiti.	32
Şekil 4.21 : S dalga hız kesitinin yorumlanmış hali.	32
Şekil 4.22 : Çalışma alanında kullanılan yer radarı yöntemi için ölçüm cihazı.....	33
Şekil 4.23 : Yorumlanmış radar kesiti.	34



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
DES	: Düşey Elektrik Sondajı
GPR	: Ground Penetrating Radar
IP	: Yapay Polarizasyon Yöntemi
MASW	: Çok Kanallı Yüzey Dalgası Yöntemi
MHZ	: Megahertz
MTA	: Maden Tektik Ve Arama Genel Müdürlüğü
ReMİ	: Refraction Microtremor
SP	: Doğal Polarizasyon Yöntemi
VES	: Vertical Electric Sounding



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAKIŞLI (TOKAT) KALSEDONLARININ YANAL VE DÜŞEY DAĞILIMLARININ JEOFİZİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

HAKAN CAN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK

Bu yüksek lisans tez çalışmasında Tokat İli Bakışlı köyünde jeofizik yöntemlerden çok kanallı yüzey dalgası analizi (MASW), yer radarı ve düşey elektrik sondaj (DES) yöntemiyle bir araştırılma yapılmıştır. Çalışmanın amacı, yarı değerli taş olarak bilinen mavi kalsedonun yanal ve düşey yöndeki dağılımlarının tespiti için jeofizik yöntemlerin katkı sağlayıp sağlayamayacağı hakkında bir araştırma amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çalışma alanına jeofizik yöntemlerden bazıları uygulanmıştır. 11 noktada DES ölçümleri alınmıştır. Schlumberger elektrod dizilimi kullanılmıştır. Çok kanallı yüzey dalgası analizi (MASW) yöntemi için de 12 jeofon ile 2 hat boyunca ölçüm alınmıştır. Yer radarı yöntemi yaklaşık 120 metrelik bir hat üzerinde yürüyerek, ölçüm alınmıştır. Sonuç olarak da bu yöntemlerin birbiriyle uyumu ve değerli taş aramasında jeofizik yöntemlerin faydaları araştırılmıştır.

Ocak 2022, 50 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kalsedon, Süs taşı, Jeofizik, Tokat

ABSTRACT

M. Sc. THESIS

INVESTIGATION OF THE LATERAL AND VERTICAL DISTRIBUTIONS OF BAKIŞLI (TOKAT) CHALCEDONS BY GEOPHYSICAL METHODS

HAKAN CAN

**Kırşehir Ahi Evran University
Graduate School of Sciences and Engineering
Advanced Technologies Department**

Supervisor: Doç.Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK

In this master's thesis, a research was carried out in the village of Tokat, in Bakışlı village, using geophysical methods, Multi-channel surface wave analysis (MASW), ground penetrating radar and vertical electric sounding (VES) method. The aim of the study is to investigate whether geophysical methods can contribute to the determination of the lateral and vertical distributions of blue chalcedony, which is known as a semi-precious stone. In this direction, some of the geophysical methods have been applied to the study area. Vertical electric drilling (VES) measurements were taken at 11 points. Schlumberger electrode array was used. For the multi-channel surface wave analysis (MASW) method, measurements were taken along 2 lines with 12 geophones. The ground penetrating radar method was measured by walking on a line of approximately 120 meters. As a result, the compatibility of these methods with each other and the benefits of geophysical methods in the search for precious stones were investigated.

January, 2022, 50 pages

Keywords: Chalcedony, Gemstone, Geophysics, Tokat

1.GİRİŞ

Geçmiş çağlardan beri doğal taşlar insanlar tarafından takı olarak kullanılmıştır. Bu süreçte takı, kemik, boynuz, diş, yumuşakça kabukları ile başlayıp renkli doğal taşlarla devam etmiştir. Madenlerin bulunması, işlenmesi ve şekillendirilmesinin öğrenilmesiyle birlikte doğal taşlarla madenlerin karışımından oluşan takılar kullanılmaya başlanmıştır (Candar, 2007).

Belirli özelliklere sahip mücevher, dekorasyon ve benzeri sektörlerde kullanılan, albenisi yüksek mineral veya kayalara değerli taş (süstaşı) denir (Hatipoğlu,2003;Yüzbaşıoğlu, 2020). Doğada bol miktarda bulunan alüminyum, kalsiyum, magnezyum, karbon, oksijen ve demir gibi elementlerin meydana getirdiği bileşimler süstaşlarını oluşturmaktadır (Vıçıl vd, 2004; Yüzbaşıoğlu, 2020).

Süstaşları, yeryüzünde farklı jeolojik yerlerde oluşabilir. Süs taşlarının kökenlerini belirlemek önemlidir. Bunun için de nerede buldukları ve oluştukları önemlidir. Genellikle süstaşları yüzeye yakın yerlerde oluşurlar. Bazı süstaşları tektonik hareketlerden dolayı yüzeye çıkarken, bazı süstaşları ise buldukları formasyon sayesinde yüzeye doğru çıkmışlardır. Bazı kayaların derinden yüzeye doğru çıkabilmesinin nedeni tektonik hareketlerden dolayıdır (Candar,2007).

Süstaşlarından, yeryüzünde en yaygın gözlenenlerden birisi olan kalsedonlar, silisli süstaşı grubundan olup, Tokat'ın Bakışlı köyünde metamorfik kayalar içerisinde damar ve mercerler halinde bulunmaktadır.

Yeryüzündeki yanal ve düşey yöndeki değişimler, gözlemler ve sondajlar yardımı ile belirlenebildiği gibi çeşitli jeofizik yöntemler sayesinde de incelenebilir. Bundan dolayı bu çalışma da Tokat'ın Bakışlı köyünde bulunan kalsedonların yanal ve düşey yöndeki dağılımını jeofizik yöntemlerle tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanına jeofizik yöntemlerden yer radarı (GPR), çok kanallı yüzey dalgası analiz yöntemi (MASW) ve elektrik yöntemlerden DES yöntemi uygulanmıştır.

1.1. Süstaşı

Süstaşları geçmiş çağlardan beri insanlar için zenginliğin, güzelliğin simgeleri olarak ilgi görmüştür. Günümüzde taş sanayisinde sayısı az da olsa bazı süstaşları kullanılmaktadır. Süstaşlarının hepsini bir araya alan ve herkes tarafından kabul görmüş bir tanımlama bulunmamaktadır. Buna rağmen bir taşın süstaşı sayılabilmesi için 3 ana faktör vardır. Bunlar dayanıklılık, güzellik, nadirliktir (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2017).

Dayanıklılık; sertlik, kırılganlık, darbelere ve dış etkenlere dayanım gibi özelliklerle açıklanır. Güzellik; her ne kadar göreceli bir kavramsa da taşın temiz, şeffaf, çekici renkli ve işlenebilir boyutlarda olması gibi bazı özelliklerini içerir. Nadirlik; bir objeyi değerli kılan onun az rastlanır olmasıdır. Örneğin binlerce karatlık elmas üretimi içerisinde sadece bir kaç yüz karatı pembe elmasdır. Dolayısıyla bir pembe elmanın değeri sıradan bir elmanın binlerce katıdır (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2017).

Bu temel kriterlerin dışında taşınabilirlik, kesilebilme, parlatılabilme, ışık yansıtma, ışık kırma, bünyesinde safsızlıklar içermesi gibi bazı özelliklerde taşların değerlerini belirleyen ve artıran diğer unsurlardır. Kıymetli taşları ile yarı kıymetli taşlar (süstaşları) arasında farkı ortaya koyabilecek bir tanımlama bulunmamaktadır. Yüzyıllardan beri elmas, safir, yakut, safir kıymetli taşlar bölümünde yer alırken, diğerleri yarı kıymetli taşlar bölümünde yer almaktadır. elmas, safir, yakut, safir traşlandığında asil taş bölümüne katılmaktadır. Süstaşları denildiğinde doğal taşlar belirtilmek isteniyor olsa bile, gelişen teknoloji ve bazı organik maddeler yüzünden yapay ve gerçeğe benzetme durumlarını içermektedir. Son dönemlerde yapay olarak üretilen süstaşları dünya piyasasında önemli bir yer kaplamaya başlamıştır (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2017).

1.1.1. Kalsedon Grubu

Kadıköy taşı olarak da bilinen kalsedon, kristalli bir kuvarsın türü olup, genellikle yarı saydam halindedir. Çok nadir de olsa saydam yapılı olabilir. Kalsedonun adı Anadoludan gelmektedir. İstanbul'un Kadıköy semti eski çağlarda Khalkedonya ismini kullanırdı. Taşın adı bu semtteki antik limandan gelmektedir. Kalsedon, kullanıldığı alanlar genellikle süs eşyalarında, dekoratif eşya ve takılarda olduğu görülmektedir. Kalsedon, rengine göre farklı kalsedon çeşitleri olmasına rağmen, çoğunlukla mavi, gri, sarımsı ve beyaz renkleriyle bulunmaktadır. Kalsedonun çokça karıştırıldığı bir mineral olan opal, fizikçiler

tarafından kalsedonun opalin suyunun alınmış hali olduğunu belirtirler. Opal, kristal yapılı olmayan, kuvars ailesinin bir üyesidir. Kalsedon ile farkı ise, kalsedonun yoğunluğundan daha düşük bir yoğunluğu olduğu için kalsedona göre daha hafiftir (İşcen, 2011).

Mavi kalsedon, açık mavi renge kalsedonun bir çeşidi olarak bilinir. Koyu mavi olanları daha makbul olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde de bazı kalsedonlar bulunmaktadır. Bunlar, mavi, mor ve pembe kalsedonlar olup, Eskişehir ilinde bulunmaktadır (İşcen, 2011).



Şekil 1.1 : Çalışma alanında bulunan mavi kalsedona bir örnek.

Kriopras, saydam ve yeşilimsi bir renkte olup kalsedon ailesinin bir başka türüdür. Rengini içinde bulunan nikel oksitten alan krisopras, kalsedon türleri arasında en değerli olarak görülür. Krisoprasın bir diğer adı da 'gözboncuğu' olarak geçer. Krisoprasın bir türü olan praz, krisoprasa göre daha açık renkli ve şeffaftır. Praz'ın renginin açık olması içindeki klorit mineralinin etkisindedir. Ayrıca krisopras ile yeşil kuvars birbirine benzemektedir. Bu yüzden genellikle birbirleriyle karıştırabilir (İşcen, 2011).



Şekil 1.2 : Kriopras ile ilgili bir örnek (İşcen, 2011).

Kalsedon üyeleri arasında sık rastlanan bir değerli taş olan akik, çeşitli renklere ve tiplere sahiptir. İçinde bulunan mineral sebebiyle farklı renklerle ortaya çıkmaktadır. Çoğunlukla yeşil, beyaz, kırmızı, kahverengi renklerinde olabilir. Bu renklerin karışımından oluşacak bir renge de sahip olabilir. Yapay olarak rengi değiştirilebildiği için, doğada bulunmayan renklerde de piyasa sunulabiliyor. Ama akiğin kabul edilen rengi koyu kırmızı olan rengidir. Osmanlı zamanında yemen taşı olarak da bilinen akikler, geçmişte Yemen'den çıkartılıyordu. Akikler yuvarlak ve ince tabakalı bir biçimde bulunan bu değerli taşlar, tabakalar arasındaki farklılıklara göre çeşitli isimlerde de bilinen akik türleri vardır. Doğada büyük kütleler halinde bulunan akik yumruları, dikine olarak plaka şeklinde kesildiğinde oluşum tabakaları, farklı tonları ve birbirini takip eden halkaları ile dekoratif bir görünüm sunar. Akik şeritli yapıda olması kalsedondan ayırmak için önemli bir özelliktir. Çünkü şeritli yapı kalsedonda yoktur. Akik, birçok eşyanın yapımında kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak; süs eşyalarından küpe, yüzük, kolye gibi ayrıca tespih gibi eşyalarında yapımında da kullanılmaktadır. Akikşler, kızılderili toplumdan uğur taşları olarak kabul ederken, müslüman toplumlarda nazar taşı olarak kabul görür (İşcen, 2011).

Agat, bir akik türü olup, Sicilya'da Achate Irmağında olduğu için bu ismi almıştır.

Ülkemizde de birçok ilde de agat yatakları bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak; Bursa, Eskişehir, Çanakkale, Bilecik, İstanbul ve Yozgat illeri örnek verilebilir. Ayrıca Ankara'nın Çubuk ilçesinde bulunan agat yatakları olup, bunlar renkleri ve desenleri ile dikkat çekmektedir. Yosunlu agat, oniks, dendiritli agat, ateş agat ve damarlı agat Akik/Agat çeşitlerinden olup, doğada yaygın olarak rastlanan çeşitlerdir (İşcen, 2011).



Şekil 1.3 : Sarduan ile ilgili bir örnek (İşcen, 2011).



Şekil 1.4 : Akik/Agat ile ilgili bir örnek (İşcen, 2011).

Sarduan (Sard), kalsedon ailesinin bir başka çeşidi olan ve rengi kırmızı, turuncu, kahve ve sarı gibi değişiklik gösteren yarı saydam olan bir değerli taştır. Sri Lanka ülkesinde yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Antik Yunan döneminde ve sonraki dönemlerde yüzük taşı ve mühür yapımında kullanıldığı tespit edilmiştir. Sarduan ismini Manisa ilinin Salihli ilçesinde kurulmuş olan antik çağ devleti Lidya'nın başkenti Sard şehrinden geldiği tahmin edilmektedir. Sarduan ile karnalin taşları birbiriyle karıştırılabilmektedir. Sarduanın, sardoniks ismiyle de anılmasının sebebi beyaz ve kahverengi damarlı olan çeşidinden dolayıdır (İşcen, 2011).



