

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SARIÇAVUŞ KÖYÜ (AĞRI/DOĞUBAYAZIT) TRONA CEVHERİNİN  
JEOLJİK VE JEOFİZİK (ELEKTRİK ÖZDİRENÇ) YÖNTEMLERLE  
ARAŞTIRILMASI**

**Selin YILMAZ**

**Danışman  
Prof. Dr. Züheyr KAMACI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2019**



© 2019 [Selin YILMAZ]

## TEZ ONAYI

Selin YILMAZ tarafından hazırlanan "Sarıçavuş Köyü (Ağrı-Doğubayazıt) Trona Cevherinin Jeolojik ve Jeofizik (Elektrik Özdirenc) Yöntemlerle Araştırılması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

**Danışman**

**Prof. Dr. Züheyr KAMACI**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Mahmut OKYAR**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Emre TİMUR**  
Dokuz Eylül Üniversitesi



**Enstitü Müdürü**

**Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR**

.....

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Selin YILMAZ**



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Trona Cevherinin Önemi.....	2
1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması.....	3
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Genel Jeoloji.....	8
3.2. İnceleme Alanındaki Jeolojik Çalışmalar .....	10
3.3. Trona Madeni ve Oluşum Şartları .....	12
3.3.1. Çalışma alanındaki trona oluşumları .....	14
3.4. Uygulanan Jeofizik Yöntem Düşey Elektrik Sondaj .....	15
3.4.1. Sahadaki jeofizik elektrik özdirenç çalışması.....	16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	18
4.1. Üç Boyutlu Cevher Modellemesi .....	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR .....	43
EKLER.....	46
EK A. Çizelgeler .....	47
EK B. Rapor .....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	66

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## SARIVUŞ KÖYÜ (AĞRI/DOĞUBAYAZID) TRONA CEVHERİNİN JEOLJİK VE JEOFİZİK (ELEKTRİK ÖZDİRENÇ) YÖNTEMLERLE ARAŞTIRILMASI

Selin YILMAZ

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Züheyr KAMACI

Bu tez çalışmasında, Sarıçavuş Köyü ve civarındaki Trona içeren formasyonların belirlenebilmesi için, arazi gözlemleri, daha önce yapılmış çalışmalar ve MTA haritaları yardımıyla bölgenin genel jeolojisi saptanmıştır.

Trona cevherinin önemi, tarihsel geçmişi, ekonomik değeri, oluşum şekli ve bölgedeki varlığı araştırılmıştır.

Trona oluşumlarının yeraltındaki yayılımlarının belirlenmesi amacıyla 20 farklı noktada Tam Schlumberger dizilimi kullanılarak elektrik özdirenç ölçümleri alınmıştır. Elde edilen veriler IPI2win bilgisayar programında değerlendirilerek her bir noktadaki gerçek özdirenç değerleri ve tabaka kalınlıkları tespit edilmiştir. Elektrik özdirenç noktalarından elde edilen tabaka parametreleri dikkate alınarak özdirenç değerleri ve kalınlıklara karşılık gelen olası formasyonlar saptanmıştır.

Alınan sonuçlarda trona olduğu düşünülen alanlar 3B bilgisayar programı yardımıyla ortaya çıkarılmaya çalışılmış ve 14.736 m<sup>3</sup>'lük olası rezerv tespiti yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Trona, jeoloji, elektrik özdirenç, olası rezerv, Ağrı

**2019, 66 sayfa**

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **INVESTIGATION OF TRONA ORE WITH GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL (RESISTIVITY) METHODS IN SARIÇAVUŞ VILLAGE İN AĞRI/ DOĞUBAYAZID**

**Selin YILMAZ**

**Süleyman Demirel University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geophysical Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Züheyr KAMACI**

In this thesis, in order to specify the formation of the trona in the area of Sariçavuş, general geology of the area is identified with the help of MTA maps, observing the area and studies that have been done before in the area.

In the area, the trona ore was investigated to specify the importance of its historical background, economical value, accrual basis and presence in the area.

Resistivity measurements were taken at 20 different locations using Schlumberger array in order to determine the underground distribution of trona formations. The obtained data were evaluated in the IPI2win software and the actual resistivity values and layer thicknesses were determined at each point. Possible formations corresponding to the resistivity values and thicknesses were determined by taking into account the layer parameters obtained from the resistivity points.

As a result, the areas thought to be trona were tried to be explored with the help of 3D computer program and a possible reserve was determination as 14.736m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Trona, geology, resistivity, possible reserve, Ağrı  
**2019, 66 pages**

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Züheyr KAMACI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Maden İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen IV. Grup arama ruhsatlı sahadaki "ER:3327073 nolu Maden Sahasına Ait Maden Arama Projesi" başlıklı projede çalışmama olanak sağlayan ve verilerin tezimde kullanılmasına izin veren ruhsat sahibi Serdar TOZBEY ve ekibine teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan ve arazi çalışmalarımda bana desteğini esirgemeyen eşim Mustafa YILMAZ'a, güzel kızlarıma ve aileme sonsuz teşekkür, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Selin YILMAZ  
ISPARTA, 2019



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Yer bulduru haritası.....	4
Şekil 3.1. Doğu Anadolu bölgesi jeolojisi için genelleştirilebilen dikme kesiti	9
Şekil 3.2. Çalışma alanının 1/10.000 lik jeoloji haritası ve açıklamaları.....	10
Şekil 3.3. İnceleme alanında yer alan bazalt ve kumtaşı örnekleri .....	11
Şekil 3.4. Maden sahasından alınan trona numuneleri .....	12
Şekil 3.5. Volkanik göl yatağı içerisindeki trona cevher oluşum alanları.....	15
Şekil 3.6. Schlumberger elektrod dizilimi .....	17
Şekil 4.1. Jeofizik ölçüm lokasyonlarının uydu görüntüsü.....	18
Şekil 4.2. DES-1 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu.....	21
Şekil 4.3. DES-1 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi.....	21
Şekil 4.4. DES-2 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu.....	22
Şekil 4.5. DES-2 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi.....	22
Şekil 4.6. DES-3 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	23
Şekil 4.7. DES-3 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi.....	23
Şekil 4.8. DES-4 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	24
Şekil 4.9. DES-4 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi.....	24
Şekil 4.10. DES-5 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	25
Şekil 4.11. DES-5 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	25
Şekil 4.12. DES-6 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	26
Şekil 4.13. DES-6 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	26
Şekil 4.14. DES-7 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	27
Şekil 4.15. DES-7 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	27
Şekil 4.16. DES-8 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	28
Şekil 4.17. DES-8 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	28
Şekil 4.18. DES-9 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	29
Şekil 4.19. DES-9 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	29
Şekil 4.20. DES-10 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	30
Şekil 4.21. DES-10 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	30
Şekil 4.22. DES-11 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	31
Şekil 4.23. DES-11 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	31
Şekil 4.24. DES-12 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	32
Şekil 4.25. DES-12 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	32
Şekil 4.26. DES-13 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	33
Şekil 4.27. DES-13 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	33
Şekil 4.28. DES-14 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	34
Şekil 4.29. DES-14 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	34
Şekil 4.30. DES-15 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	35
Şekil 4.31. DES-15 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	35
Şekil 4.32. DES-16 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	36
Şekil 4.33. DES-16 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	36
Şekil 4.34. DES-17 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	37
Şekil 4.35. DES-17 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	37
Şekil 4.36. DES-18 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	38
Şekil 4.37. DES-18 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	38
Şekil 4.38. DES-19 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	39
Şekil 4.39. DES-19 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	39

Şekil 4.40. DES-20 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu .....	40
Şekil 4.41. DES-20 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi .....	40
Şekil 4.42. Üç boyutlu cevher modellemesi.....	41
Şekil B.1. Ekler bölümünde numune analiz raporu .....	65



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. Ölçümlere ait lokasyon bilgileri.....	19
Çizelge A.1. Ekler bölümünde DES-1 noktasına ait ölçüm değerleri.....	47
Çizelge A.2. Ekler bölümünde DES-2 noktasına ait ölçüm değerleri.....	48
Çizelge A.3. Ekler bölümünde DES-3 noktasına ait ölçüm değerleri.....	49
Çizelge A.4. Ekler bölümünde DES-4 noktasına ait ölçüm değerleri.....	50
Çizelge A.5. Ekler bölümünde DES-5 noktasına ait ölçüm değerleri.....	50
Çizelge A.6. Ekler bölümünde DES-6 noktasına ait ölçüm değerleri.....	51
Çizelge A.7. Ekler bölümünde DES-7 noktasına ait ölçüm değerleri.....	52
Çizelge A.8. Ekler bölümünde DES-8 noktasına ait ölçüm değerleri.....	53
Çizelge A.9. Ekler bölümünde DES-9 noktasına ait ölçüm değerleri.....	54
Çizelge A.10. Ekler bölümünde DES-10 noktasına ait ölçüm değerleri.....	55
Çizelge A.11. Ekler bölümünde DES-11 noktasına ait ölçüm değerleri.....	56
Çizelge A.12. Ekler bölümünde DES-12 noktasına ait ölçüm değerleri.....	57
Çizelge A.13. Ekler bölümünde DES-13 noktasına ait ölçüm değerleri.....	58
Çizelge A.14. Ekler bölümünde DES-14 noktasına ait ölçüm değerleri.....	59
Çizelge A.15. Ekler bölümünde DES-15 noktasına ait ölçüm değerleri.....	59
Çizelge A.16. Ekler bölümünde DES-16 noktasına ait ölçüm değerleri.....	60
Çizelge A.17. Ekler bölümünde DES-17 noktasına ait ölçüm değerleri.....	61
Çizelge A.18. Ekler bölümünde DES-18 noktasına ait ölçüm değerleri.....	62
Çizelge A.19. Ekler bölümünde DES-19 noktasına ait ölçüm değerleri.....	63
Çizelge A.20. Ekler bölümünde DES-20 noktasına ait ölçüm değerleri.....	64

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DES	Düşey Elektrik Sondaj
1B	Bir boyutlu
3B	Üç boyutlu
d	Derinlik
h	Kalınlık
I	Akım
k	Elektrot dizilimi için geometrik faktör
mA	Miliamper
mV	Milivolt
pH	Bir çözeltinin asitlik-bazlık derecesi
$\Omega$ m	Ohmmetre
$\rho$	Özdirenç
$\rho_a$	Görünür Özdirenç
$\Delta V$	Ölçülen potansiyel fark

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Çalışmanın Amacı

Sarıçavuş (Ağrı/Doğubayazıt) Köyünde yer alan maden sahasının incelenerek jeolojik ve jeofizik etüt çalışmaları sonucu Trona oluşumlarının geometrik özelliklerinin belirlenmesi, bölgenin jeolojik yapısını oluşturan formasyonların araştırılması, yapılan jeofizik yöntemle (Elektrik özdirenç) cevherin modellenerek olası rezerv hesabının yapılması amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda inceleme alanında trona cevherinin yayılım parametreleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca tespit edilen trona cevheri modellenerek olası cevher rezervi hesaplanmıştır.

## 1.2. Trona Cevherinin Önemi

Trona madeni, tabiatta doğal olarak bulunan soda minerallerinden en yaygın olanıdır. Soda Külü üretiminde kullanılan temel hammaddedir. "Sodyum karbonat" veya "Tabii Soda" olarak da adlandırılır. Trona esas olarak ticari alanda bazı yöntemlerden geçirildikten sonra doğal soda külüne dönüştürülür. Dökme yoğunluklarına göre "ağır soda külü" ve "hafif soda külü" olarak isimlendirilir. Doğal soda külünün yaklaşık %52'si cam sanayisinde, yaklaşık %27'si kimya sanayisinde ve yaklaşık %11'lik bir kısmı da sabun ve deterjan sanayisinde kullanılmaktadır.