Şekil 1.5 : Akik/Agat ile ilgili bir diğer örnek (İşcen, 2011).

1.2. Çalışma alanı

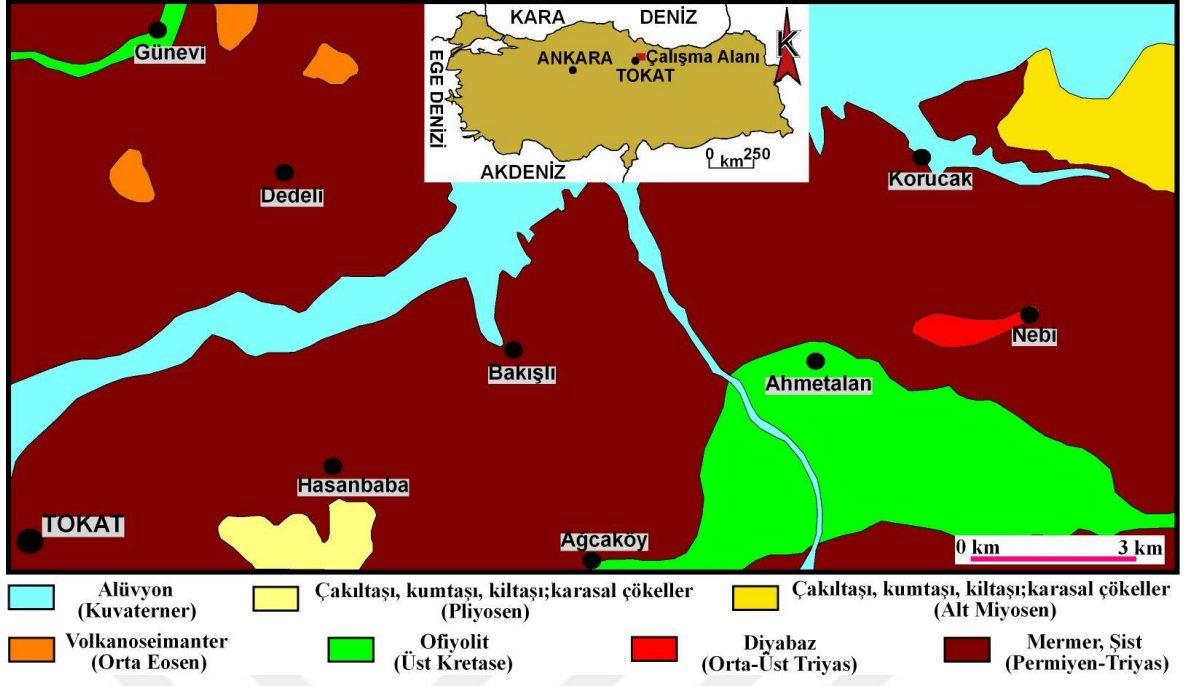
Bakışlı köyü, Tokat ili'nin yaklaşık 8 km uzaklıkta bulunmaktadır. Çalışma alanı, il merkezinin yaklaşık 5,5 km doğusunda, Bakışlı köyünün yaklaşık 1,1 km batısında yer almaktadır (şekil 1.6). İl merkezinden sahaya ulaşmak için yaklaşık 6,5 km bir yol ile ulaşım sağlanmaktadır.



Şekil 1.6 : İnceleme alanının yer bulduru görüntüsü (Google Earth'ten alınmıştır).

1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma sahasındaki en yaşlı birimi Permiyen-Triyas yaşlı mermer ve şistlerden oluşan metamorfik kayalar oluşturmaktadır (Şekil 1.7). Metamorfikler içerisinde sokulum yaparak yerleşen diyabaz daykları Orta-Üst Triyas yaşlıdır. Metamorfikler üzerine tektonik dokanakla Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar gelmektedir. Tüm bu birimleri uyumsuzlukla Orta Eosen yaşlı volkanosedimanter, Alt Miyosen ve Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve kil taşından oluşan karasal çökeller ile Kuvaterner yaşlı Alüvyonlar örtmektedir. Çalışmamızın ana konusunu oluşturan mavi-yeşil renkli kalsedonlar Bakışlı köyü civarında Permiyen-Triyas yaşlı şistler içerisindeki alterasyon zonunda kırık çatlak dolguları ve yer yerde merclekler halinde gözlenmektedir.



Şekil 1.7 : İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (MTA,2002).

2. GENEL KISIMLAR

Beres ve Haeni (1991) Hidrojeolojik çalışmalarda yer altı radar yöntemlerinin uygulanması adlı çalışmalarında Connecticut da aldıkları GPR ölçüleri ile sondajdan alınan litoloji bilgilerinin korelasyonunu incelemişlerdir. Sonuç olarak, sığ derinliklerde yer radarıyla alınan verilerle sondajdan alınan verilerin birbiriyle uyduğu sonucuna varmışlardır.

Cook (1997) Değerli Taş Aramada Jeofizik Uygulamaları adlı çalışmasında jeofizik çalışmalarının yer altının jeolojik özelliklerini daha ayrıntılı bir şekilde haritalanması için ve değerli taşların yataklarının araştırılması hem de bilinen yatakların değerlendirilmesinde önemli bir araç olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında jeofizik yöntemlerinden bazıları olan yer radarı, sismik yansıma, manyetik ve gravite yöntemleri hakkında bilgi vererek, değerli taş aramasında jeofizik yöntemlerinin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Sarı vd. (2020) Kırklartepe Baraj Yerinde (Türkiye) jeolojik yapıların jeofizik ve jeoteknik tekniklerle belirlenmesi adlı çalışmasında Bayburt ili Kırklartepe bölgesindeki baraj sahası ve göl alanındaki potansiyel gömülü faylarını ve alüvyon sınırlarını belirlemek için jeofizik ve jeoteknik yöntemler uygulanmıştır. Jeofizik yöntem olarak elektrik yöntem ve sismik yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemler sayesinde bölgenin alüvyon sınırları ve gömülü faylar belirlenmiştir. Ayrıca jeofizik ve jeoteknik yöntemlerin birlikte kullanılmasının önemi vurgulanmıştır.

Forte ve Pipan (2008) Mezar höyüklerinin (tümülüsler) yüksek çözünürlüklü çalışması için sismik tomografi ve yer radarının (GPR) entegre edilmesi adlı çalışmalarında tüm derinlik seviyelerinde, arkeolojik açıdan önemli olan, ayrıca büyük ve belirgin olan Tümülüsleri görüntüleme hedeflenmiştir. Bunun için jeofizik yöntemlerden sismik tomografi ve yer radarı uygulamışlar. Yapılan çalışma sonunda farklı boyutlardaki höyükler tespit edilip, ayrıca dikey ve yatay çözünürlük elde etmişlerdir.

Yadav vd. (2010) Hindistan'ın batı Ganga ovalarında düşey elektrik sondaj ölçümlerinden sığ yüzey altı stratigrafi belirleme adlı çalışmalarında batı Ganga ovalarındaki alüvyon stratigrafisini haritalamak için öz direnç yöntemlerinin potansiyelini göstermeyi amaçlamışlardır. DES ölçümlerinin yorumlanması sonucunda tek tek katmanların öz direnci ve kalınlığı hakkında bilgi edinmişler. Orada bulunan mevcut sondaj verileri ile DES verilerinin birbiriyle ilişkili olduğu sonucuna varmışlar.

Meschede vd (2003) Tektonik yapıların sığ derinlikli yüksek çözünürlüklü yer radarı (GPR) profillerinde görselleştirilmesi adlı çalışmasında yer radarı yönteminin sığ derinliklerde verimli çalıştığını belirtmişlerdir. Yeraltı tektonik yapıları, fayları ve stratigrafiyi belirlemede uygun bir yöntem olduğu dile getirmişlerdir.

Salem (2001) Schlumberger Düşey Elektrik Sondajı Kullanılarak Özdirenç Ölçümlerinden Sığ Sedimentlerin Litoloji ve Hidrolik İletkenliğinin Modellenmesi adlı çalışmasında DES'in uygulandığı sığ sedimanlarla ilgili farklı hedefleri araştırmak için yürütülen birkaç çalışmanın kısa bir incelemesine yer vermiştir. Sonuçta ise DES tekniğinin, yeraltı tabakalarının litolojisi, fiziksel özellikleri, kalınlıkları ve derinlikleri hakkında iyi değerlendirmeler sağlayabildiğini göstermiştir.

Yüksel ve Hoşkan (2018) Ergene Havzası, Çorlu formasyonu, Sarılar Köyü çevresinde akifer oluşturacak stratigrafik kapanların düşey elektrik sondajları ile görüntülenmesi adlı çalışmasında Çorlu ilinin Sarılar Köyündeki çökme ortamının belirlenmesi için DES ölçüsü almışlar. Bu yöntemi 3 profilde, her profilde 7 nokta olacak şekilde 21 noktada almıştır. Ölçü dizilimi olarak schlumberger dizilimi kullanılmış. Sonuç olarak, çalışma sahasına ait litolojik birimler birbirinden ayırt edilerek ve arazinin üst kısmında toprak örtüsü, onun altında kil bakımından zengin bir birim, en alt tabaka olarak ise kum bakımından zengin geçirimli bir birim bulunmuştur. Bu birimin kumlu karmaşık diye tabir edilen Çorlu Formasyonu olduğu ve bu formasyonun geçirimliliğinin yüksek olduğu ve yer altı suyu taşıyabilecek özelliklere sahip olduğunu düşünmüşlerdir.

Şahan vd. (2012) Jeofizik Yöntemlerle Yanal Süreksizliklerin İncelenmesi adlı çalışmalarında Kocaeli Kent Ormanı içerisindeki yer altındaki jeolojik değişimin belirlenmesi için yer radarı, self potansiyel (SP), elektrik özdirenç ve sismik kırılma yöntemleri uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda elektrik özdirenç yönteminde fay belirtileri açıkça ortaya konmuş ve süreksizlikler ezilme zonunu gösterdiğini belirtmişlerdir. SP ölçümlerinde de fay belirtileri kendini göstermiştir. Ayrıca fayın durumu sismik kırılma yönteminde de yaklaşık 70 m kendini göstermiş olduğu tespit edilmiştir. Radar verilerinde istenilen derinliğe inilememesine rağmen mevcut veriler incelendiğinde yine bir ezilme zonu çok açık olmamakla beraber görülmektedir. Çalışma sonucunda, birim değişikliğinin tespiti belirgin bir şekilde yapılmıştır.

Atakpo (2013) Warri South'daki Deghele Topluluğunun Jeoelektrik Araştırması Batı L.G.A, Delta Eyaleti, Nijerya adlı çalışmasında akifer geçişlerini tanımlama amacıyla DES

yöntemi uygulanmıştır. 7 noktada DES ölçümü alınarak ve schlumberger dizilimi tercih edilmiştir. Sonuçta, akifer biriminin tanımlanması yapılmıştır.

Pamuk vd. (2013) Farklı Yöntemler Kullanarak S Dalga Hızının Bir Boyutlu Analizi ve Mikrotremor Uygulamaları: Kaynaklar (İzmir) Örneği adlı çalışmalarında İzmir Kaynaklar bölgesi civarında tanımlanan alanda zemin özelliklerini araştırmak için Çok Kanallı Yüzeysel Dalga Analizi (MASW), Uzaysal Özilişki (SPAC- Spatial Autocorrelation), ReMİ (Refraction Microtremor) ölçümleri alınarak değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonucunda, MASW yöntemiyle yüksek çözünürlükte sığ S dalga hızı profilleri elde edilmiştir. Elde edilen hızlar ve zemin hakim frekansları jeolojik yapı ile uyumlu olduğu görüşüne varılmıştır.