Bugün dünyadaki işlenebilir trona rezervlerinin yaklaşık 45 milyar ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu rezervin yaklaşık 38 milyar tonluk kısmı Amerika Birleşik Devletleri(ABD)'ndedir. ABD'de yılda 16 milyon ton doğal soda külü üretilmekte ve kendi iç ihtiyaçlarının yanı sıra başta sanayileşmiş Avrupa ülkeleri olmak üzere dünya pazarlarına satılmaktadır.

Dünya Soda Külü pazarının büyüklüğü günümüz itibari ile yaklaşık 35 milyon tonluk üretim ile yaklaşık 3,5 milyar dolardır. Bu pazarın %70'ini sentetik

olarak üretilen soda külü, %30'unu da tronadan üretilen doğal soda külü oluşturmaktadır. Dünya soda külü talep, üretim ve satışlarında önümüzdeki yıllarda da %2,5 seviyelerinde artışlar olacağı ve bu artışların ise daha çok cam üretimi sanayisinde yoğunlaşacağı değerlendirilmektedir (Ünsal, 2009).

Soda külü (sodyum karbonat), dünyada 300 yıldır bilinen inorganik bir bileşiktir. Trona madeni ise doğal soda minerallerinin elde edilmesi için en yaygın olan ve soda külü üretiminde kullanılan temel hammaddedir. 10 kg soda külü elde edebilmek için 18 kg trona madenine ihtiyaç vardır. Bu madenin dünyadaki rezervlerinin bilinen en geniş yatakları Amerika Birleşik Devletleri'nde Güney Batı Wyoming'in Yeşil Göl Havzası'nda bulunup, dünya rezervinin yaklaşık %95'ini oluşturmaktadır. Dünyada ayrıca Çin Halk Cumhuriyeti'nde Wucheng Havzası, Afrika'da Kenya Magadi Gölü başta olmak üzere sınırlı bölgelerde bulunmaktadır. Avrupa'da bulunmamaktadır. Trona mineralleri Amerika Birleşik Devletleri'nde 1938 yılında petrol ve gaz araştırmaları sırasında bulunmuştur ve 1948 yılından itibaren de ticari olarak üretimine başlanmıştır. Soda külü, trona madeninden elde edilinceye kadar kimyasal yollardan yapılmıştır (Şahinalp ve Günal, 2009).

Ülkemizde de trona madeni rezervleri ilk kez MTA tarafından 1979 yılında kömür madeni araştırmaları sırasında keşfedilmiştir. Ankara'nın Kazan, Beypazarı ve Sincan ilçelerinde bulunmaktadır. Türkiye rezerv miktarı ile ABD'den sonra dünyada ikinci sıradadır. Ayrıca ülkemiz kalite olarak dünyada bilinen en iyi rezervlere sahiptir. Şu anda Beypazarı'nın 20 km kuzeybatısında bulunan 150 ile 400 metre derinlikte, 8 km<sup>2</sup> alana yayılmıştır (Onargan vd., 2004). %87 cevher değerine sahip 300 milyon ton trona rezervi aktif durumdadır (Saygılı ve Okutan, 1996).

Suda kolay eridiğinden yüzey tabakalarda rastlanmaz, bu sebeple de tespit edilmesi zordur. Genellikle bor ve lityum tuzlarıyla birlikte bulunur. Beypazarı'nda halen aktif olan madendeki rezerv, Türkiye'deki toplam rezervin yaklaşık dörtte biri kadardır. Üretim ise 2009 yılında özel bir şirket tarafından yapılmaktadır. Yılda 1.000.000 tondan fazla soda külü ve 100.000 ton sodyum

bikarbonat üretimi yapılmaktadır ve bu üretimin %90'ı çeşitli ülkelere ihraç edilmektedir. Bunun yanı sıra trona madeni, dünyada ticareti yapılan madenler arasında üçüncü sıradadır. Trona yataklarının başlıca öngörülen oluşma nedenleri; kapalı göl havzalarında gerçekleşen volkanik faaliyetler sonucu çevreye yayılan sodyumca zengin küller, göle taşınan sıcak su kaynaklarının sodyum iyonu taşınması ve yer üstünde taşınım sırasında meydana gelen kimyasal tepkimelerdir. Ayrıca bu yatakların oluşması için iklimin yarı kurak olması, yataklanmanın sağlanabileceği fay ve kıvrımla oluşan setlerin sağladığı çukurların olması, suyun derinliğinin az, sıcaklığının ılık ve pH'nın 12'den büyük olması gerekmektedir ( Ünsal, 2009).

### **1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması**

Ağrı ili, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan bir ildir. Anadolu'nun İran'la bağlantısını sağlayan yolun üzerinde bulunması ile önemi artan il, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat-Van bölümü içinde kalan yüksek Anadolu yaylasının devamı üzerinde yer almaktadır ve volkanik bir arazi üzerine kurulmuştur.

Çalışma alanı; Ağrı ili, Doğubayazıt İlçesi, Sarıçavuş Köyü sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışılan bölge 100,81 Ha lık alandadır. Şekil 1.1 de yer bulduru haritası verilmiştir.



Şekil 1.1. Yer bulduru haritası

Mavi nokta ile gösterilen alan Sarıçavuş Köyü'nü belirtmektedir.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tagg (1934), Düşey Elektrik Sondaj (DES) eğrilerinin değerlendirilmesi ile ilgili analitik bir yöntem anlatmaktadır.

Pekeris (1940), DES eğrilerinin doğrudan yorum yöntemi ile yorumlanabilmesi için tabaka parametrelerinin doğrudan bağlı olduğu çekirdek fonksiyonunun hesabı için çeşitli yöntemler önermiştir.

Altınlı (1966), "Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi" isimli çalışmasında bölgenin genel olarak jeolojisini detaylı bir şekilde ortaya koymuştur.

Koefoed (1969), öz direnç transform fonksiyonunun sadece tabaka parametrelerine bağlı olduğunu, kullanılan elektrot dizilimine bağlı olmadığını ve görünür öz direnç eğrilerinin direkt yöntemle değerlendirmesi için pratik yöntemler getirmiştir.

Kıral ve Çağlayan (1980), Kağızman, Ağrı ve Taşlıçay (Ağrı) yöresinde jeolojik araştırmalar yapmış; volkanitlerin Pliyo-Kuvaterner yaşta olduklarını, bunlardan bazaltik türde olanların üç ayrı fazda meydana geldiklerini, tuf ve aglomeraların geniş alanlar kapladıklarını, yer yer de andezit, dasit ve riyolit türde lavların bulunduğunu saptamışlardır. Ayrıca Doğu Anadolu Bölgesinde ofiyolit sorununa açıklık getirebilmek amacıyla Kağızman (Kars) - Ağrı - Taşlıçay (Ağrı) dolaylarının 1/ 25000 ölçekli jeolojik haritası yapmışlardır.

Ercan (1982), çalışmalarında yapay kaynaklı doğru akım öz direnç yöntemlerinde arazide uygulanan elektrot dizilimleri anlatılmaktadır. Bu dizilimlerden açma ölçüm teknikleri anlatılmakta ve örnekler vermektedir.

Başokur (1984a, 1984b, 1990), arazide dizilim türüne bağlı olarak elde edilen görünür öz direnç değerlerini, dizilim türünden bağımsız olan dönüşük öz direnç fonksiyonuna dönüştürmüş ve bu fonksiyondan katman parametrelerini herhangi bir ön kestirme gerek duyulmaksızın saptanılmasını sağlamıştır.

Başokur (1985), araziden elde edilen görünür öz direnç fonksiyonunun dönüşük öz direnç fonksiyonuna dönüştürülmesi işleminde en küçük kareler yöntemini kullanmıştır.

Güner ve Şaroğlu (1987), Ağrı dağı ve dolaylarında incelemeler yaparak Ağrı dağının, oluşumunu 11 farklı volkanik evrede tamamladığını, Üst Kuvaterner sonlarına doğru en son evre ile hornblendli bazaltlar, hyalo andezitler ve volkanik killer meydana geldiğini, günümüzde de bazı gaz çıkışları bulunduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz vd (1987 a ve b), Bingöl ve Muş volkanitlerinde petrokimyasal incelemeler yaparak, Doğu Anadolu'da kıta-kıta çarpışması ile başlayan ve sıkışma rejimi ile karakterize edilen neotektonik dönemin Orta Miyosen'de başladığını ve Solhan (Muş) volkanitlerinin bölge neomagmatizmasının ilk ödüllerinden olduğunu ve alkali nitelikli bir magmanın sığ denilebilecek bir derinlikte kabuğun hemen altında yukarı mantoda yerleşmesi sonucunda meydana geldiklerini öne sürmüşlerdir.

Zohdy (1989), Çalışmasında sayısallaştırılmış bir DES eğrisinden doğrudan yorum yöntemi ile elde edilen tabaka parametrelerini bulmak için yeni bir metod kullanılmıştır.

Başokur (1992), Düşey Elektrik Sondaj verilerinin değerlendirilmesinde ardışık yaklaşım yönteminin önemi ve doğrudan yorum yöntemi ile karşılaştırılmasını vermektedir.

Onargan vd. (2004), ülkemizde trona madeni rezervlerinin ilk kez MTA tarafından 1979 yılında kömür madeni araştırmaları sırasında keşfedildiğini, Ankara'nın Kazan, Beypazarı ve Sincan ilçelerinde bulunduğunu, Türkiye'nin rezerv miktarı ile ABD'den sonra dünyada ikinci sırada olduğunu, hatta ülkemizin kalite olarak dünyada bilinen en iyi rezervlere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Şahinalp ve Günel (2009), Soda külünün (sodyum karbonat), dünyada 300 yıldır bilinen inorganik bir bileşik olduğunu, Trona madeninin doğal soda minerallerinin elde edilmesi için en yaygın olan ve soda külü üretiminde kullanılan temel hammadde olduğunu belirtmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Genel Jeoloji

Doğu Anadolu Bölgesinin jeolojik değişiminde özet olarak dört dönemden (Şaroğlu ve Güner, 1981) söz edilmektedir. Bu dört dönem Şekil 3.1 de gösterilmiştir.

A) Metamorfitler bölgenin en yaşlı birimleridir. Kaya türleri veya toprak bilimi açısından ana kaya türleri gnays, mikaşist, granit, metavolkanitler ve mermerler olup Paleozoik (I) döneme aittirler ve üst seviyelerinin Alt Mezozoik yaşta olabilecekleri yorumlanmaktadır (Perinçek, 1980; Savcı vd., 1979).

B) Ofiyolitli melanj oluşma dönemidir, tektonik temas ile metamorfitlerin üstünde yer alır. Bazik ve ultrabazik kaya içerikli kumtaşı, kireçtaşı, tuf ve kireçtaşı bloklarından meydana gelmiştir. Doğu Anadolu'da yaygın olan bu birim Üst Kretase yaşta olup yeni Tetis denizinin kuzey kolunun ürünüdür (Şengör vd., 1980).

C) Denizel ve belirli bir çökeltme ortamını belirleyen, volkanizmanın etkin olmadığı kaya türlerini kapsamaması bu dönemin özelliği olarak kabul edilir. Bu kayalar alttan üstte doğru fliş ve resifal kireçtaşlarından oluşur. Eosen-Alt Miyosen yaşta dırılar (Şaroğlu ve Güner, 1981).

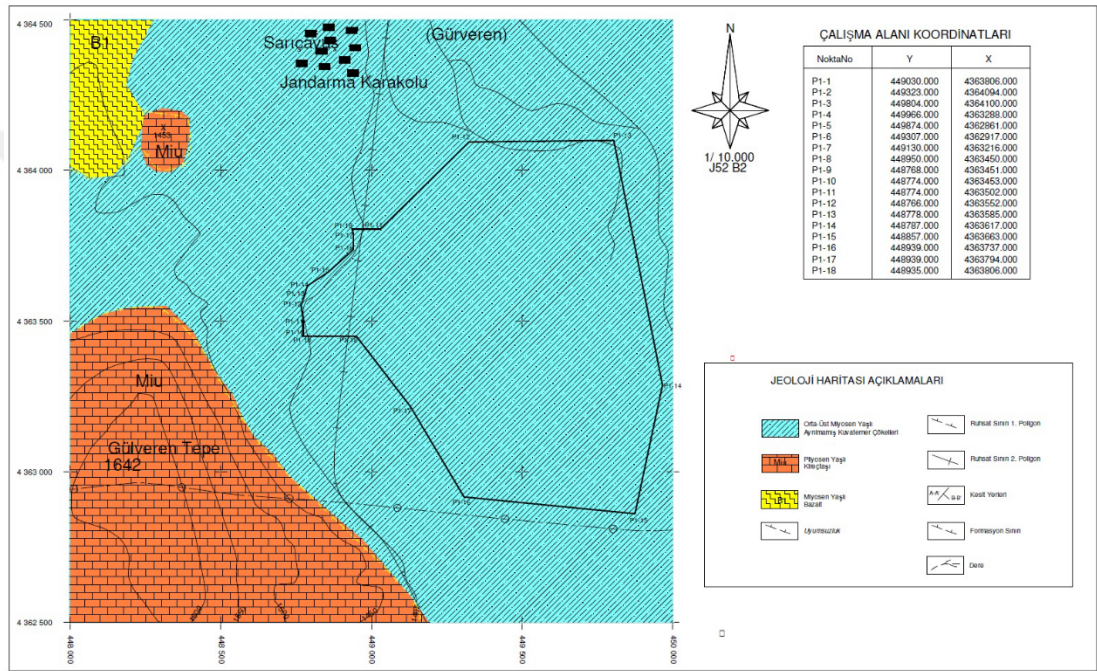
D) Günümüze kadar süren bu dönemin önemli jeolojik olayları karasal çökeller, volkanizma ve etkili tektonik faaliyetlerdir (Yılmaz vd., 1981). Birim içinde stratigrafik boşluklar ve aşmalar vardır.

Dönem	Litholoji	Özellikleri
D		<p>Volkanik sedimentler: kumtaşı, miltası, marn, killi kireçtaşı, tüf, aglomera, bazalt, andezit, riyolit; karasal ortam çökelleri;  <i>Üst miyosen-Kuvaterner yaşta; tektonik etkin</i></p>
		<b>- Uyumsuzluk</b>
C		<p>Alt seviyeler fliş, üste doğru resifal kireçtaşları; kumtaşı, miltası, killi kireçtaşı, kireçtaşı; çökme ortamı derinden sığa doğru değişir;  <i>Üst Eosen-Alt miyosen yaşta</i></p>
		<b>Uyumsuzluk</b>
B		<p>Ofiyolitik melanj: serpantin ve kireçtaşı bloklar; tektonik etkin; <i>Üst kısımlar-Kretase</i></p>
		<b>Tektonik temas</b>
A		<p>Metamorfitler: granit, gnays, mikaşist, mermer, metavolkanitler; <i>Paleozoik-Alt mezozoik</i></p>

Şekil 3.1. Doğu Anadolu bölgesi jeolojisi için genelleştirilebilen dikme kesiti (Şaroğlu ve Güner, 1981'e göre yeniden hazırlanmıştır.)

### 3.2. İnceleme Alanındaki Jeolojik Çalışmalar

Çalışma alanında ve çevresinde, Pleistosen (Kuaterner) yaşlı alüvyonlar, Alt-Üst Miyosen Yaşlı Bazaltlar, Miyosen Yaşlı Kireçtaşları ve sahanın güneybatı yamaçlarında yüzlek veren Eosen Yaşlı yeşil renkli kumlu-siltli kil seviyeleri gözlemlenmektedir.



Şekil 3.2. Çalışma alanının 1/10.000 lik jeoloji haritası ve açıklamaları

Çalışma alanı, Şekil 3.2 de belirtildiği gibi yeşil alan Orta-Üst Miyosen yaşlı ayrılmamış kuaterner çökellerinden oluşmaktadır. Gülveren tepenin ve diğer küçük tepeciğin bulunduğu turuncu alan Pliyosen yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Çalışma alanının kuzey batısı sarı renkli Miyosen yaşlı bazaltlardan oluşmuştur. Sahada bulunan volkanik göl yataklarının etrafı kumlu killi silt, kumtaşı, trona cevheri ve püskürük bazaltlardan oluşmaktadır. Jeoloji haritası J52b2 paftasından yararlanarak çizilmiştir. Çalışma alanında yer alan kumtaşı ve püskürük bazalt örnekleri Şekil 3.3 de verilmiştir.





Şekil 3.3. İnceleme alanında yer alan bazalt ve kumtaşı örnekleri

İnceleme alanında yüzeylerde elle açılan yarmalar ve gözlemler sonucu Trona cevheri olduğu düşünülen numuneler alınmıştır. Numune analizi sonuçlarına göre cevherimizin trona olduğu açıklanmıştır. Numune analiz raporu eklede verilmiştir (EK B). Aşağıda Şekil 3.4 te ise alınan numuneler gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Maden sahasından alınan trona numuneleri

### 3.3. Trona Madeni ve Oluşum Şartları

Trona tabiatta doğal olarak bulunan soda minerallerinden en yaygın olanıdır. Trona suda çok kolay eridiği için tabiatta mostra vermemekte ve genç Tersiyer



havzalarında bulunabilmektedir. Oluşumu çok özel şartlar gerektirmektedir. Trona, evaporasyon sonucu oluşan soda yataklarıdır.

Trona, doğal olarak oluşmuş sodyum karbonat, sodyum bikarbonat ve iki molekül su içeren bir mineraldir ( $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{NaHCO}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Alkali bir mineral olan trona cevheri içerdiği organik maddelere bağlı olarak kahverengi, sarı ve beyaza kadar değişen renklerde bulunabilmektedir. Monoklinal ve prizmatik sistemde kristallenen tronanın Mohs Ölçeği'ne göre sertliği 2,5-3, yoğunluğu  $2,1 \text{ gr/cm}^3$  tür. Asitte köpürür, suda çözünür ve ısı etkisiyle kalsinasyona uğrayarak soda külüne ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dönüşür. Kalsinasyon işlemi sırasında  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  açığa çıkar.

Trona yatakları, evaporasyonla oluşan kimyasal tuzlardır. Fizikokimyasal koşulların yatak oluşumunda çok etkili olduğu bilinmektedir. Volkanizma trona yataklarının anyon ve katyonlarını temin eden kaynak olarak düşünülmektedir. Günümüze kadar yapılan çok çeşitli araştırma ve incelemelerin sonucunda trona yataklarının oluşum süreçleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- a) Kapalı göl havzalarında, volkanik faaliyetlerden gelen sodyumca zengin küller ve göl civarında volkanik faaliyetler esnasında oluşan sıcak su kaynaklarının göle boşalması ve bol sodyum iyonu taşınması,
- b) Göl toplanma havzasına yayılan volkanizma ürünlerinden geçen ve havzaya gelen yerüstü sularının sodyumca zengin birimlerden geçerken iyon alışverişi türünden meydana getirdikleri kimyasal tepkimeler,
- c) Gölün içinde trona yataklanmasını sağlayacak fay ve kıvrımla oluşan setlerin sağladığı paleocoğrafik çukurluğun olması,
- d) Bütün bu olaylar esnasında ortamdaki iklimin evaporasyonu sağlayacak şekilde zaman zaman kurak ya da yan kurak olması,
- e) Tronanın çökmesi ve kristallenebilmesi için gerekli jeokimyasal şartların oluşması gerekir. Bunlar da suyun pH'nın 10-12 arasında olması, su derinliğinin az olması, göl suyu sıcaklığının  $25-40 \text{ }^\circ\text{C}$  olması,
- f) Nemli iklimlerde gölde yaşayan alglerin çürümeleri ile  $\text{CO}_2$  üretmeleri, gibi şartlardır. (Ünsal, 2009).

### 3.3.1. Çalışma alanındaki trona oluşumları

Bölgede trona cevherleşmesi kapalı göl havzalarında volkanik faaliyetler ve yeraltı suları ile gelen sodyumca zengin küllerin bölgede iyon alışverişi sonrası çökmesi sonucu oluştuğu ve kapalı göl havzası içerisinde meydana gelen yataklanma şekline uygundur. Bölgede jeolojik yapı ve kimyasal etkinlikler trona cevher oluşumuna ve yataklanmasına uygundur. Bölgede miyosen ve/veya daha erken volkanik faaliyetler; KB-GD doğrultulu eğim atımlı fayların konum ve yayılım potansiyelleri ekonomik minerallerin taşınması açısından uygundur. Proje sahasında miyosen ve/veya daha erken paleocoğrafik çukurlukların (antik göl yatakları ) varlığı ve geometrik boyutları trona cevherinin oluşum ve rezervini doğrudan etkileyecek parametrelerdir (MTA, 2018).

Bölgede trona oluşumları sahada yer alan 3 adet volkanik göl yatağı içerisinde gözlemlenmektedir. Göl içerisine gelen sodyumca zengin sular kimyasal iyonlaşma aşamalarından sonucu göl kıyılarına birikmektedir. Özellikle havanın soğuması kimyasal etkinin hızını artırarak cevher oluşumunu hızlandırmaktadır. Proje sahasında volkanik göletler içerisinde gözlemlenen cevherleşmeler lokal oluşumlar olup ekonomik bir rezerv imkanı sunmayacaktır. Bunun yanısıra miyosen yaşlı akıntı bazaltlarının altında yer alan killi birimler cevherleşmenin oluşumu ve yataklanması açısından önemli özellik sunmaktadır. Özellikle miyosen yaşlı akıntı bazaltlarının altında tespit edilebilecek antik göl yatakları içerisinde önemli trona oluşumları beklenmektedir. Çalışma alanında başlıca 3 bölgede trona cevherleşmeleri yoğunlaştığı gözlemlenmektedir.



Şekil 3.5. Volkanik göl yatağı içerisindeki trona cevher oluşum alanları

### 3.4. Uygulanan Jeofizik Yöntem Düşey Elektrik Sondaj

Düşey Elektrik Sondaj (DES) uygulamalı jeofiziğin ilk yöntemlerinden birisidir ve günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Kayaçların yatay ya da düşey yöndeki elektriksel iletkenlik farklarından yararlanarak jeolojik yapının ortaya konması temel amaçtır. Bu amaç doğrultusunda arazide gerçekleştirilen ölçümler sonucu elde edilen görünür öz direnç değerleri, çeşitli değerlendirme yöntemleri yardımıyla değerlendirilerek ortamdaki katmanlara ait kalınlık ve öz direnç parametreleri saptanır. Saptanan bu parametrelerden yararlanarak ortama ilişkin kuramsal jeolojik model ortaya konur (Aşçı vd., 2004).

DES yönteminin uygulaması ve sonrasında elde edilen verilerin yorumlanabilmesi için yöntemin teorisi, kayaçların elektriksel özellikleri ve etki eden parametreler iyi bilinmelidir.

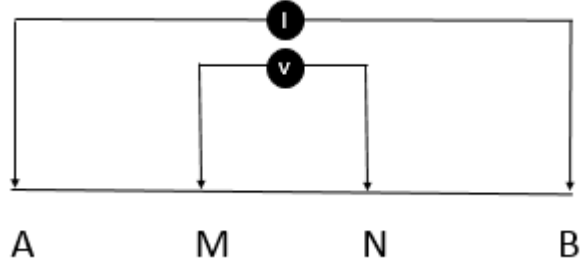
DES yöntemi, jeolojik yapıların kalınlık ve derinliklerinin belirlenmesinde, yanal değişimlerin saptanması ve jeolojik koşullara bağlı anomalilerin belirlenmesinde, tatlı-tuzlu su kontağının belirlenmesinde, tuzlu su kamasının belirlenmesinde, taban kaya derinliğinin belirlenmesinde, jeolojik kara sınırlarının belirlenmesinde, kırık ve fay sistemlerinin belirlenmesinde, kirlilik haritalarının elde edilmesinde, gömülü atık yerlerinin belirlenmesinde, mağara, boşluk ve erime boşluklarının belirlenmesinde, yeraltısuyu ve madenler gibi doğal zenginliklerin aranmasında kullanılır.