Kanbur vd. (2011) Sığ Sismik Yansıma, MASW ve ReMi Yöntemleri ile Sığ Yapıların İncelenmesi: Isparta Yerleşim Merkezi Kuzeyi Pliyo-Kuvaterner Çökel Yapı Örneği adlı çalışmalarında Süleyman Demirel Üniversitesi kampüsü içerisinde bulunan Pliyo-Kuvaterner zamana ait pekişmemiş ve kısmen pekişmiş çökel tabakalaşma özelliklerini ortaya çıkarmak için sığ sismik yansıma, MASW ve ReMi teknikleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda yerin belli derinliklerindeki S-dalgası hız değişimleri ve tabakalaşma durumu tespit edilerek ortaya çıkarılmıştır. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, sonuçların birbirlerini desteklediği görülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

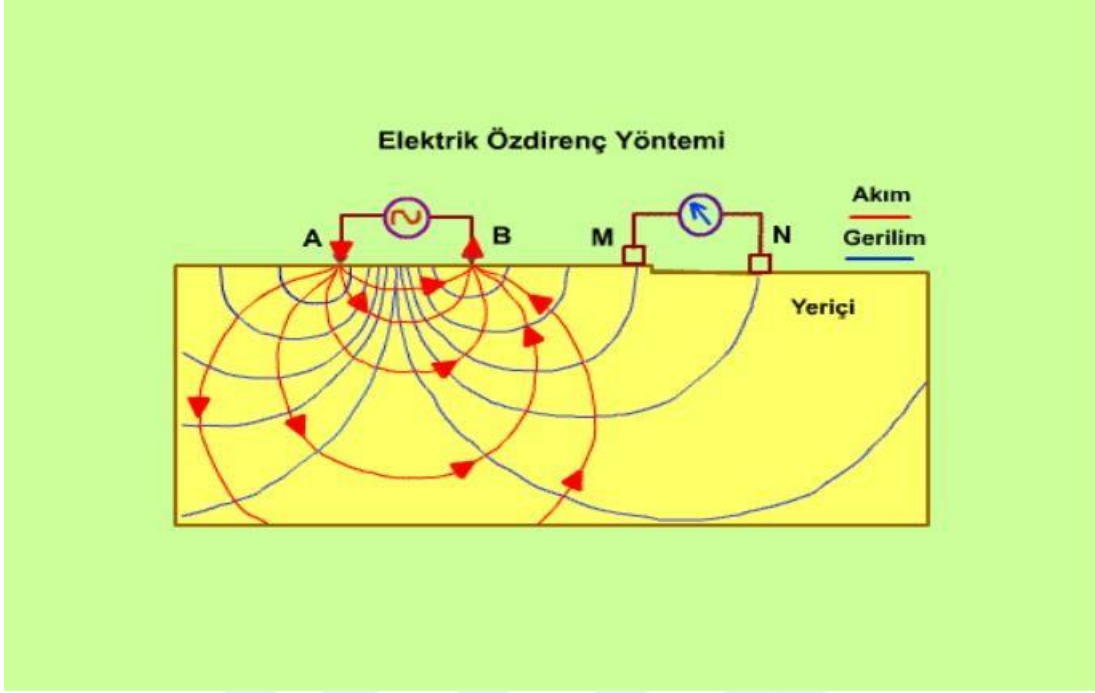
Tokatın Bakışlı köyünde yer üstünde bulunan kalsedonların, yeraltında da tespit edilmesine katkıda bulunması amaçlanan bazı jeofizik yöntemler uygulanmıştır. Bu yöntemler; yer radarı (GPR), çok kanallı yüzey dalgası analiz yöntemi (MASW) ve elektrik yöntemlerden Düşey elektrik sondaj (DES) yöntemi uygulanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Elektrik Yöntemler

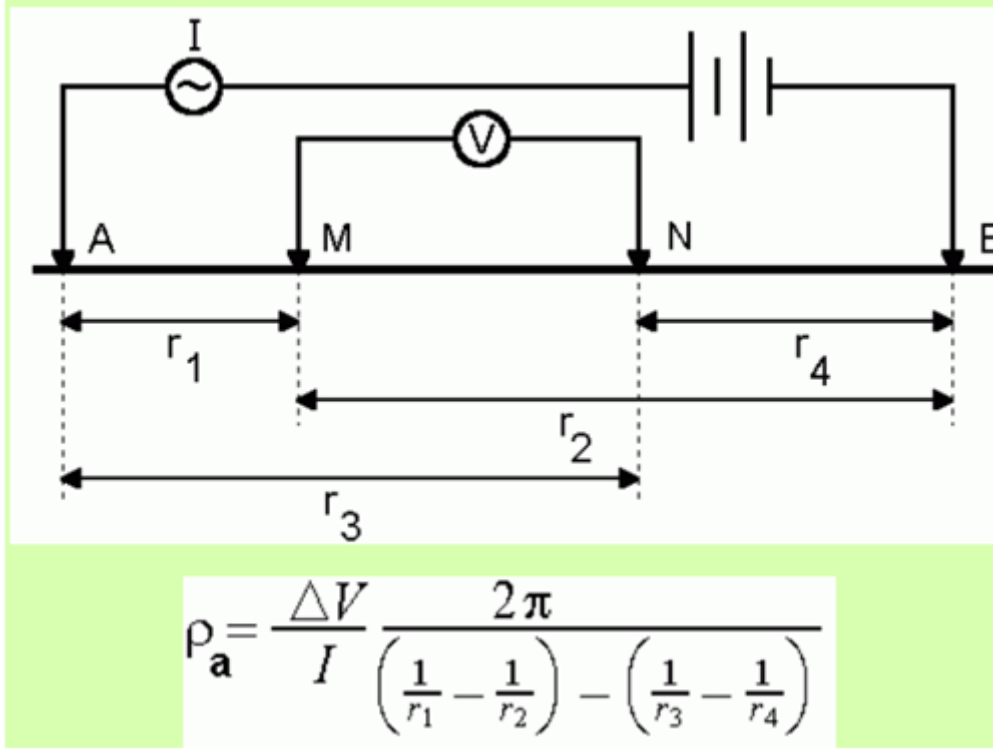
Elektrik yöntemler, doğal polarizasyon yöntemi (SP), yapay polarizasyon yöntemi (IP) ve elektrik özdirenç yöntemini (rezistivite) içerir. Uygulanan elektrik yöntemler sonucunda alınan ölçüler sayesinde akiferlerin durumu, jeolojik birimlerin belirlenmesi ve haritalanması sağlanabilir. Ayrıca yer altı sularının kirlenmesinin olduğu yerlerin belirlenmesi, gevşek çökel malzemenin yerinin belirlenmesi ve kalınlığının bulunması, temel kayaçların bulunduğu derinliği saptamada ve metalik veya metalik olmayan cevherleşme zonlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Çağlar, 2009).

Elektrik özdirenç yönteminde yeryüzüne 4 tane paslanmaz çelik elektrod çakılır. Bu 4 elektrodan ikisi akım elektrodu, diğer ikisi gerilim elektrodudur. İki akım elektrod sayesinde yer içine verilen elektrik akımı gönderilir ve yer içinde oluşacak gerilim farkını diğer 2 elektrod ile ölçülmesi prensibine dayanır. Aşağıdaki şekilde bunun bir örneği verilmiştir. Akım çizgileri (kırmızı) dağılımı ve sonucunda oluşan gerilim çizgileri (mavi) görülmektedir. (Şekil 3.1) (Çağlar, 2009).



Şekil 3.1 : Akım elektrodları tarafından uygulanan akım çizgileri dağılımı ve elektriksel gerilim çizgilerinin dağılımı (Çağlar, 2009).

Yere uygulanan akımın birimi genellikle miliamper iken ölçülen gerilimin birimi genellikle milivolt cinsindedir. K geometrik faktörü (dizilim katsayısı), ölçülen değerler ve kullanılan elektrod dizilimi sayesinde ölçü konumunda görünür özdirenç (ohm-m) hesaplanması sağlanır. Alttaki şekilde genel bir elektrod diziliminde bulunan 4 elektrod (A ve B akım elektrodu, M ve N gerilim elektrodu) gösterilmiştir. Yer üstünde yayılımı yapılan bu elektrod diziliminde yere verilen I akım ve ΔV elektriksel gerilim değerleri bağıntıda yerlerine yazılıp hesap yapıldığında, ölçü konumu için elektrik özdirenç değeri elde edilmiş olur (Şekil 3.2) (Çağlar,2009).



Şekil 3.2 : Genel bir elektrod diziliminde bulunan 4 elektrod (A ile B: akım elektrodu, M ile N: gerilim elektrodu) ve öz direnç formülü (Çağlar, 2009).

Hesaplanacak olan değer elektrod diziliminde bulunana orta noktanın altına atanır. Elektrik yöntemlerde, çeşitli özel dizimler bulunur ve bunların yaygın olarak kullanılan olanları aşağıdaki şekilde belirtilmiştir (Çağlar,2009).

Elektrod Dizilimi	Geometrisi	K	Ölçülen
(a) Schlumberger		Genel olarak $K = \frac{\pi}{4} \frac{MN}{\left[\frac{AB^2}{MN^2} - 1 \right]}$ dir. Eğer, $MN=a$ ve $AM=NB=na$ alınırsa $\pi n(n+1)a$	$\rho_s(AMNB)$
(b) Wenner		$2\pi a$	$\rho_s(AMNB)$
(c) Dipol-dipol		$\pi n(n+1)(n+2)a$	$\rho_s(ABMN)$
(d) "Pole-dipol" sol (AMN)		$2\pi n(n+1)a$	$\rho_s(AMN)$
(e) "Pole-dipol" sağ (MNB)		$2\pi n(n+1)a$	$\rho_s(MNB)$
(f) İki-Yönlü Üç-Elektrod (İYÜE) dizilimi		$2\pi n(n+1)a$	$\rho_s(AMN)$ ve $\rho_s(MNB)$

Şekil 3.3 : Kullanılan başlıca elektrod dizimleri (Candansayar, 2007).

3.2.1.1. Düşey Elektrik Sondaj Ölçüsü (DES)

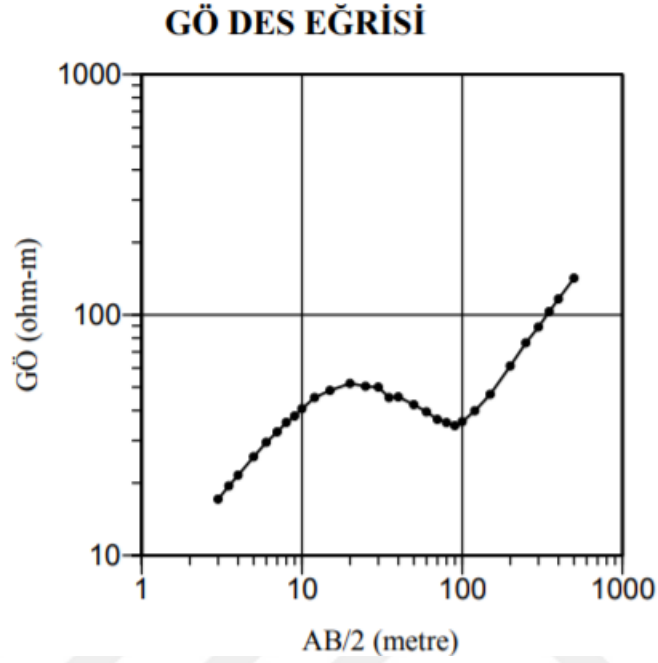
Yerelektrik dalgisinde (sondaajında) (geoelectric sounding) sabit bir nokta merkez olacak şekilde, akım elektrodunun bir hat boyunca belli aralıklarla açılarak uygulanır. Bunun sonucunda yer içinin düşey yöndeki öz direnç değişimi incelenir (Candansayar, 2007).

Şekil 3.4 da bir DES eğrisi örneği vardır. Bu şekilde, x eksenini $AB/2$ değerlerini gösterirken, y eksenini ölçülen görünür öz direnç değerlerini gösterir. Elde edilen eğri, "DES eğrisi" olarak adlandırılır (Candansayar, 2007).

$AB/2$ ve ölçülen görünür öz direnç değerlerinin çok geniş aralıkta değişmesinden dolayı,

genel olarak DES eğrisinde her iki ekseninde logaritmiktir (Candansayar, 2007).

DES verilerine ters çözüm uygulanarak nicel yorumlar yapılabilir. Yeriçini 1-B olduğu varsayılarak, 1-B ters çözüm işlemi uygulanır. Bu işlemin sonucunda, tabakalı ortamın kalınlıkları ve öz dirençleri bulunur (Candansayar, 2007).



Şekil 3.4 : Schlumberg erelektrod dizilimi için DES eğrisi(Candansayar, 2007).



Şekil 3.5 : Çalışma sahasında yapılan DES yöntemine dair bir görüntü.

3.2.2. Yeraltı Radarı Yöntemi (GPR)

Yeraltı radarı yöntemi (GPR), sığ araştırma çalışmalarında kullanılan ve elektromanyetik dalgalar ile çalışan jeofizik yöntemlerden birisidir. GPR üniteleri, kontrol ünitesi, verici ve alıcı anten ve kayıtçıdan meydana gelir. Verici anten yatay doğrultuda elektrik alan vektörüne sahiptir ve birkaç nanosaniyeli elektromanyetik sinyal üretir ve bu sinyali yerin içine gönderir. Yer içinde ilerleyen bu elektromanyetik (EM) dalgalar anomali verecek farklı di-elektrik katsayılarına sahip yüzeyler (madenler) ile karşılaştıklarında yansıma, saçılma ve/veya iletme uğrayarak yeryüzündeki alıcı anten, kontrol ünitesi ve kayıtçı yardımı ile zamanın bir fonksiyonu olarak kayıt edilirler. Bunlara “radar izi” adı verilir. Ölçümler genellikle çizgisel profil kurulumunda alınır. Her bir ölçüm noktasından alınan radar izleri, yan yana getirilip birleştirilerek profil radar kesitleri (radargram) oluşturulur. Elde edilen 2 boyutlu (2B) radargramlardan birimlerin tanımlanmasında ve derinliklerin bulunmasında kullanılır. Bunlara ek olarak, birbirine paralel ve dik şekilde GPR profil ölçümleri alınarak ve çoklu radargramlar oluşturularak, 3B haritalarda çıkarılabilir. 3B yapılan çalışmaların avantajları gerçeğe yakın bir doğrulukla yapılabilir.

Bu sayede yeraltındaki birimlerin sınırlarını, geometrileri ve hacimleri doğruya yakın bir şekilde belirlenmesini sağlayabilir (Evren vd., 2016). Yer altı çalışmalarında yer radarı yöntemi kullanmanın avantajları vardır. Yüksek çözünürlük sağlaması, uygulamanın kolay olması ve taşınabilir bir ölçüm tekniği olmasından dolayı tercih edilebilir bir yöntemdir. Yer radarı yöntemi aşağıdaki durumlarda kullanılabilir;

- Mevcut işletmelerdeki yeni yüzey veya yeni galeri güzergâh belirleme çalışmalarında,
- Maden galerileri içinde duvar cephelerinin sağlamlık kontrollerinde, bozulmuş zon ve cevher aramada
- Yeraltı suyu ile bağlantılı galeri stabilite/kararlılık problemlerinin tespit

İşlemlerinde bu yöntemle başvurulabilir. (Evren vd., 2016).