Bu yöntem düşey yönde oldukça iyi çözünürlük vermektedir. Hem sığ hem de derin amaçlı çalışmalarda kullanılabilir. Farklı uygulamalar için değişik elektrod dizilimleri kullanılabilir. Yüzey özdirenci çok yüksek olan alanlar için uygun değildir.

Arazi ölçümlerinde, elektrotlar (bakır, demir, pirinç gibi metallere yapılan, bir ucu sivri diğer ucu ise çekiçle vurulunca ezilmeyecek şekilde) kablo, ölçü aleti ve akım kaynağı kullanılır.

#### **3.4.1. Sahadaki jeofizik elektrik özdirenç çalışması**

İnceleme alanında 20 adet Elektrik Özdirenç açılımı yapılmıştır. Belirlenen kesimlerde Elektrik Özdirenç yöntemiyle tabakanın mevcudiyetini araştırmak için Schlumberger Elektrot Dizilimi uygulanarak mevcut bölgede 20 noktada elektrik özdirenç ölçüsü alınmıştır. Bir malzemenin elektrik özdirenci genelde ohm kanunu ile ilişkilidir. Genel olarak tüm özdirenç tekniklerinde görünür özdirenç ölçülür. Pratikte iki elektrot arasına akım uygulanarak diğer iki elektrot arasındaki gerilim farkı ölçülür. Malzemelerin Elektrik Özdirençleri onların bileşimlerine dokularına ve içerdikleri akışkana bağlı olarak değişir.



Şekil 3.6. Schlumberger elektrod dizilimi

A ve B Akım Elektrotu, M ve N ise Potansiyel Elektrotlardır.

Ölçümlerde Schlumberger elektrot dizilimi kullanılmıştır. Ölçülen potansiyel farkından görünür özdirenç değeri hesaplanmıştır.

Görünür özdirenç değeri saptanmasında aşağıdaki bağıntı kullanılır.

$$\rho_a = k\Delta V / I \quad (3.1.)$$

formülde;

$\rho_a$ : görünür özdirenç ( $\Omega m$ ),  $\Delta V$ : gerilim farkı (mV), I: akım (mA), k: dizilim katsayısıdır.

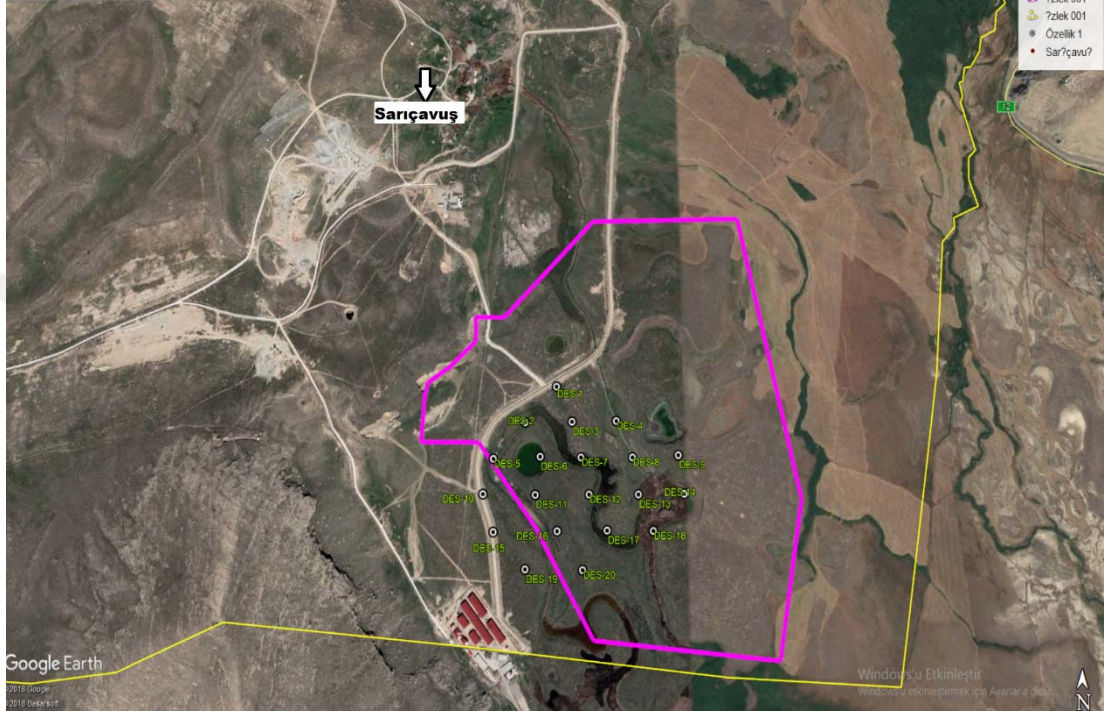
Özdirenç verilerinin değerlendirilmesi iki adımda gerçekleştirilmiştir. Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan en genel yöntem olan birinci adım doğrudan değerlendirme adını almaktadır.

Bu yöntem çeşitli katman kalınlığı ve özdirenç oranları için hesaplanmış master eğrilerine dayanmaktadır. Doğrudan değerlendirmeden elde edilen sonuçların ayrıntılandırılması için ikinci adımda bilgisayar modellemesi yapılmıştır.

Bu adımda çok katmanlı yarı-sonsuz bir ortam için görünür özdirenç eğrileri hesaplanmaktadır. Doğrudan değerlendirmeden elde edilen sonuçlar başlangıç modeli olarak bilgisayar programında çeşitli elektrod aralıkları için kuramsal görünür özdirenç değerleri hesaplanmaktadır. Başlangıç modeli kuramsal eğri ile gözlemsel eğri arasında iyi bir uyum elde edilinceye kadar düzeltilmektedir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bölgede çalışılırken jeoloji ve jeofizik çalışmalar beraber yürütülmüştür. Ölçümlere ait jeofizik ölçüm lokasyon uydu görüntüsü Şekil 4.1. de verilmektedir.



Şekil 4.1. Jeofizik ölçüm lokasyonlarının uydu görüntüsü

Şekil 4.1'de pembe ile çizilmiş bölüm çalışılan alanı göstermektedir. Sarı çizgi ile çizilmiş bölüm ise Türkiye-İran sınırınıdır. Elektrik öz direnç yöntemi ile ölçüm yapılan noktalar Şekil 4.1 de yeşil renk olarak işlenmiş bulunmakta ve DES değerlerine ait koordinatları ve ölçüm değerlerini gösteren çizelgeler eklere (EK A) sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Ölçümlere ait lokasyon bilgileri

SERİM NO	UTM-WGS84-6 DERECE	
	ENLEM	BOYLAM
DES-1	449200	4363600
DES-2	449099	4363500
DES-3	449249	4363501
DES-4	449390	4363502
DES-5	448999	4363399
DES-6	449147	4363404
DES-7	449276	4363401
DES-8	449439	4363400
DES-9	449584	4363405
DES-10	448967	4363302
DES-11	449131	4363299
DES-12	449300	4363299
DES-13	449455	4363298
DES-14	449599	4363299
DES-15	449000	4363199
DES-16	449199	4363200
DES-17	449355	4363201
DES-18	449499	4363199
DES-19	449099	4363099
DES-20	449277	4363096

DES ile araziden elde edilen veriler bilgisayar yardımı ile veya model eğriler ve yardımcı nokta kartları kullanılarak yorumlanmaktadır. Model eğriler ve yardımcı nokta kartları ile yorumda, değerler saydam kâğıt üzerine işaretlenir ve yorumcu bu veri değerini abaklar ve yardımcı nokta kartlarına kişisel görüşünü katarak karşılaştırmaktadır (Tagg, 1934).

Fakat bu incelemede tabaka parametrelerinin bulunması için araziden elde edilen öz direnç değerleri IPI2win programı kullanılarak değerlendirilmiştir. IPI2win programı elektrikprospeksiyon tekniklerinde kullanılan herhangi bir popüler elektrot dizilimi ile alınan, düşey elektrik sondajı ve/veya IP verilerini otomatik yorumlayacak şekilde tasarlanmıştır. IPI2win elektriksel prospeksiyon tekniklerinde bir boyutta ters ve düz çözüm yapabilecek kapasitede bir programdır.

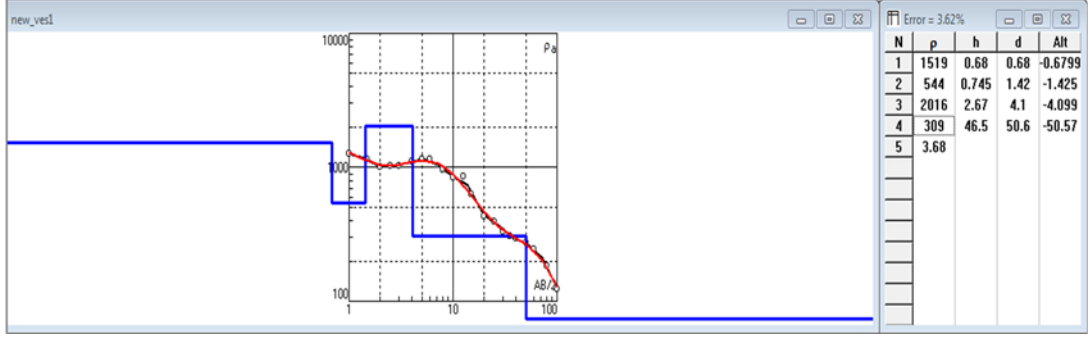
Program, Schlumberger arazi verilerini kolay ulaşılabilir bir veri kütüğünde saklamak ve hızlı bir biçimde öz direnç eğrilerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Program, Schlumberger elektrot açılımına karşılık gelen değerler girilerek DES eğrisini oluşturmaktadır. IPI2win Bilgisayar programı; tabakaların kalınlıklarını, öz direnç değerlerini ve yer altı yapısının litolojisini belirler.

Aşağıdaki şekillerde yapılan elektrik öz direnç çalışmaları belirtilmiştir. Farklı 20 noktadaki 1-B ters çözüm sonucu ve ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirmesi yapılmıştır.

Ters çözüm sonucunun jeolojik değerlendirilmesinin skalası, arazideki jeolojik yapının ve formasyonların iyi bilinmesiyle arazide yapılan çalışmalar sırasında elle açılan yarmaların, gözle görülen ve adlandırılabilen birimlerin elektrik öz direnç değerlerine göre oluşturulmuş ve yorumlanmıştır.

Ters çözüm sonuçlarında elde edilen ince katmanlar, bölgenin jeolojik özellikleri de dikkate alınarak bütünleşik olarak değerlendirilmiş ve litolojik olarak tek tabaka ile ilişkilendirilmiştir.



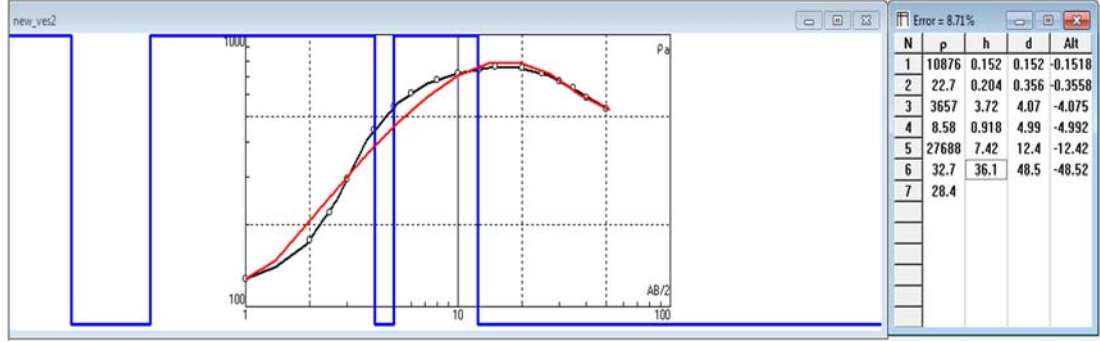


Şekil 4.2. DES-1 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MIYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	500-2100
4					
50	EOSEN		KUMLU, SİLTİLİ KİL	SERT	300-500
?					
			KİL	YUMUŞAK	5-20

Şekil 4.3. DES-1 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-1 lokasyonunda düşey yönde 0-4 metre aralığında bazalt, 4-50 metre aralığında kum arabantlı siltli kil, 50 metreden sonra kilit beklenmektedir. Özellikle DES-1 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca öz direnç değerlerinin giderek düşüş göstermesine bağlı olarak trona cevheri beklenmemektedir.

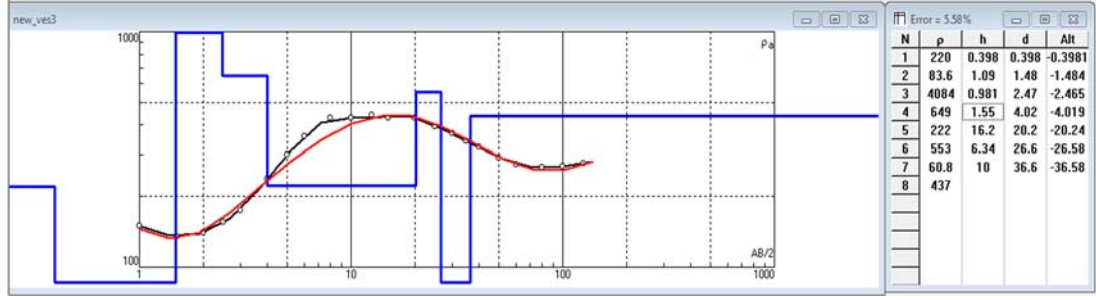


Şekil 4.4. DES-2 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri				
0	MIYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	3.000-10.000				
4							KİL	YUMUŞAK	5-25
5							BAZALT	ÇOK SERT	>10.000
12	EOSEN		KUMLU SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	25-50				
50									
?									

Şekil 4.5. DES-2 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-2 lokasyonunda düşey yönde 0-4 metre aralığında bazalt, 4-5 metre aralığında kil, 5-12 metre aralığında bazalt ve 12-50 metre aralığında kum arabanlı siltli kil beklenmektedir. Elektrik öz direnç değerlerine göre kum arabanlı siltli kilin devam ettiği düşünüldüğünden DES-2 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

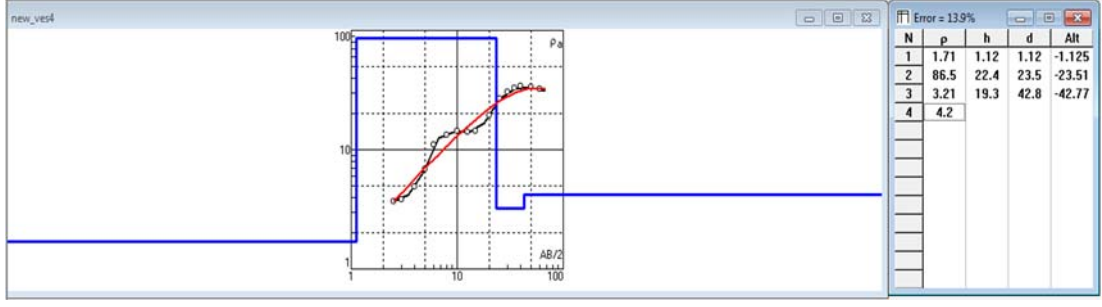


Şekil 4.6. DES-3 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MİYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	4000
2.5			ALTERE BAZALT	ORTA SERT	200-550
20	EOSEN		KUMLU, SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	50-200
50					
?					

Şekil 4.7. DES-3 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-3 lokasyonunda düşey yönde 0-2.5 metre aralığında bazalt, 2.5-20 metre aralığında altere bazalt, 20-50 metre aralığında kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-3 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

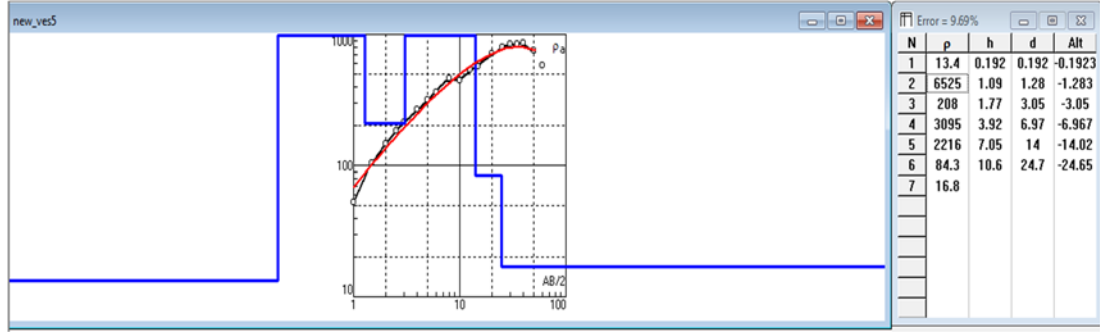


Şekil 4.8. DES-4 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	PLİYOSEN		ALÜVYON	YUMUŞAK	25-100
20					
50	EOSEN		KİL	YUMUŞAK	5-25
?					

Şekil 4.9. DES-4 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-4 lokasyonunda düşey yönde 0-20 metre aralığında alüvyon, 20-50 metre aralığında kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-4 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

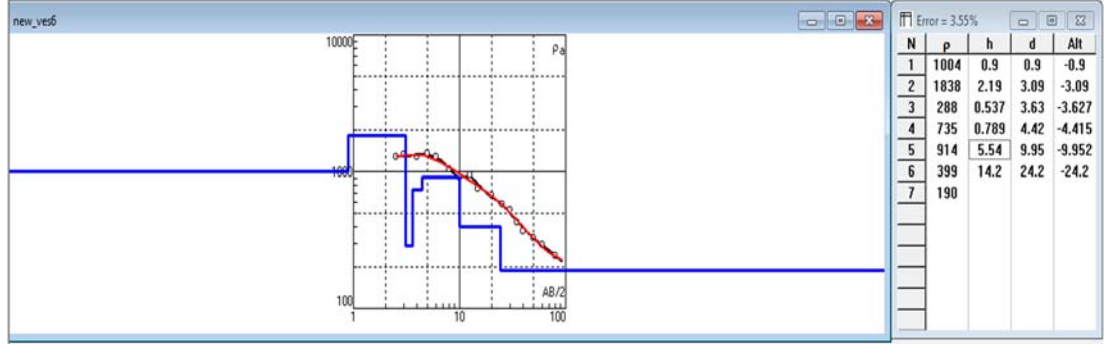


Şekil 4.10. DES-5 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MIYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	25-100
14					
14	EOSEN		KUMLU SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	50-100
25					
25			KİL	YUMUŞAK	5-25
2					

Şekil 4.11. DES-5 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-5 lokasyonunda düşey yönde 0-14 metre aralığında bazalt, 14-25 metre aralığında kum arabantlı siltli kil, 25-50 metre aralığında kil beklenmektedir. Özdirenç değerlerinin giderek düşmesi sebebiyle DES-5 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

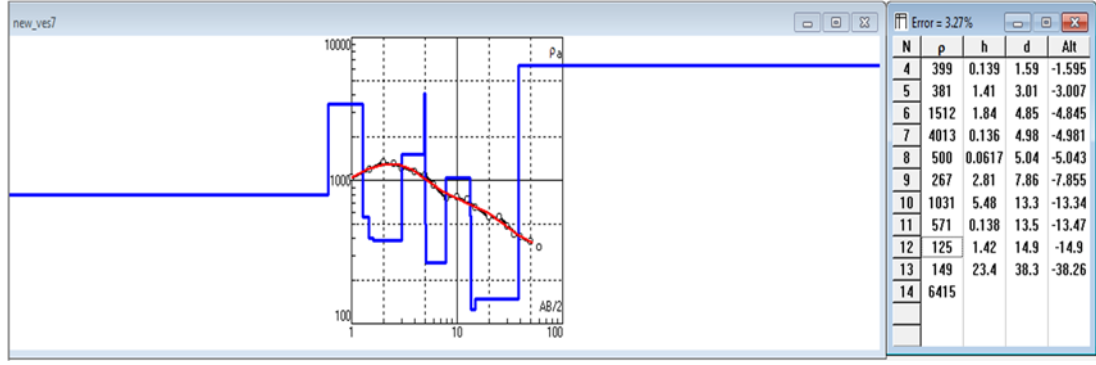


Şekil 4.12. DES-6 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MİYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	1000-2000
3			ALTERE BAZALT	ORTA SERT	200-1000
10	EOSEN		KUMLU,SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	50-200
25					
?					

Şekil 4.13. DES-6 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-6 lokasyonunda düşey yönde 0-3 metre aralığında bazalt, 3-10 metre aralığında altere bazalt ve 6-25 metre aralığında ise kum arabantlı siltli kil, beklenmektedir. Özellikle DES-6 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

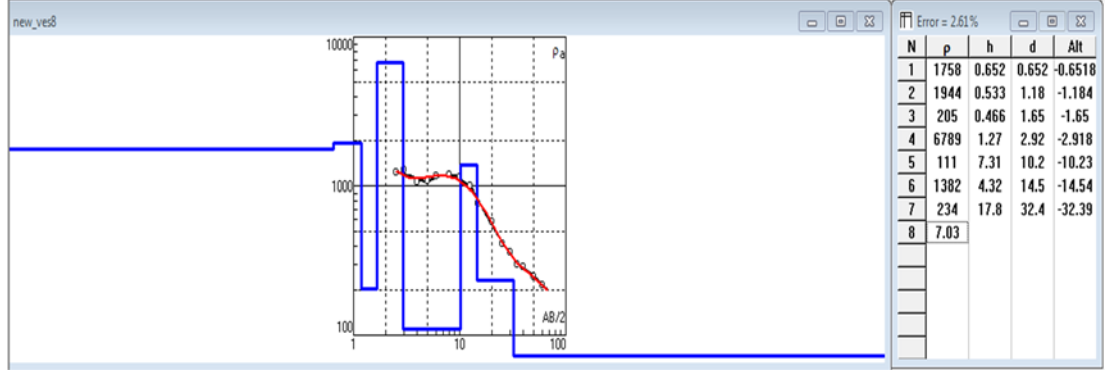


Şekil 4.14. DES-7 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0			BAZALT	ÇOK SERT	1000-4000
5	MİYOSEN		ALTERE BAZALT	ORTA SERT	250-500
8			BAZALT	ÇOK SERT	>1000
13	EOSEN		KUMLU SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	100-250
38					
2					

Şekil 4.15. DES-7 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-7 lokasyonunda düşey yönde 0-5 metre aralığında bazalt, 5-8 metre aralığında altere bazalt, 8-13 metre aralığında bazalt ve 13-35 metre aralığında ise kum arabantlı siltli kil, beklenmektedir. Özellikle DES-7 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.