GPR verisi sayısal olarak kaydedilir. Kayıt edilen verilere veri-işlem uygulamaları uygulanır. Yığılma (stacking) yüksek tekrarlanma sayesinde fazla sayıda iz elde edilerek yapılır. Yığılma sayısı bazı etkenlere göre karar verilir. Bunlar arazi koşulları ve maden özellikleridir. Örneğin, metalik madenlerde yığılma yapılmasına gerek yoktur. Çünkü, di-elektrik kontrastı tanımlanabildiği için gerek görülmebilir. Yığılma işleminden sonra alçak geçişli süzgeçler yardımı ile endüktif etkiler, yüksek geçişli süzgeçler ile de olası gürültüler veriden ayıklanır. İz genliğinde zamana bağlı gelişen sönümlenme zaman değişkenli veri-işlem yapılarak giderilir. Bunlara ek olarak, özellikle gömülü maden ile kontaklı jeolojik birimlere ait di-elektrik katsayılarının birbirlerine yakın olduğu karmaşık bölgelerde odaklanma (migrasyon) filtreleri ile haritalanması hedeflenen madenlerin diğer birimlerden kısmen ayrılması ve maden haritalarının netleştirilmesi sağlanabilir. Arazide alınan ölçünün, arazi koşullarında ön veri-işlem aşamalarını yapılmasına rağmen, bu yapılan işlem tavsiye edilmez. Genelde ham verilerin ham olarak saklanması daha iyi olacaktır. Bunun nedeni, veri işlem aşamalarının arazi çalışması bittikten sonra yapılması, olası bazı mühendislik problemlerinin ve yanlış yorumlama olaylarının önüne geçmek içindir. Yer radarı yönteminin verileri arazide hızlı bir şekilde yapılarak yorumlanmasını öznel bir olaydır ve bu olay her yer bilimci için standart veri işlem aşamaları ile kolay bir şekilde olmaz. Diğer jeofizik yöntemlerde de olduğu gibi, arazide toplanan verinin alınış biçiminden (ölçüm planı ve/veya karelej), işlenmiş GPR profillerinin yorumlanmasına kadar geçen sürede raporlamayı gerçekleştirecek mühendisin: spektral analiz, sayısal süzgeçleme, dalgalar, elektromanyetik yöntem, sayısal analiz ve programlama, sayısal

modelleme/ters çözüm gibi önemli konularda bilgili ve bu konulara hâkim olması gerekmektedir (Evren vd., 2016).



Şekil 3.6 : Çalışma sahasında yapılan yer radarı yöntemine dair bir görüntü.

3.2.3. Sismik Yöntemler

Sismik yöntemler, sentetik olarak oluşturulan sismik dalgaları sayesinde yerin yapısını belirlemede ve araştırmada kullanılan bir yöntemdir. Sismik yöntemlerde elde edilen parametre, kaynaktan çıkan dalganın yer üstündeki alıcıya varması için geçen zaman olarak kaydedilir. Sismik yöntemler sayesinde yer altının yapısını, özelliklerini ve haritası belirlenebilir. Sismik yöntemler yer altındaki jeolojik tabakaların durumlarını saptamada elastik dalgaların, arz içerisinde yayılması ile ilgili fizik prensiplerine dayanır. Uygulamalı sismikte, dalgaları üreten bir enerji kaynağı, yeryüzüne bir düzen içinde yerleştirilmiş bir seri alıcıya ve bu alıcılara gelen dalgaları kaydeden ölçüm aletine gerek vardır. Bu düzen içinde temel prensip enerji kaynağından yayılan ve alıcılara gelen dalgaların zamana karşın genliklerin kaydedilmesidir (Şahin ve Karakılıçık, 2012).

Sismik yöntemler ikiye ayrılmaktadır. Bunlar aktif ve pasif sismik yöntemlerdir. Pasif

sismik yöntemler, yeraltındaki hareketler yani depremlerin etkisiyle oluşan durumlarla ilgilenir (Özgüleş, 2011). Aktif sismik yöntemler, kaynağı yapay olan yani patlatma veya vibro olan sismik aramaları içine alır. Sismik yansıma ve sismik kırılma aktif sismik yöntemlerdendir. Bu yöntemler ana kayacın durumu ve akiferin durumu belirlemede kullanılabilir (Serpen, 2003). Uygulamalı sismikte, yeryüzüne belli aralıklarla konulmuş olan alıcılara, bir enerji kaynağından üretilen dalganın ulaşmasını ölçen alete gereksinim vardır (Özgüleş, 2011). Sismik kırılma yöntemi yeraltına gönderilen ses dalgalarının yer içindeki tabaka sınırlarında meydana gelen kırılma özelliklerini inceler. Sismik kırılma yöntemi, zemin etüdlerinde, jeolojik tabakalarının sismik hızlarının belirlenmesine ve ayrıca jeolojik tabakaların derinliklerinin belirlenmesinde kullanılır ve ayrıca bu yöntem gömülü fayların bulunmasını olanak sağlayabilir (Özgüleş, 2011). Sismik yansıma yöntemi ise yeraltındaki tabaka sınırlarındaki yansıma özelliklerini inceler. Bu yöntemle yeraltının iki ve üç boyutlu kesit elde edilmesinde ve ayrıca ayrıntılı yeraltı yapısal ve stratigrafik kesitlerini oluşturmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Sismik yansıma yöntemi, çevre kayalara göre yeterli akustik empedans farkı yaratan ortamlarda başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Ayrıca bu yöntem, jeotermal kaynak aramalarında ve o sahadaki fayların yeri, atımı ve kıvrımlarını belirleme de kullanılabilir önemli bir yöntemdir (Gönülalan vd., 2009). Fakat jeotermal alan araştırmalarda kullanılan bu yöntem, maliyetli olması ve uygulanabilir olmasının zorluğundan dolayı tavsiye edilen yöntemlerden biri değildir (Özgüleş, 2011).

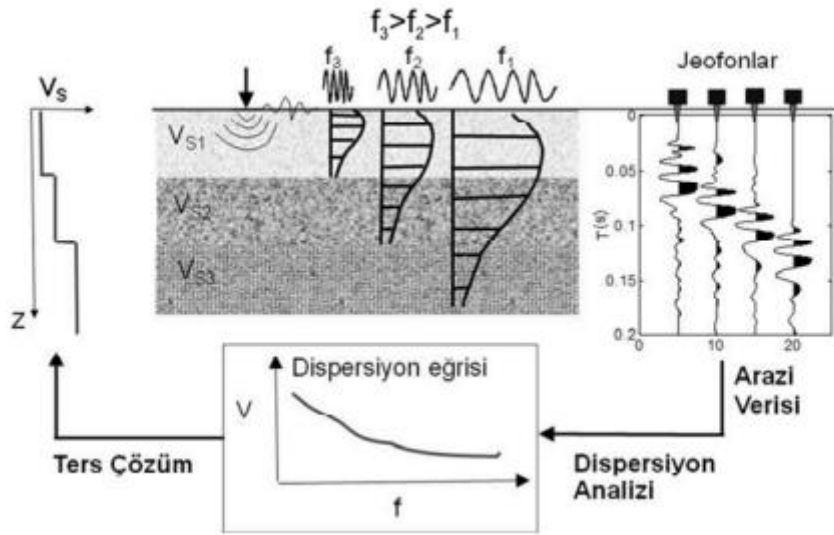
3.2.3.1. Çok Kanallı Yüzey Dalgası Yöntemi (MASW)

Çok kanallı yüzey dalgası yöntemi (MASW), yeraltı birimlerinin fiziksel özelliklerinin belirlemek amacıyla kullanılır. MASW yöntemi, bir nokta kaynaktan yaratılan dalgaların yüzeydeki jeofonlar tarafından kaydedilmesidir. Bunun sonucunda kaydedilen dalgalardan yüzey dalgaları seçilerek dispersiyon özellikleri belirlenir (Dikmen vd., 2010).

Çok kanallı yüzey dalgası yöntemi veri toplama, dispersiyon eğrisini belirleme ve ters çözüm işlemleri olarak 3 ana bölümde gerçekleştirilir. Sonuç olarak V_s dağılımı belirlenir. Sismik kırılma yöntemindeki veri toplama ile MASW yöntemindeki veri toplama, arazi düzeni ve ölçü alım şekli ile birbirine benzemektedir. Yapılan hattın uzunluğu, kayıt edilecek dalga boyu ile bağlantılı olduğundan amaçlanan araştırma derinliğini belirlemeyi de sağlar. Jeofon aralığı, kayıt edilebilecek en küçük dalga boyu ile ilişkilidir. Bu nedenle, jeofon aralığının belirlenmesi sığ araştırmalarda derinliğinin çözünürlüğünde önemli bir

rol oynar. Genellikle yöntem uygulanırken eşit jeofon aralığı ve doğrusal bir dizilim seçilir. Bununla birlikte, her jeofon aralığı eşit olmadığı zaman ve aralarındaki mesafe artarak dizilmesiyle dispersiyon görüntüsünde çözünürlüğün artmasını sağlar (Dikmen vd., 2009).

Çok kanallı yüzey dalgası yönteminde (MASW) balyoz, patlatma gibi kaynaklar kullanılır. Bu kaynaklar geçici enerji üretir. Ayrıca veri toplama işini hızlandırır. Fakat frekansın içeriğinin zayıf olması, yapılan çalışmayı sınırlar. Belirli frekans aralığında harmonik dalga üretici kaynaklar geçici kaynaklara göre özellikle düşük frekanslarda daha iyi enerji oluşturur (Dikmen vd., 2009).



Şekil 3.7 : Çok kanallı yüzey dalgası yöntemi ait temel işlemler (Dikmen vd., 2009).



Şekil 3.8 : Çalışma alanında yapılan MASW yöntemi ile ilgili bir görüntü.

4. BULGULAR

Tokat İli'nin Bakışlı köyünde bulunan çalışma sahasında jeofizik yöntemlerden olan 3 yöntem uygulanmıştır. Bunlar düşey elektrik sondaj (DES) yöntemi, Çok kanallı yüzey dalgası yöntemi (MASW), yer radarı (GPR) yöntemleridir.

Çalışma alanında bulunan metamorfik kayalar içerisinde bulunan kalsedonlara, yer üstünde de örneklerine rastlanmıştır. Bir şevin üstünde yapılan jeofizik çalışmalar ile kırıkların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yaklaşık 120 m'lik bir profil boyunca yer radarı ölçümü, MASW ve 11 noktada DES ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Şevin yüksekliği yaklaşık 6 metredir.



Şekil 4.1 : Çalışma alanı (Sarı çizgi boyunca 3 jeofizik yöntemle ölçü alınmıştır).

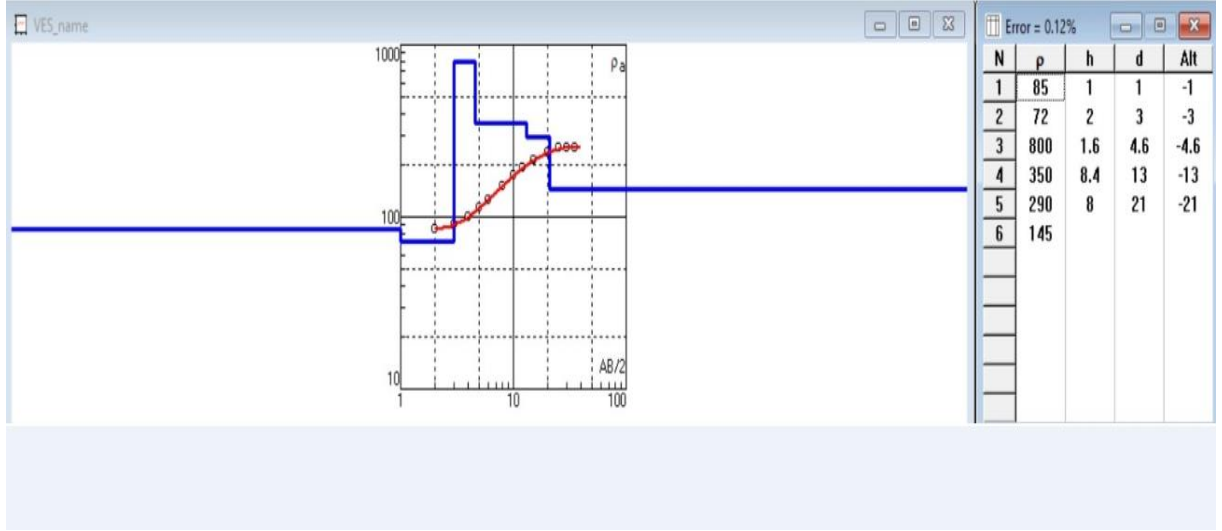
4.1. Düşey Elektrik Sondajı (DES) Yöntemi Veri Alımı Ve Bulgular

Tokat İli'nin Bakışlı Köyündeki çalışma alanında yapılan DES yöntemi için metz-sas-24ssd cihazı kullanılmıştır. Kullanılan cihazın fotoğrafı şekil de verilmiştir. 11 noktada

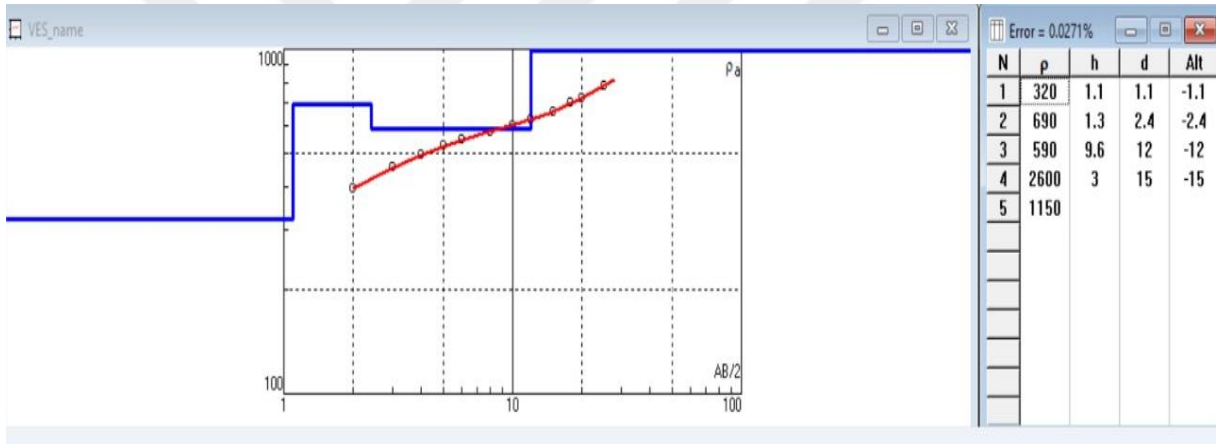
DES ölçümleri alınmıştır. Schlumberger dizilimi kullanılmıştır. DES eğrileri cagniard abakları kullanılarak elde hesaplama yapılarak çizdirilmiş olup, ayrıca teyit amaçlı IPI2win programıyla da çizdirilmiştir. IPI2win ile çizdirilmiş eğriler aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Bu 1B eğriler birleştirilerek 2B model oluşturulmuştur. Bu model şekil 4.14 de verilmiştir.



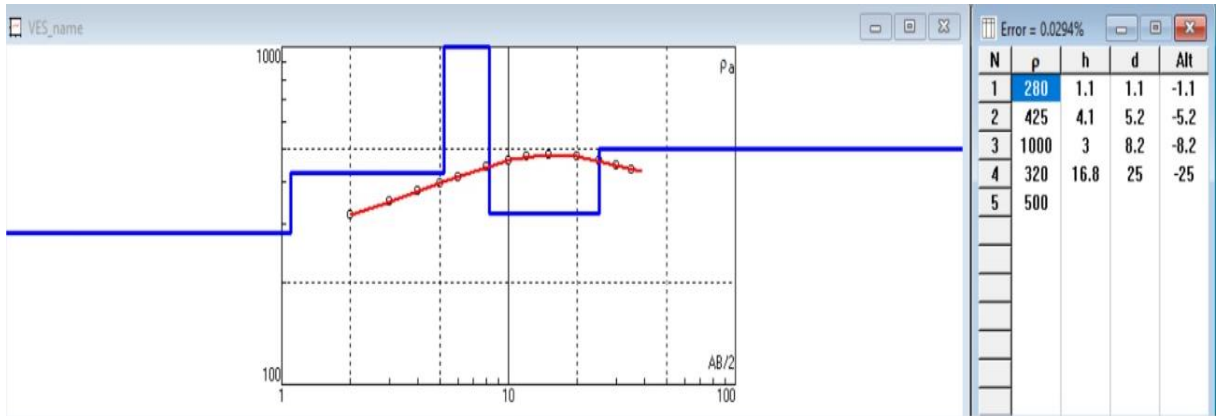
Şekil 4.2 : DES yöntemi için kullanılan ölçüm cihazı.



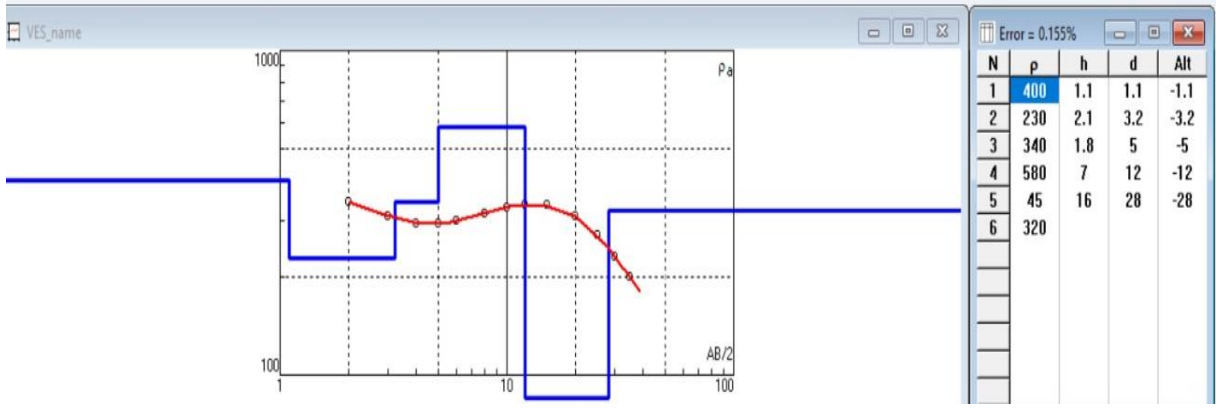
Şekil 4.3 : DES-1 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



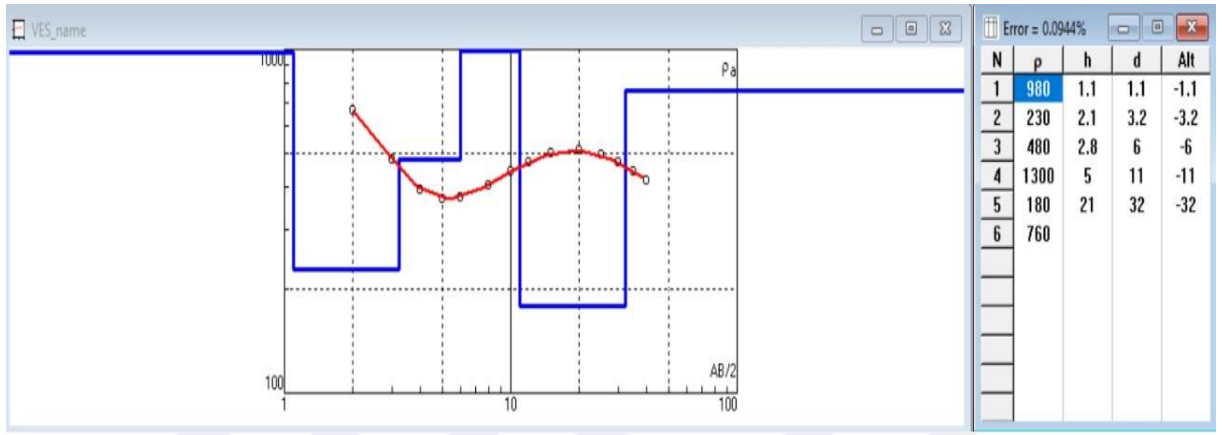
Şekil 4.4 : DES-2 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



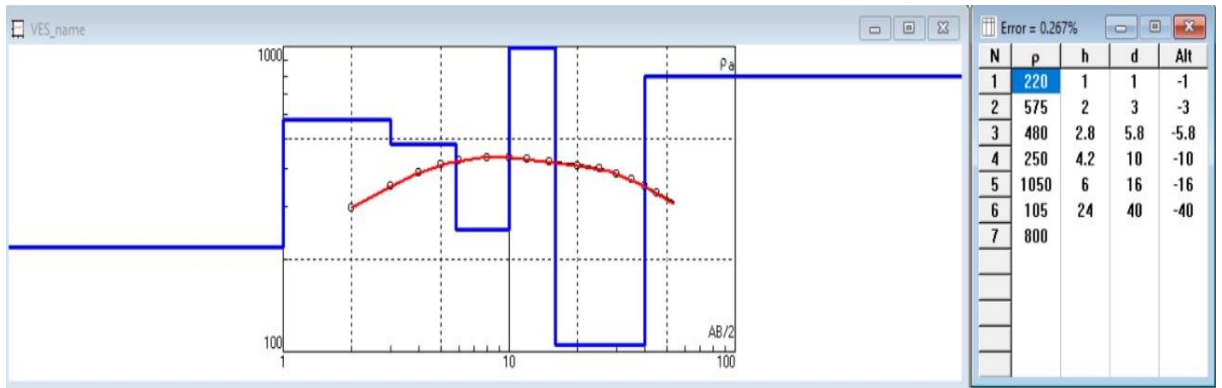
Şekil 4.5 : DES-3 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



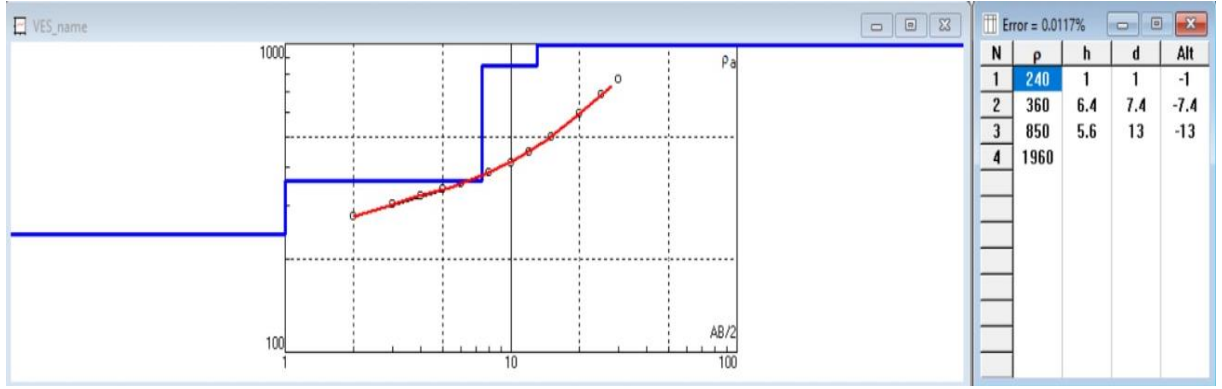
Şekil 4.6 : DES-4 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



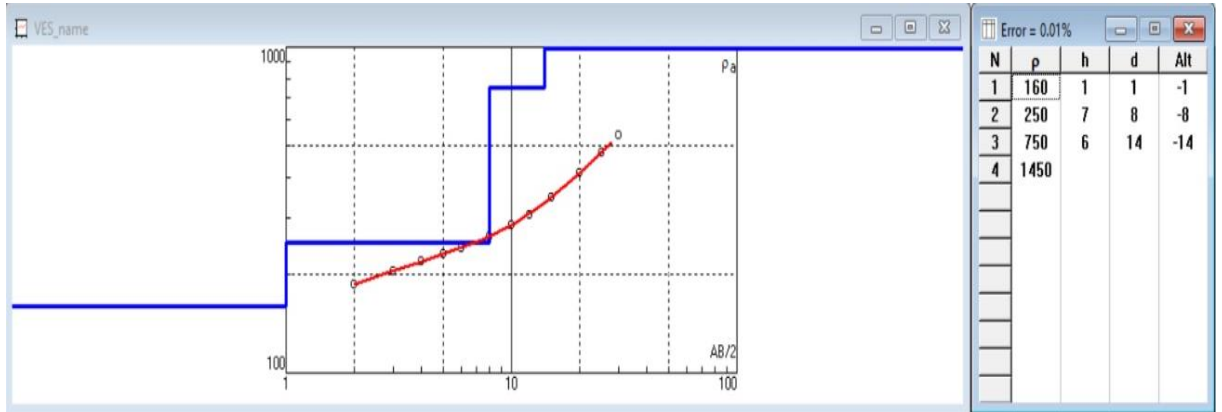
Şekil 4.7 : DES-5 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



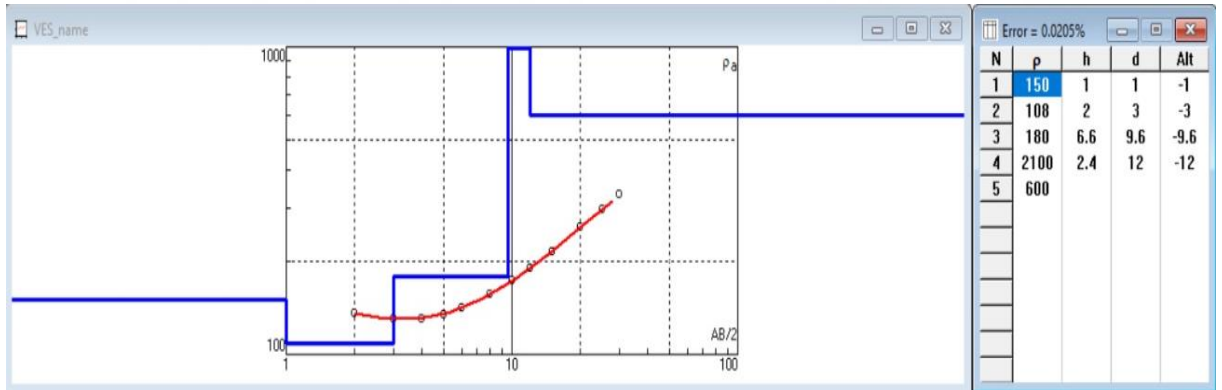
Şekil 4.8 : DES-6 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