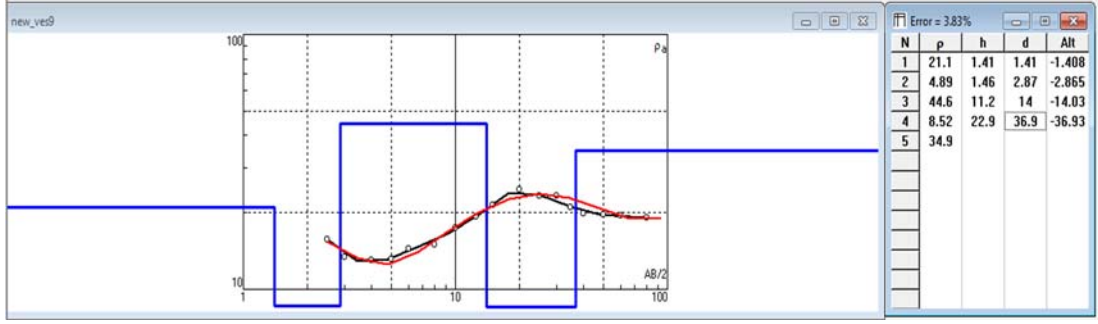
Şekil 4.16. DES-8 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MİYOSEN	[Orange pattern]	BAZALT	ÇOK SERT	250-7000
14					
33	EOSEN	[Grey pattern]	KUMLU SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	10-250

Şekil 4.17. DES-8 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-8 lokasyonunda düşey yönde 0-14 metre aralığında bazalt, 14-33 metre aralığında kum arabantlı siltli kil, beklenmektedir. Özellikle DES-8 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.



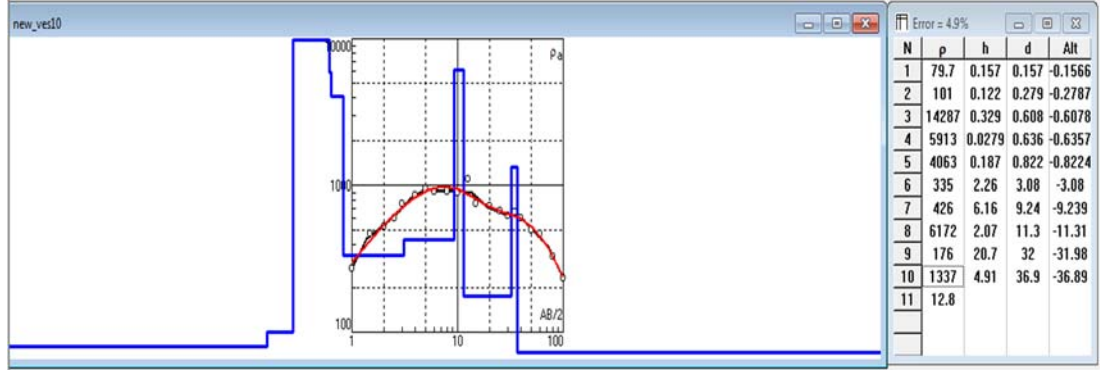


Şekil 4.18. DES-9 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	PLİYOSEN		ALÜVYON	YUMUŞAK	>20
2			KİL	YUMUŞAK	5-10
3	EOSEN		KUMLU SILTLİ KİL	YUMUŞAK	25-50
14			KİL	YUMUŞAK	5-10
37			KUMLU SILTLİ KİL	YUMUŞAK	25-50
2					

Şekil 4.19. DES-9 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-9 lokasyonunda düşey yönde 0-2 metre aralığında alüvyon, 2-3 metre aralığında kil, 3-14 metre aralığında kum arabantlı siltli kil, 14-37 metre aralığında kil ve 37-50 metre aralığında kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-9 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

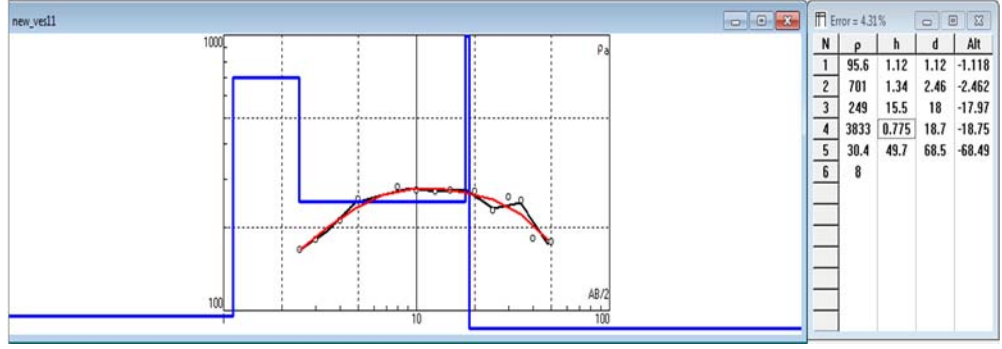


Şekil 4.20. DES-10 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simgesi	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MİYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	300-15000
12					
32	EOSEN		Kumlu SİLTİLİ KİL	ORTA SERT	100-300
37					
40					
?			KİL	YUMUŞAK	10-25

Şekil 4.21. DES-10 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-10 lokasyonunda düşey yönde 0-12 metre aralığında bazalt, 12-32 metre aralığında kum arabantlı siltli kil, 32-37 metre aralığında öz direnç değerinin ani yükselmesi sebebiyle cevherin olduğu düşünülmektedir. 37-50 metre aralığında ise kil beklenmektedir. Cevherin var olduğu düşünüldüğünden DES-10 lokasyonunda 40 metre derinlik boyunca karotlu sondaj yapılması önerilmektedir.

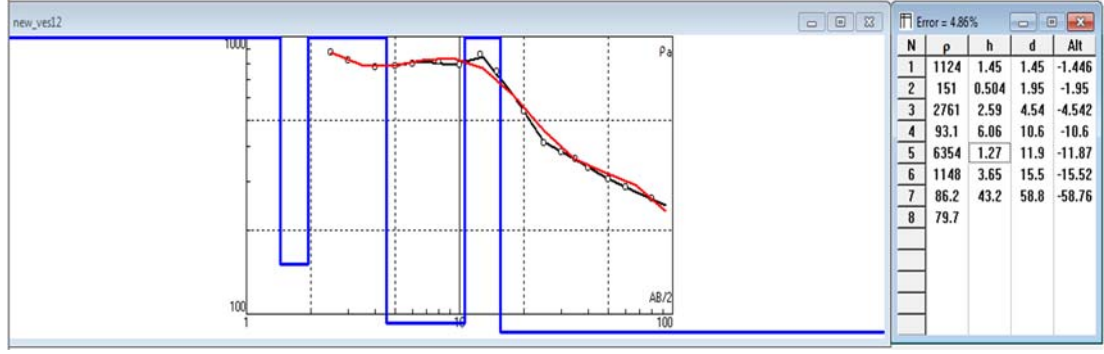


Şekil 4.22. DES-11 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MİYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	250-4000
18					
50	EÖSEN		KUMLU SİTLİ KİL	YUMUŞAK	10-250

Şekil 4.23. DES-11 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-11 lokasyonunda düşey yönde 0-18 metre aralığında bazalt, 18-50 metre aralığında kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-11 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

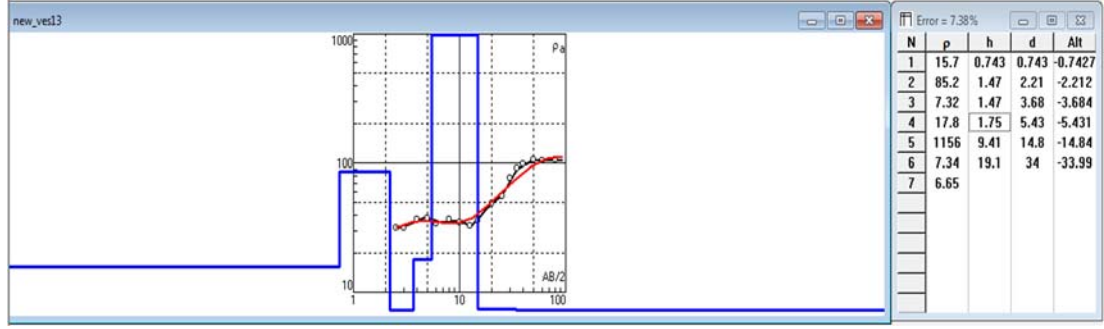


Şekil 4.24. DES-12 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MİYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	250-7000
16					
50	EOSEN		KUMLU SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	10-250

Şekil 4.25. DES-12 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-12 lokasyonunda düşey yönde 0-16 metre aralığında bazalt, 18-50 metre aralığında kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-12 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

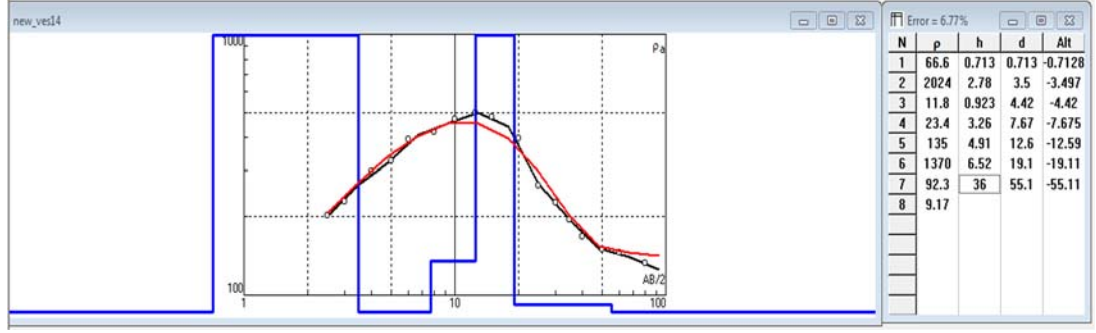


Şekil 4.26. DES-13 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	PLIYOSEN		ALÜVYON	YUMUŞAK	15-100
3					
6	EOSEN		KİL	YUMUŞAK	5-15
15			KUMTAŞ CEVHER (?)	SERT	>1000
34			KİL	YUMUŞAK	5-15
?					

Şekil 4.27. DES-13 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-13 lokasyonunda düşey yönde 0-3 metre aralığında alüvyon, 3-6 metre aralığında kil, 6-15 metre aralığında kumtaşı (cevher olma ihtimal var), 15-50 metre aralığında kil beklenmektedir. Özellikle DES-13 lokasyonunda 6-15 metre aralığı tavandan ve tabandan kil seviyeleri ile örtüldüğü gözlemlenmektedir. Bu kapsamda 6-15 metre aralığı cevher potansiyeli taşımaktadır. Mevcut lokasyon tabanında cevher oluşumuna uygun antik bir göl yatağı geometrisi sunmakla birlikte DES-13 lokasyonunda 20 metre derinlik boyunca karotlu sondaj yapılması önerilmektedir.

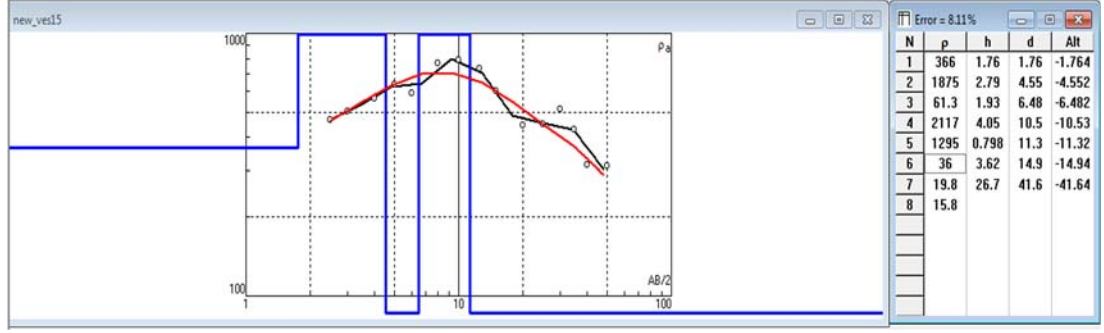


Şekil 4.28. DES-14 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0			BAZALT	ÇOK SERT	>2000
5	MIYOSEN		ALTERE BAZALT (SU İÇERİR)	SERT	10-150
13			BAZALT	ÇOK SERT	>1000
19	EÖSEN		KUMLU SILTLİ KİL	YUMUŞAK	10-100
55					

Şekil 4.29. DES-14 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-14 lokasyonunda düşey yönde 0-5 metre aralığında bazalt, 5-13 metre aralığı altere bazalt, 13-19 metre aralığı bazalt ve 19-50 metre aralığında kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-14 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

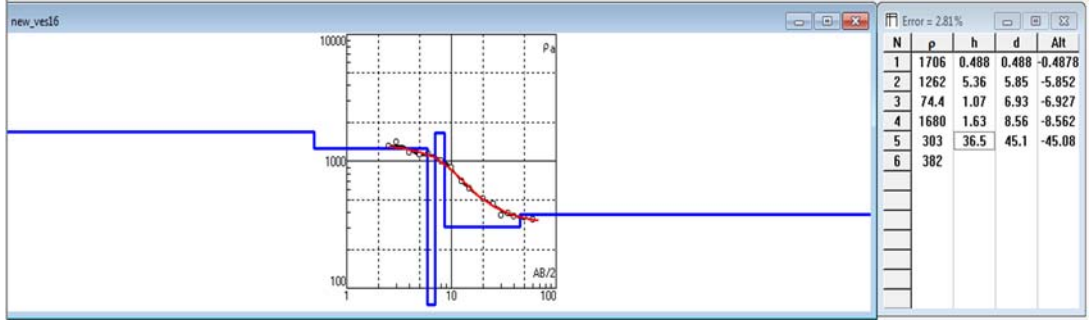


Şekil 4.30. DES-15 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MİYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	400-2000
5			KİLLİ ALTERE BAZALT (SU İÇERİR)	SERT	50-100
7			BAZALT	ÇOK SERT	>1000
12	EOSEN		KUMLU SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	10-50
41					

Şekil 4.31. DES-15 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-15 lokasyonunda düşey yönde 0-5 metre aralığında bazalt, 5-7 metre aralığı altere bazalt, 7-12 metre aralığı bazalt ve 12-40 metre aralığında kum arabantlı siltli kil, beklenmektedir. Özellikle DES-15 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.



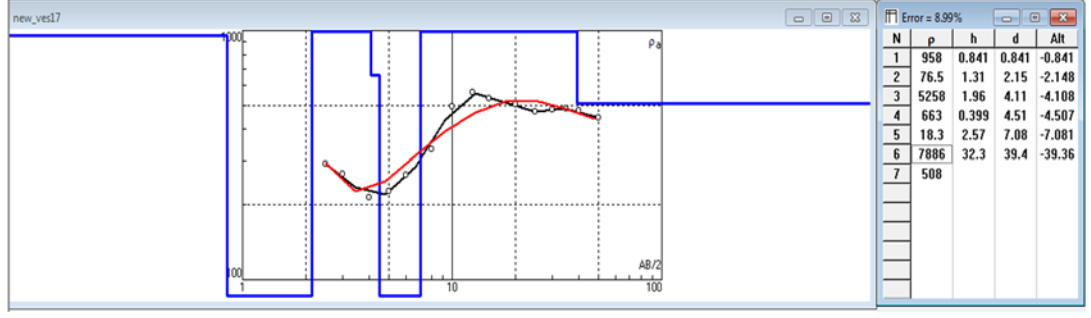
Şekil 4.32. DES-16 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0			BAZALT	ÇOK SERT	1000-2000
6	MIYOSEN		KİLLİ ALTERE BAZALT (SU İÇERİR)	SERT	50-100
7			BAZALT	ÇOK SERT	>1000
9	EÖSEN		KUMLU SİTLİ KİL	YUMUŞAK	300-500
45					

Şekil 4.33. DES-16 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-16 lokasyonunda düşey yönde 0-6 metre aralığında bazalt, 6-7 metre aralığı altere bazalt, 7-9 metre aralığı bazalt ve 9-45 metre aralığında kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-16 lokasyonunda ilk 50 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.



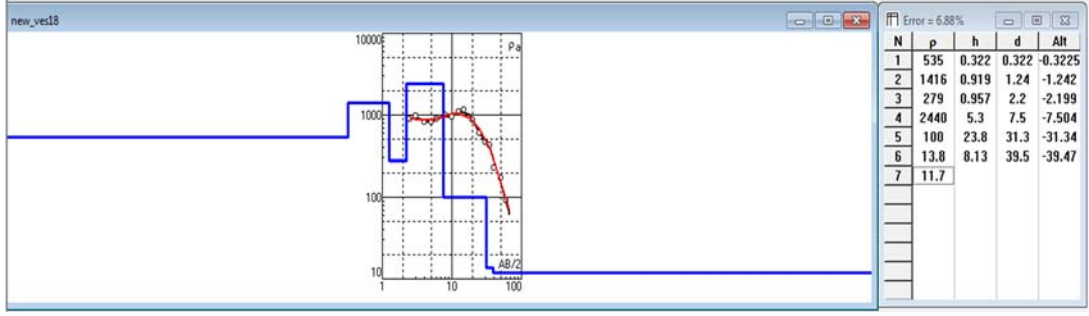


Şekil 4.34. DES-17 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MİYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	1000-2000
4			ALTERE BAZALT	SERT	500-1000
5	EOSEN		KİL	YUMUŞAK	10-20
7			BAZALT CEVHER (?)	ÇOK SERT	>7000
39			KUMLU SİTLİ KİL	YUMUŞAK	300-500
50					

Şekil 4.35. DES-17 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-17 lokasyonunda düşey yönde 0-4 metre aralığında bazalt, 4-5 metre aralığında altere bazalt, 5-7 metre aralığında kil, 7-39 metre aralığında cevher, 39-50 metre aralığında ise kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-17 lokasyonunda 7-39 metre aralığı yüksek öz direnç zonu sunmaktadır. Bu kapsamda 7-39 metre aralığı cevher potansiyeli taşımaktadır. Mevcut lokasyon tabanında cevher oluşumuna uygun antik bir göl yatağı geometrisi sunmakla birlikte birlikte DES-17 lokasyonunda 50 metre derinlik boyunca karotlu sondaj yapılması önerilmektedir.

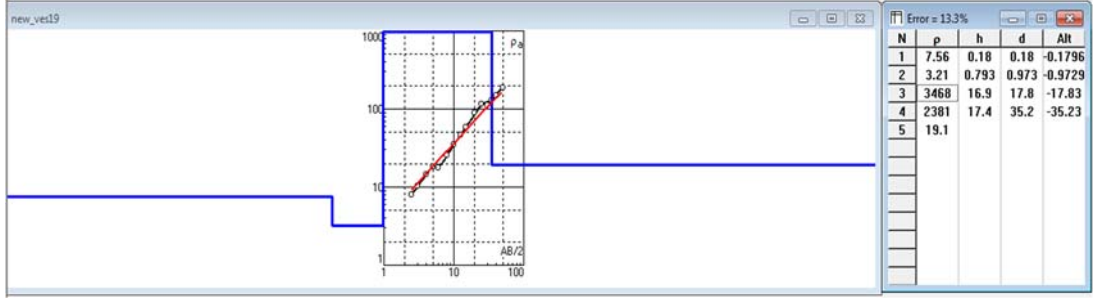


Şekil 4.36. DES-18 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MIYÖSEN		BAZALT	ÇOK SERT	500-2500
15					
15	EOSEN		KUMLU SİLTİLİ KİL	YUMUŞAK	100-250
30					
30			KİL	YUMUŞAK	5-25
40					

Şekil 4.37. DES-18 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-18 lokasyonunda düşey yönde 0-15 metre aralığında bazalt, 15-30 metre aralığı kum arabantlı siltli kil ve 30-40 metre aralığında kil beklenmektedir. Özellikle DES-18 lokasyonunda ilk 40 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.

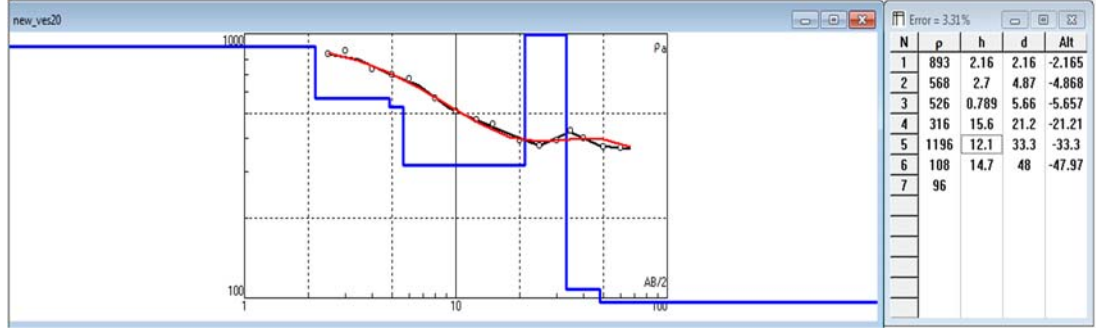


Şekil 4.38. DES-19 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	PLIYOSEN		ALÜVYON	YUMUŞAK	5-15
35			KUMTAŞI	SERT	2000-3500
40	EOSEN		KİL	YUMUŞAK	10-50
?					

Şekil 4.39. DES-19 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-19 lokasyonunda düşey yönde 0-1 metre aralığında alüvyon, 1-35 metre aralığı kum taşı ve 35-40 metre aralığında kil beklenmektedir. Özellikle DES-19 lokasyonunda ilk 40 metre derinlik boyunca trona cevheri beklenmemektedir.



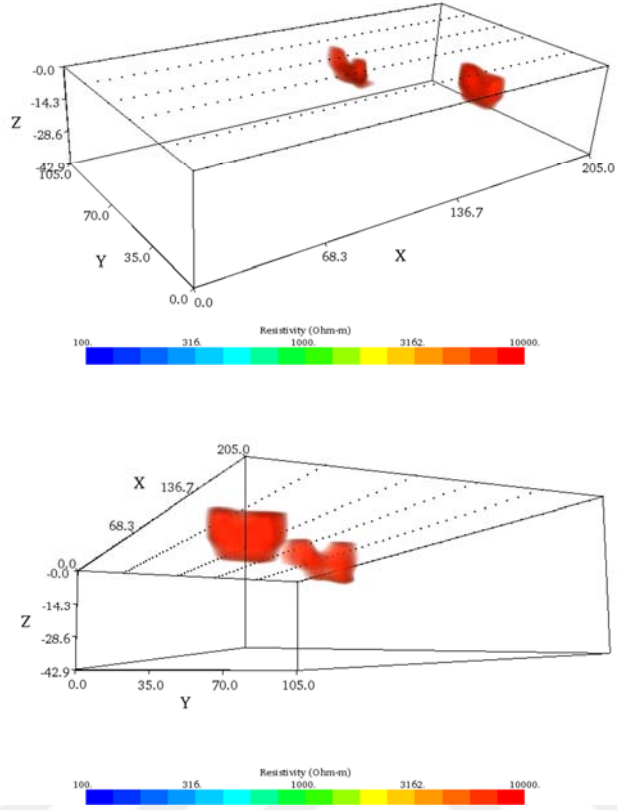
Şekil 4.40. DES-20 ölçüsünün 1-B ters çözüm sonucu

Derinlik (m)	Formasyon	Simge	Litolojik Tanım	Formasyon Sertliği	Rezistivite Değeri
0	MIYOSEN		BAZALT	ÇOK SERT	500-1000
6					
21	EOSEN		KUMLU SİTLİ KİL	YUMUŞAK	300-500
33			KUMTAŞI CEVHER(?)	SERT	>1000
48			KUMLU SİTLİ KİL	YUMUŞAK	50-150

Şekil 4.41. DES-20 ters çözüm sonucunun litolojik değerlendirilmesi

Ölçüm sonucu DES-20 lokasyonunda düşey yönde 0-6 metre aralığında bazalt, 6-21 metre aralığında kum arabantlı siltli kil, 21-33 metre aralığında cevher ve 33-48 metre aralığında kum arabantlı siltli kil beklenmektedir. Özellikle DES-20 lokasyonunda 7-39 metre aralığı yüksek öz direnç zonu sunmaktadır. Bu kapsamda 21-33 metre aralığı cevher potansiyeli taşımaktadır. Mevcut lokasyon tabanında cevher oluşumuna uygun antik bir göl yatağı geometrisi sunmakla birlikte birlikte DES-20 lokasyonunda 40 metre derinlik boyunca karotlu sondaj yapılması önerilmektedir.