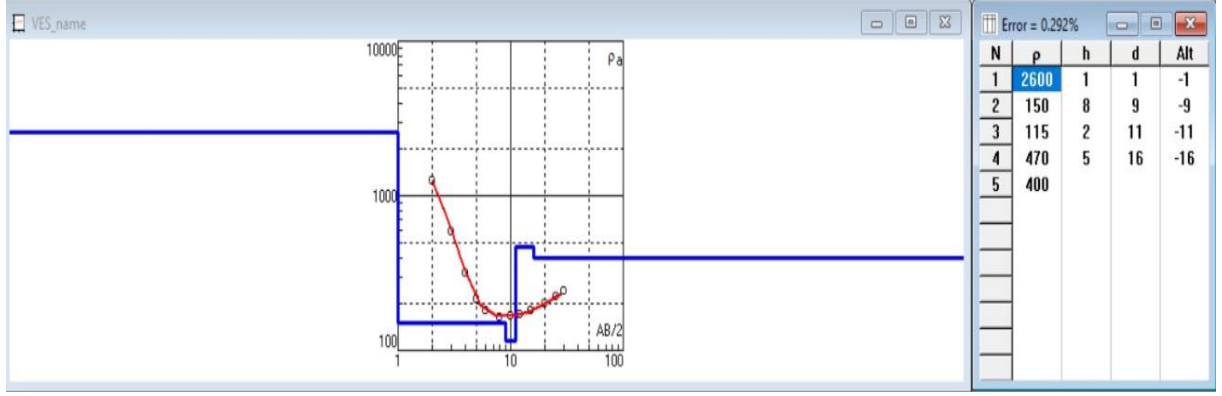
Şekil 4.9 : DES-7 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



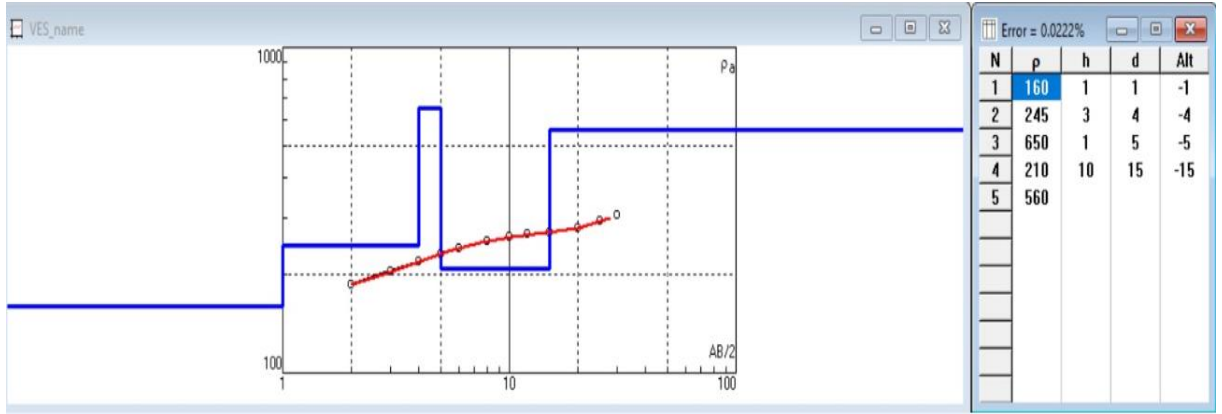
Şekil 4.10 : DES-8 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



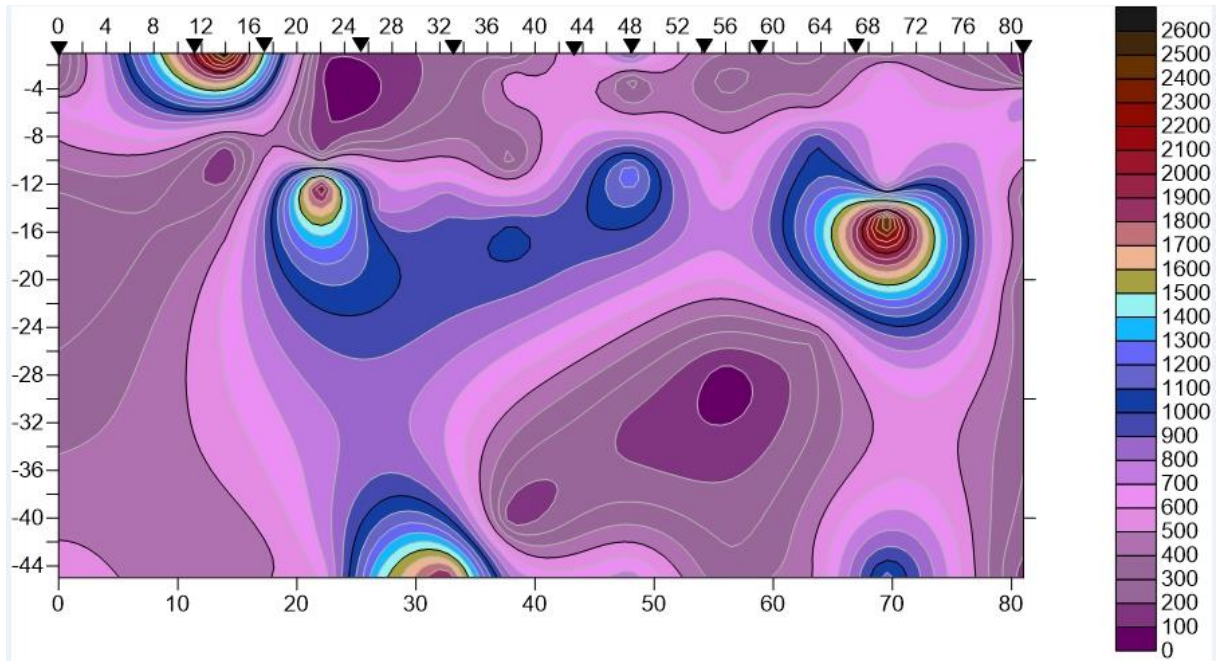
Şekil 4.11 : DES-9 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



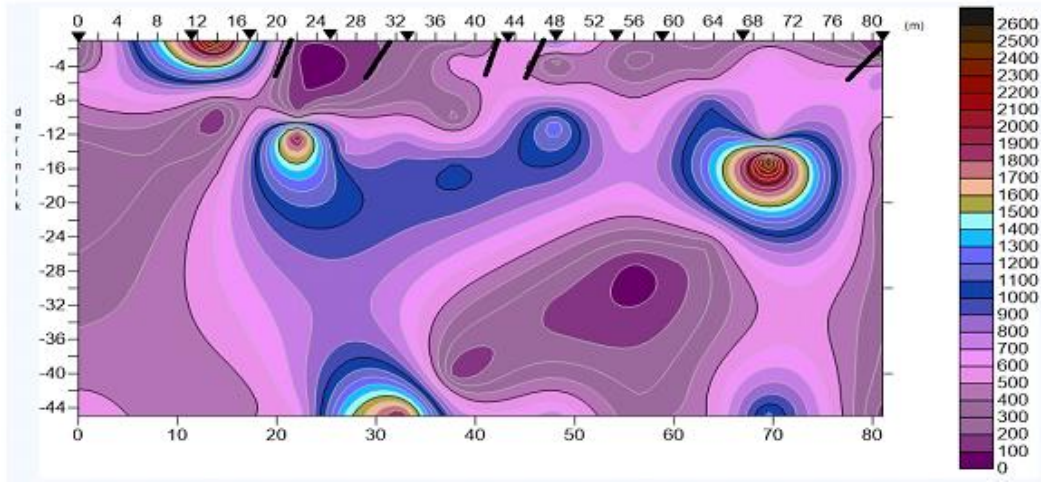
Şekil 4.12 : DES-10 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



Şekil 4.13 : DES-11 noktasının görünür öz direnç eğrisi ve tabaka parametreleri.



Şekil 4.14 : 2B yapma kesit modeli.

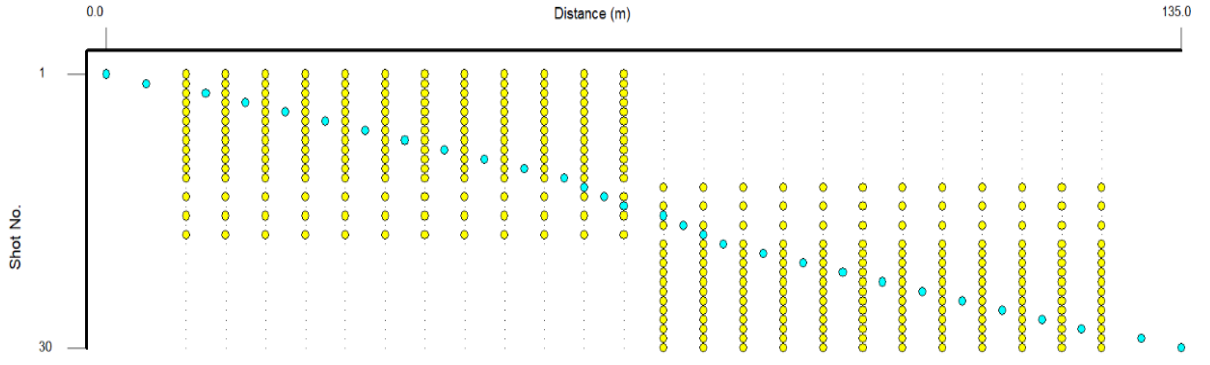


Şekil 4.15 : 2B yorumlanmış yapma kesit modeli.

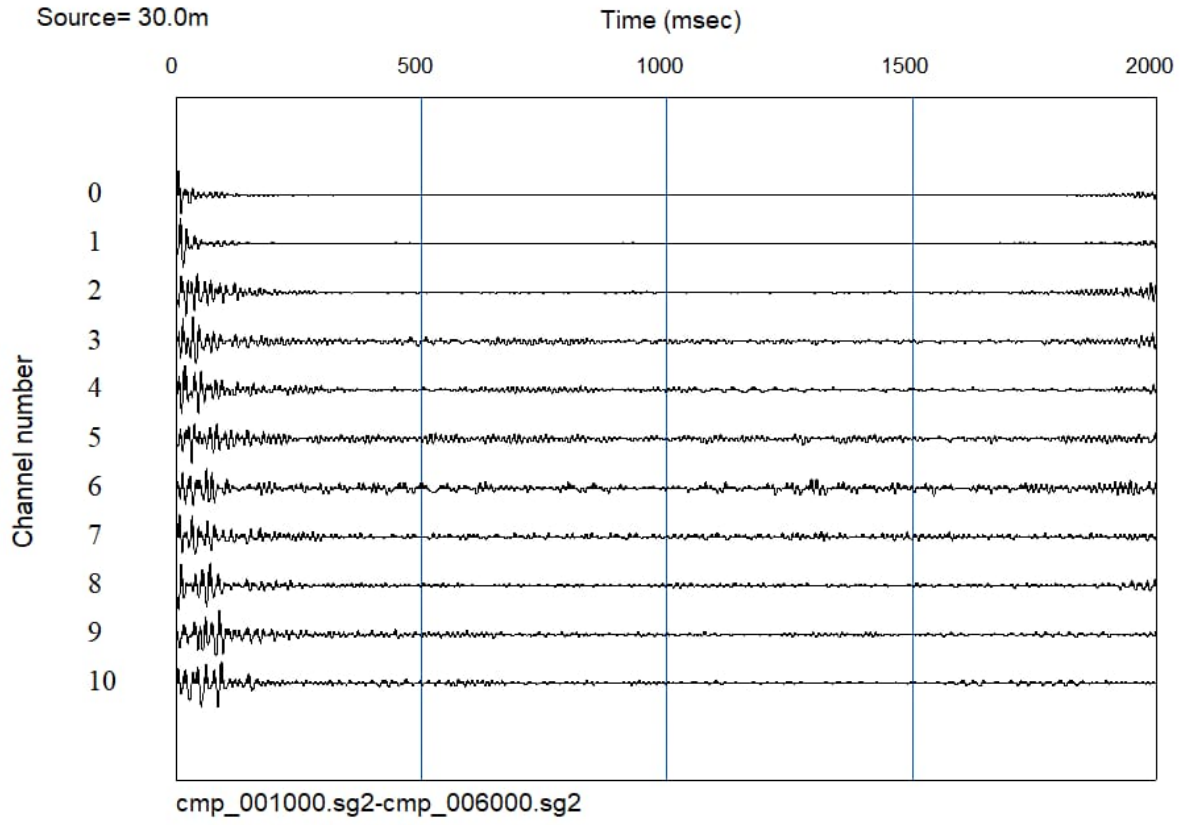
4.2. Çok Kanallı Yüzeysel Dalgası Yöntemi (MASW) Veri Alımı Ve Bulgular

Tokat İli'nin Bakışlı Köyündeki çalışma alanında yapılan çok kanallı yüzeysel dalgası yöntemi (MASW) için Doremi cihazı kullanılmıştır. Veri 12 kanallı olarak 2 hat üzerinde alındı. Bu 2 hat birleştirilerek 24 kanal gibi değerlendirme çalışmaları yapıldı. Örnekleme aralığı 0.5 ms ve kayıt süresi 2.0 sn olarak alındı. Jeofon aralığı 5 metre, ofset 10 metre seçilerek her jeofon arasında atış yapılarak ölçüm alınmıştır. Enerji kaynağı olarak 6 kg'lık balyoz kullanılmıştır.

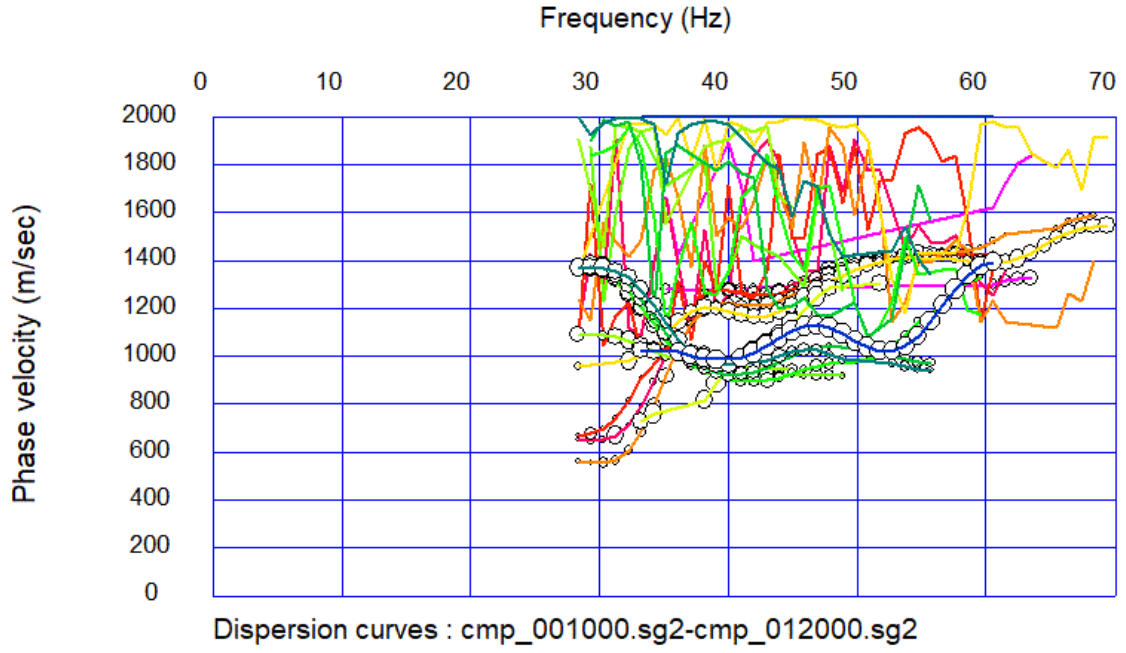
Aşğıdaki şekillerde atış geometrisi, ortalama ham veri, dispersiyon eğrileri, $V_s(30)$ grafiği ve S dalga hız kesiti sunulmuştur.



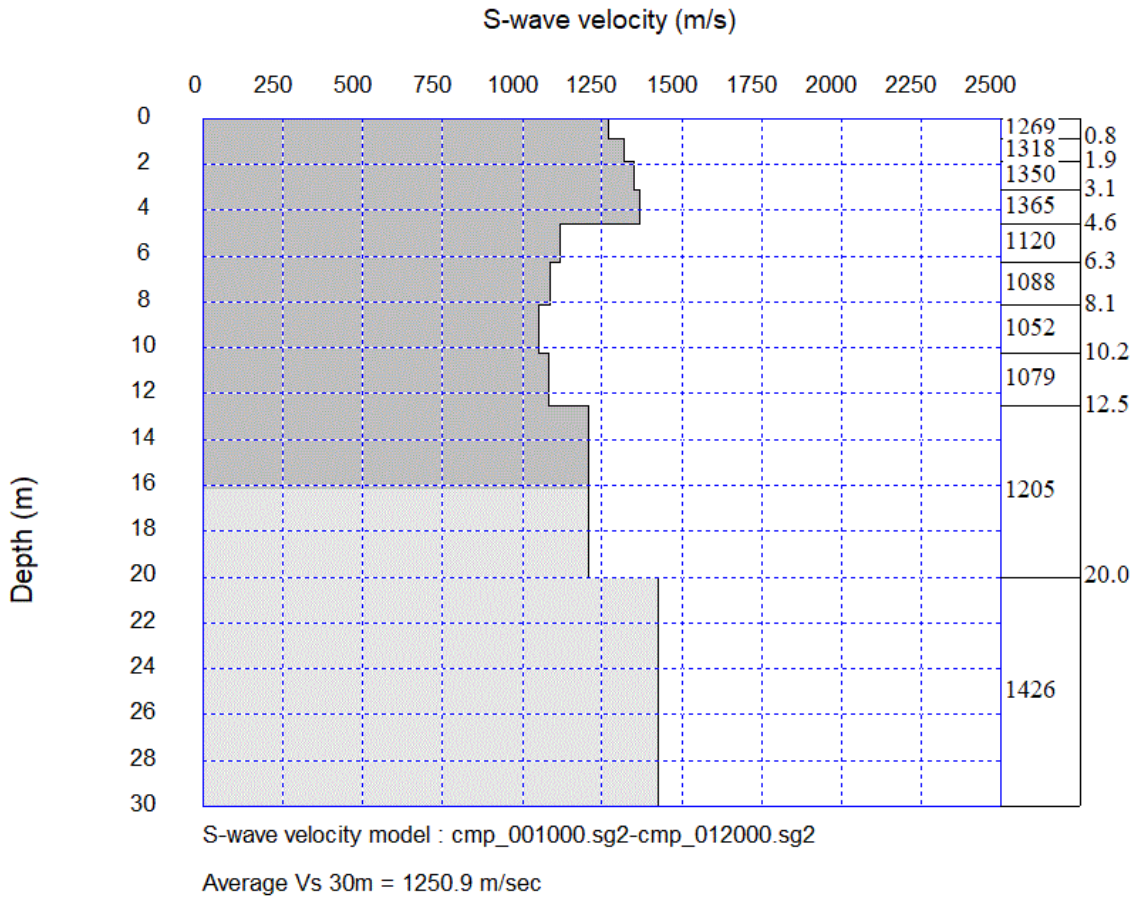
Şekil 4.16 : Yapılan MASW yöntemine ait ölçüm geometrisi.



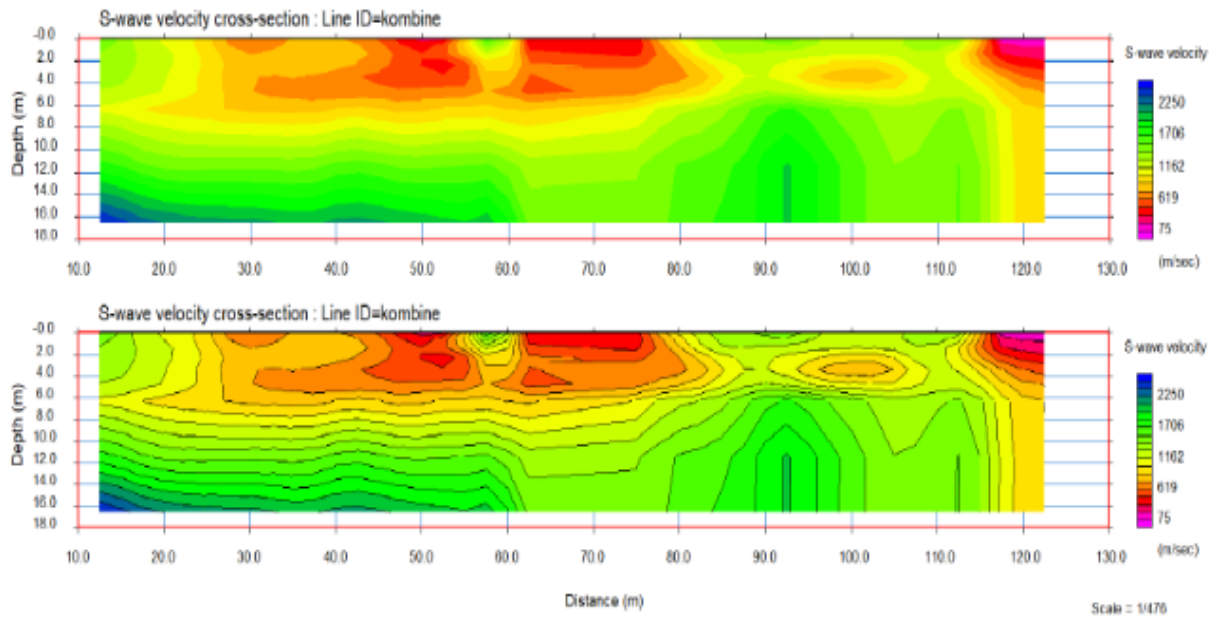
Şekil 4.17 : Masw yöntemine ait ortalama ham veri.



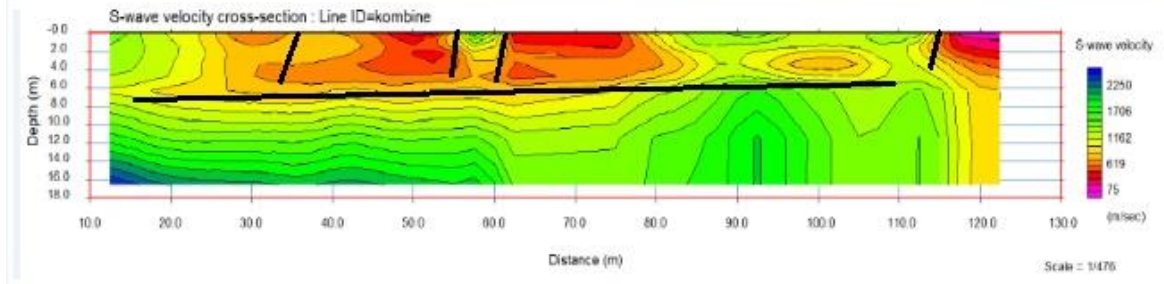
Şekil 4.18 : MASW yöntemine ait dispersiyon eğrileri.



Şekil 4.19 : MASW yöntemine ait Vs(30) grafiği.



Şekil 4.20 : MASW yöntemine ait S dalga hız kesiti.



Şekil 4.21 : S dalga hız kesitinin yorumlanmış hali.

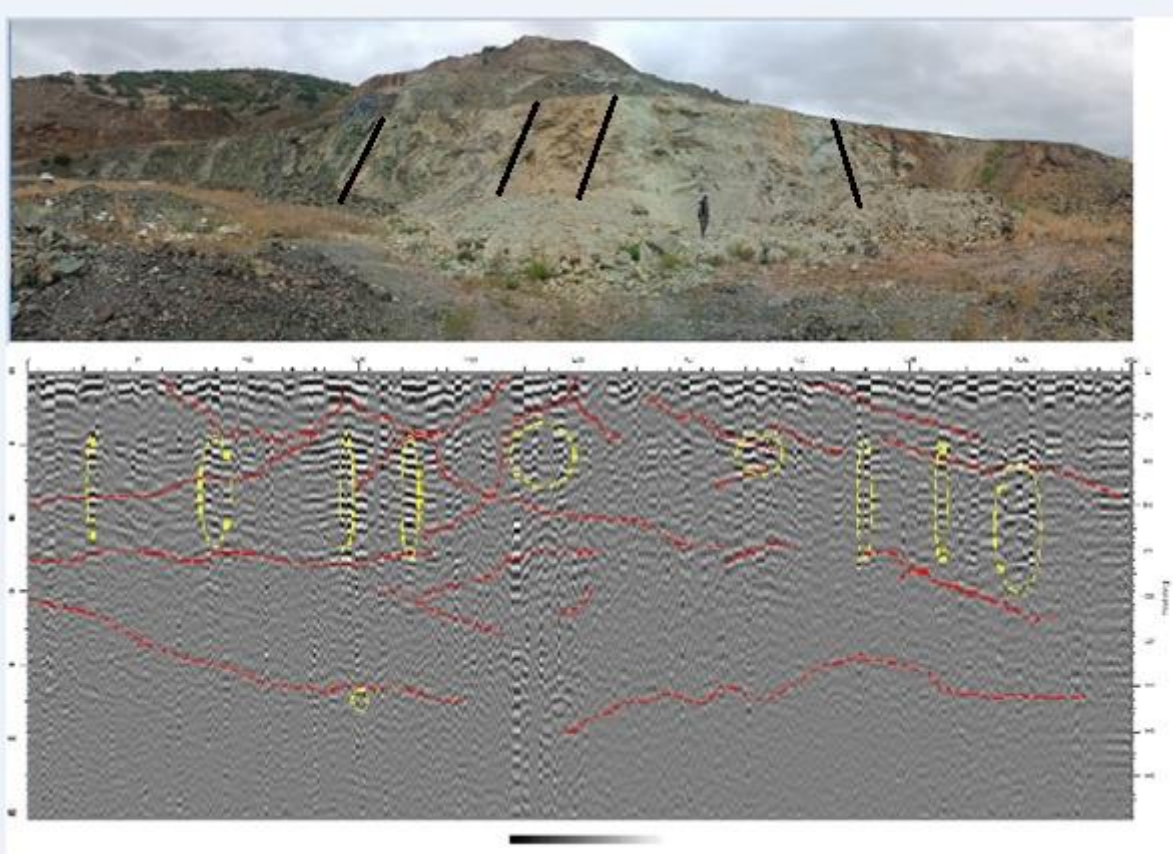
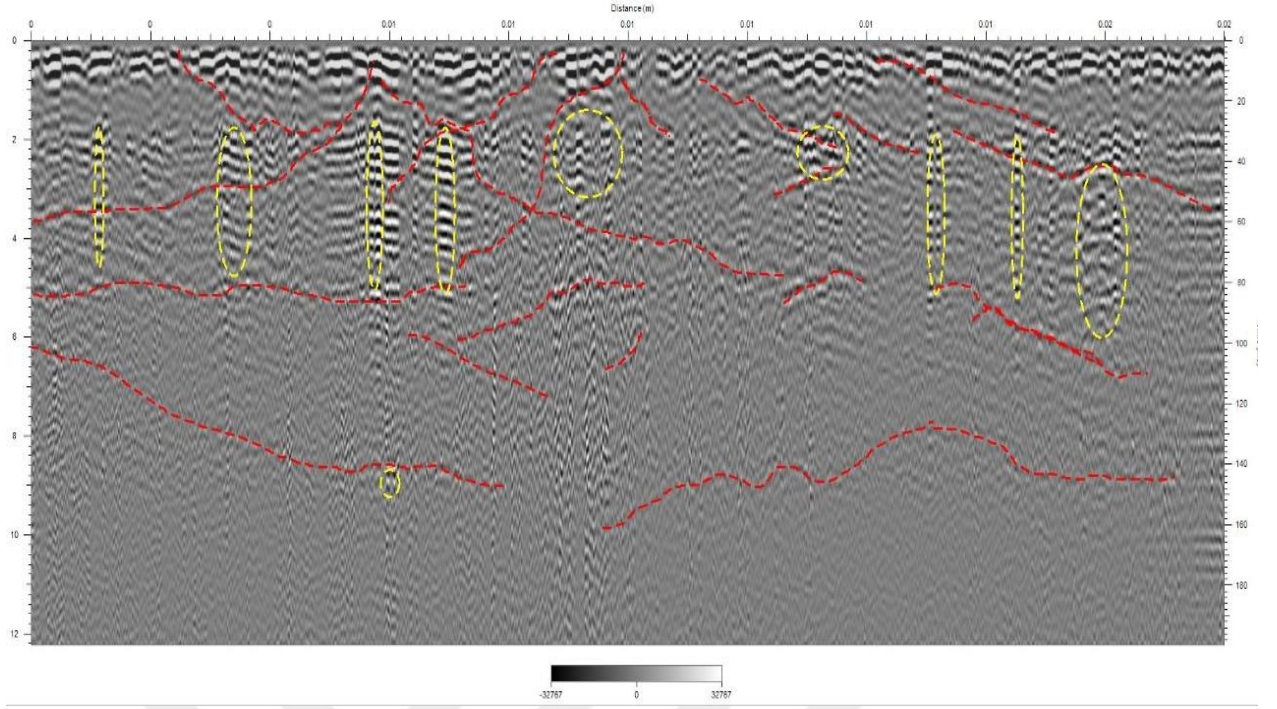
4.3. Yer Radarı Yöntemi (GPR) Veri Alımı Ve Bulgular

Tokat İli'nin Bakışlı Köyündeki çalışma alanında yapılan yer radarı yöntemi (GPR) için geoscanners akula 9000B cihazı kullanılmıştır. Cihaza ait fotoğraf şekil de gösterilmiştir. Anten modeli olarak GCB-200 anten kullanılmıştır. Anten frekansı 200 MHz dır. Yaklaşık 120 metre uzunluğunda bir hat boyunca yürüyerek, kontrol ünitesine bağlı bilgisayarda eş zamanlı görüntüler elde edilmiştir. Gerekli veri işlem adımlarından sonra radar kesiti

edilmiştir. Bu kesitte yorumlanmış bir biçimde şekil 4.23 de sunulmuştur.



Şekil 4.22 : Çalışma alanında kullanılan yer radarı yöntemi için ölçüm cihazı.



Şekil 4.23 : Yorumlanmış radar kesiti.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma alanı Tokat İli'nin Bakışlı köyünde bulunmaktadır. Bu inceleme alanında, düşey elektrik sondaj yöntemi (DES), çok kanallı yüzey dalgası yöntemi (MASW) ve yer radarı yöntemi (GPR) olmak üzere 3 yöntem uygulanmıştır. Uygulanan bu 3 yöntem ile Tokat İli'nin Bakışlı köyündeki kalsedonların yanal ve düşey dağılımlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Düşey elektrik sondaj yöntemi (DES) ile 11 noktada ölçüm alınmıştır. 11 noktada alınan ölçüler neticesinde elde edilen DES görünür öz direnç eğrileri birleştirilerek yer altının 2B yapma kesiti elde edildi. Kesite bakıldığı zaman, 44 metreye kadar öz direnç değişimi gözlenmektedir. Kesitteki kırıkların, şevdeki kırıklarla uyduğu gözlemlenmiştir.

Çok kanallı yüzey dalgası yöntemi (MASW), 12 kanallı olarak 2 hat üzerinde alınıp, daha sonra bu 2 hat birleştirilerek 24 kanallı gibi değerlendirme çalışmaları yapıldı. Kesite bakıldığı zaman, kesitteki kırıklarla şevdeki kırıkların uyduğu görülmektedir. Yaklaşık 18 metreye kadar S dalgasının hız değişimi gözlemlenmiştir. Ayrıca DES yöntemi sonucunda elde edilen kesit ile MASW yöntemi sonucu elde edilen kesit birbiriyle yaklaşık paralel sonuçlar vermiştir.

Yer radarı yöntemi (GPR), yaklaşık 120 metrelik bir hat boyunca ölçümler alındı. Kesite bakıldığı zaman yaklaşık 12 metreye kadar bir görüntü mevcuttur. Sarı yuvarlak çizgi içindekiler anomalinin olduğu yerlerdir. Yani, farklı birimler olabilir. Kırmızı çizgiyle gösterilen ise olası çatlaklardır. GPR yöntemi sonucu elde edilen kesitin diğer 2 yöntemle elde edilen kesitle uyum içerisindedir.

Kalsedonlar en fazla birkaç santimetrelik damarlar ve 15-20 cm çapına ulaşan yumrular halinde bulunduğu için, yanal ve düşey dağılımları, bu yöntemler sonucunda kesin olarak belirlenememekle birlikte kalsedonların içinde bulunduğu ve eşlik ettiği alterasyon seviyesi elde edilen kesitlerde belirlenmiştir. İnceleme alanındaki alterasyon seviyesinin yer altındaki dağılımının belirlenmesi görece olarak bu birime eşlik eden kalsedonlarında muhtemel dağılımının belirlenmesine yardımcı olmuştur.

6. KAYNAKLAR

- Atakpo, E., 2013, Geoelectric Investigation Of Deghele Community In Warri South West L.G.A, Delta State, Nigeria, IOSR Journal of Applied Physics, 3 (1), 46-51.
- Beres, M., Haeni, F.P. , 1991, Application of Ground-Penetrating-Radar Methods in Hydrogeologie Studies, Groundwater, 29 (3), 375-286.
- Candansayar, M.E. ,2007, Doğru akım öz direnç yöntemi, elektrik yöntemler lisans ders notları, Ankara Üniversitesi.
- Candar, M.T., 2007, Batı Ve Orta Anadoludan Bazı Potansiyel Gemolojik Örnekler Ve Jeolojik Konumları, Doktora, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Cook, F.A., 1997, Applications of Geophysics in Gemstone Exploration, Gems & Gemology, 33 (1), 4-23.
- Çağlar, H.İ., 2009, Jeoelektrik yöntemler, <https://web.itu.edu.tr/~caglari/jeotermal/jeoelek.html>, [Ziyaret Tarihi: 12 Nisan 2020].
- Dikmen, Ü., Arısoy, M.Ö., Akkaya, İ. , 2010 , MASW yönteminde farklı geometrili doğrusal dizilimlerin spektral çözünürlüğü, Türkiye 19. Uluslar arası Jeofizik Kongre ve Sergisi, 1, 1-5.
- Dikmen, Ü., Başokur, A.T., Akkaya, İ., Arısoy, M.Ö., 2009, Yüzey dalgalarının çok-kanallı analizi yönteminde uygun atış mesafesinin seçimi, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, 31(1), 24-25.
- Evren, E., Çakır, Z., Mintaş, H., Kartal, Ü., 2016, Maden Jeofiziğinde Yeraltı Radarı (GPR) Uygulamaları ve Türkiye'den Örnekler, 68-73.
- Forte, E., Pipan, M., 2008, Integrated seismic tomography and ground-penetrating radar (GPR) for the high-resolution study of burial mounds (tumuli), Journal of Archaeological Science, 35 (9), 2614-2623.
- Gönülalan, U., Çavaş, H., Güreli, O., Tufan, S., 2009, Jeofizik yöntemlerin jeotermal enerji arama yatırımlarındaki önemi, TMMOB Jeotermal Kongresi Bildiriler Kitabı, 268, Ankara.
- Hatipoğlu, M., 2003. Güğü Köyü Ametist Kristallerinin Değerlendirilmesi (Dursunbey, Balıkesir, KB Türkiye) ve Yöresel Ekonomiye Katkısı. Afyon, Türkiye IV Mermer Sempozyumu (MERSEM'2003) Bildiriler Kitabı.
- İşcen , Y., 2011, Değerli Taş Bilgisi ve Değerli Taş Koleksiyonculuğu, <http://kiymetlitaslar.blogspot.com/p/kalsedon-grubu.html>, [30.10.2021].

- Kanbur, M.Z., Silahtar, A., Özsoy, C., 2011, Sığ Sismik Yansıma, MASW ve ReMi Yöntemleri ile Sığ Yapıların İncelenmesi: Isparta Yerleşim Merkezi Kuzeyi Pliyo-Kuvaterner Çökel Yapı Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15 (3), 224-232.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2017, Süstaşı, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/sustasi>, [30.10.2021].
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2002, 1/500000 ölçekli jeoloji haritaları.
- Meschede, M., Aspiron, U., Reicherter, K.R., 2003, Visualization of tectonic structures in shallow-depth high-resolution ground-penetrating radar (GPR) profiles, Terra Nova, 9 (4), 167-170.
- Özgüleş, E., 2011, Jeotermal alanların jeofizik yöntemlerle araştırılması: bir uygulama örneği, Yüksek Lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Pamuk, E., Özyalin, Ş., Akgün, M., Gönenç, T., Erhan, Z., Tunçel, A., Önsen, F., Özdağ, Ö.C., 2013, Farklı Yöntemler Kullanarak S Dalga Hızının Bir Boyutlu Analizi ve Mikrotremor Uygulamaları: Kaynaklar (İzmir) Örneği, 20. Türkiye Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi, 25-27 Kasım Antalya.
- Salem, H.S., 2001, Modelling of Lithology and Hydraulic Conductivity of Shallow Sediments from Resistivity Measurements Using Schlumberger Vertical Electric Soundings, Energy Sources, 23 (7), 599-618.
- Sarı, M., Seren, A., Alemdag, S., 2020, Determination of geological structures by geophysical and geotechnical techniques in Kırklartepe Dam Site (Turkey), Journal of Applied Geophysics, 182 (9), 1-9.
- Serpen, Ü., 2003, Jeotermal enerji arama teknikleri, VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 8-11 Ekim 2003 İzmir, 21-31.
- Şahan, Ç., Şiranün, S., Öztürk, R., Aksakal, O.A., Kaynak, E., Avcıoğlu, H., Aşçı, M., Kurtuluş, C., 2012, Jeofizik Yöntemlerle Yanal Süreksizliklerin İncelenmesi, Uygulamalı Yer Bilimleri, 1 (2), 59-65.
- Şahin, A., Karakılçık, H., 2012, Sıraseki (Adana) sahasında sismik yansıma yöntemi ile hidrokarbon araştırılmasında sismik veri toplama ve parametre seçimi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28-1, 74.
- Vıçıl, M., Çavuşoğlu, İ., Celep, O. & Alp, I. Y. A. O., 2004. Opal ve Özellikleri. İzmir, 5. Endsüstriyel Hammaddeler Sempozyumu.
- Yadav, G.S., Dasgupta, A.S., Sinha, R., Srivastava, T.L.K.M, Singh, S.K., 2010, Shallow sub-surface stratigraphy of interfluvies inferred from vertical electric soundings in

western Ganga plains, India, Quaternary International, 227 (2), 104-115.

- Yüksel, F.A., Hoşkan, N., 2019, Ergene Havzası, Çorlu formasyonu, Sarılar Köyü çevresinde akifer oluşturacak stratigrafik kapanların düşey elektrik sondajları ile görüntülenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25 (3), 364-272.
- Yüzbaşıoğlu, T.Y., 2020, Tepeyurt (Tokat) Jasperlerinin Mineralojik-Petrografik İncelenmesi Ve Gemolojik Özellikleri, Yüksek Lisans, Kırşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Hakan CAN
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ankara Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Jeofizik Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2014

Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	İleri Teknolojiler
Programı	Jeofizik Mühendisliği
Mezuniyet Tarihi	

Makale ve Bildiriler	
Uluslararası Konferans ve Sempozyumlar	
Can, H., Başbüyük, Z., Akbudak, İ.K., Yüzbaşıoğlu, T.Y., 2021, Tokat (Bakışlı) Kalsedonlarının Yanal Ve Düşey Dağılımlarının Jeofizik Yöntemlerle İncelenmesi, 23-25 Aralık, 2. Uluslararası İstanbul Modern Bilimsel Araştırmalar Kongresi.	