#### 4.1. Üç Boyutlu Cevher Modellemesi



Şekil 4.42. Üç boyutlu cevher modellemesi

Elektrik özdirenç ölçümleri sonucu belirlenen cevherli bölgelerde 3B programı ile yapılan üç boyutlu rezerv modelleme çalışması neticesinde çalışma sahasında 14.736 m<sup>3</sup>'lük olası rezerv tespiti yapılmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma Ağrı İli, Doğubayazıt ilçesi, Sarıçavuş Köyü ve civarının Trona içeren formasyonların belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Öncelikle bölgenin genel jeolojisi incelenmiş, arazi gözlemleri yapılmış, jeolojik formasyonlar araştırılmış, jeolojik paftalar ve jeoloji haritaları yardımıyla saha jeolojisi ortaya çıkarılmıştır.

Trona cevherinin önemi, tarihsel geçmişi, ekonomik değeri, bölgedeki varlığı ve oluşum şekli araştırılmıştır.

Trona oluşumlarının yeraltındaki yayılımlarının tespiti amaçlı 20 farklı noktada Schlumberger dizilimine göre DES ölçümleri alınmıştır. 20 noktada Schlumberger elektrot açılımına göre alınan ölçümlerden görünür öz direnç değerleri hesaplanmıştır. Araziden elde edilen düşey elektrik sondaj arazi verilerinin doğrudan yorumu için IPI2win bilgisayar programı kullanılarak toplam 20 noktanın her birinin gerçek öz direnç değerleri ve tabaka kalınlıkları belirlenmiştir. İnceleme alanının jeolojisi ve çevresinin jeolojisi DES noktalarından elde edilen tabaka parametreleri dikkate alınarak hangi öz direnç değerlerinin litolojik olarak hangi formasyona karşılık gelebileceği saptanmıştır.

Alınan sonuçlarda trona olduğu düşünülen alanlar 3B bilgisayar programı yardımıyla ortaya çıkarılmaya çalışılmış ve 14.736 m<sup>3</sup>'lük olası rezerv tespiti yapılmıştır.

Çalışma sahasında yapılan çalışmalar neticesinde tespit edilen cevherleşme türünün net kalınlık, yayılım ve tenör bilgilerinin elde edilmesi amaçlı 4 farklı noktada karotlu sondaj çalışması önerilmektedir. Önerilen sondaj koordinatları öz direnç çalışması sonucu elde ettiğimiz ve trona madeninin olduğu düşünülen DES-10, DES-13, DES-17 ve DES-20'nin koordinatlarıdır.

## KAYNAKLAR

- Aşçı M., Özçep F., Yas T., Alpaslan N., 2004. Görünür Özdirenç (Schlumberger) Verilerinin Sönümlü En Küçük Kareler Tekniği ile Modellenmesi. *Yerbilimleri*, 17, 111-118.
- Altınlı, İ.E., 1966. Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 66, 35-74.
- Başokur, A.T., 1984a. A Numerical Direct Interpretation Method of Resistivity Soundings Using the Pekeris Model. *Geophysical Prospecting*, V.32, 1131-1146.
- Başokur, A.T., 1984b. Düşey Elektrik Sondajı. TPAO Yayınları 120 s, Ankara.
- Başokur, A.T., 1985. En Küçük Kareler Yöntemi ile Doğru Akım Sondajı Verilerinde Dönüşüm İşlemleri. *Jeofizik* 25. Yıl Özel sayısı, 126-131.
- Başokur, A.T., 1990. Microcomputer Program for the Direct Interpretation of Resistivity Sounding Data. *Computers and Geosciences*, V.16, 587-601.
- Başokur, A.T., 1992. Doğrudan ve Ardışık Yaklaşma Yöntemleri ile Doğru Akım Özdirenç Verisinin Yorumu. *Jeofizikte Modelleme Kollokyomu, TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayını*, 59-67.
- Ercan, A., 1982. Yapay Doğru Akım Özdirenç Yöntemleri Açma Ölçümleri, *Betik* 1., İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü.
- Erentöz, C., 1954. Aras Havzası Jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 05, 1-54
- Güner, Y. ve Şaroğlu, F., 1987. Doğu Anadolu'da Kuvaterner Volkanizması ve Jeotermal Enerji Açısından Önemi. *Türkiye 7. Petrol Kong. Bildiriler Kitabı*, 371-383
- Kıral, K., Çağlayan, A., 1980. Kağızman (Kars) – Ağrı – Taşlıçay (Ağrı) Dolayının Jeolojisi, 88s, Ankara
- Koefoed, O., 1969. An Analysis of Equivalence in Resistivity Sounding. *Geophysical Prospecting*, V.17, 327-335.
- MTA, 2018. Bilimsel dökümantasyon ve tanıtma dairesi. Erişim Tarihi: <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/trona>

- Onargan T., Koca Y., K. Kucuk, Deliormanlı A.H., Saydam S., 2004. Impact of the Mechanical Characteristics of Weak Rocks and Trona Ore Beds on the Main Drift Deformation at the Beypazari Mine, Turkey. *International journal of rock mechanics and mining sciences*, 41(4), 641-654.
- Pekeris, C.L., 1940. Direct Method of Interpretation in Resistivity. *Prospecting Geophysics*, V.5, 31-42.
- Perinçek, D., 1980. Bitlis Metamorfitlerinde Volkanitli Trias. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 23(2), 201-211.
- Savcı, H., Yöndem F., Göncüoğlu C., Turhan N., 1979. Bitlis-Mutki Dolayının Jeotektonik Evrimi. 33. *Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı bildiri özetleri*, 113 -114.
- Saygılı, G. N., Okutan H., 1996. Application of the Solution Mining Process to the Turkish Trona Deposit. *Hydrometallurgy*, 42(1), 103-113.
- Şahinalp, M. S., Günal V., 2009. Stratejik Önemi Giderek Artan ve Türkiye'nin Henüz Kullanmadığı Bir Maden: Trona, *Türk Coğrafya Dergisi* ,52, 31-40
- Şaroğlu, F., Güner Y., 1981. Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Öğeler; Jeomorfoloji, Tektonik, Volkonizma İlişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 39-50.
- Şengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. *Türkiye Jeoloji Kurumu, Konferans serisi: 2*.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz Y., Ketin İ., 1980. Remnants of a Pre-Late Jurassic Ocean in Northern Turkey: Fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys? *Geol, Soc. America Bull.*, 91, 599-609.
- Tagg, G.F., 1934. Interpretation of Resistivity Measurements. *Aime Geophysical Prospecting*, 135-145.
- Ünsal A., 2009. Soda Külü ve Ekonomisi. *Melalurji Dergisi*, 29, 28-35
- Yılmaz, Y., Gözübol A.M., Tüysüz O., Yiğitbaş E., 1981. Abant (Bolu)-Dokurcun (Sakarya) Arasında Kuzey Anadolu Fay Zonunun Kuzey ve Güneyinde Kalan Tektonik Birliklerin Jeolojik Evrimi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 2(3-4), 231-261.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, R ve Güner, Y., 1987-a. Initiation of Die Neoniagmatism in East Anatoli. *Tectonoplıys- ics*, 134,177-199.



Yılmaz, Y.t Şaroğlu, R ve Güner, Y., 1987-b. Doğu Anadolu Solhan (Muş) Volkanitlerinin Petrojenetik İncelenmesi. Hacettepe Yerbilimleri, 14,133-163.

Zohdy, A.A.R., 1989. A New Method for the Automatic Interpretation of Schlumberger and Wenner Sounding Curves: Geophysics, V.54, No.2, p.77.



**EKLER**

**EK A.** Çizelgeler

**EK B.** Rapor



## EK A. Çizelgeler

Çizelge A.1. DES-1 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-1			
KOORDİNAT		Y	X
		449200	4363600
AB/2	MN	V	I
1	0.5	2444	8
1.5	0.5	560	4
2	0.5	460	8
2.5	0.5	270	7
2.5	1	526	7
3	1	467	9
4	1	260	8
5	1	185	9
5	2	340	10
6	2	210	9
8	2	110	10
10	2	55	9
10	5	140	10
12.5	5	80	9
15	5	140	35
20	5	68	40
25	5	47	48
25	10	108	52
30	10	73	60
35	10	68	84
40	10	54	88
50	10	0	0
50	20	45	62
60	20	30	62
80	20	19	102
100	20	16	200

Çizelge A.2. DES-2 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-2			
KOORDİNAT		Y	X
		449099	4363500
AB/2	MN	V	I
1	0.5	175	8
1.5	0.5	0	4
2	0.5	70	9
2.5	0.5	38	8
2.5	1	115	9
3	1	93	10
4	1	85	10
5	1	67	10
5	2	130	10
6	2	100	10
8	2	65	10
10	2	45	10
10	5	110	10
12.5	5	76	11
15	5	55	11
20	5	140	49
25	5	267	145
25	10	495	145
30	10	252	100
35	10	116	70
40	10	130	110
50	10	58	89

Çizelge A.3. DES-3 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-3			
KOORDİNAT		Y	X
		449249	4363501
AB/2	MN	V	I
1	0.5	200	10
1.5	0.5	80	9
2	0.5	51	8
2.5	0.5	39	9
2.5	1	84	9
3	1	59	9
4	1	40	8
5	1	44	9
5	2	88	9
6	2	68	9
8	2	38	8
10	2	30	10
10	5	85	10
12.5	5	56	11
15	5	34	10
20	5	19	10
25	5	10	9
25	10	52	27
30	10	37	30
35	10	20	24
40	10	21	35
50	10	12.1	35
50	20	28	36
60	20	15.4	31
80	20	13	57
100	20	19.4	155
125	20	24.7	384

Çizelge A.4. DES-4 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-4			
KOORDİNAT		Y	X
		449390	4363502
AB/2	MN	V	I
2.5	1	13.7	75
3	1	10.1	72
4	1	8.1	70
5	1	6	66
5	2	12	66
6	2	14	70
8	2	6.1	45
10	2	2	22
10	5	10	40
12.5	5	24	155
15	5	15.7	145
20	5	3.2	40
25	5	9	126
25	10	18	126
30	10	20.2	169
35	10	10.3	99
40	10	15	172
50	10	11.4	182
60	10	7.4	155

Çizelge A.5. DES-5 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-5			
KOORDİNAT		Y	X
		448999	4363399
AB/2	MN	V	I

1	0.5	200	30
1.5	0.5	192	34
2	0.5	153	35
2.5	0.5	122	35
2.5	1	244	35
3	1	205	37
4	1	156	40
5	1	117	40
5	2	299	40
6	2	218	37
8	2	180	43
10	2	110	43
10	5	240	40
12.5	5	225	50
15	5	133	41
20	5	82	36
25	5	47	29
25	10	110	30
30	10	64	24
35	10	78	40
40	10	80	53
50	10	37	44
50	20	54	27
60	20	35	33

Çizelge A.6. DES-6 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-6			
KOORDİNAT		Y	X
AB/2	MN	V	I
2.5	1	706	9

3	1	500	9
4	1	270	9
5	1	180	9
5	2	450	12
6	2	245	10
8	2	110	10
10	2	140	23
10	5	310	20
12.5	5	225	22
15	5	150	27
20	5	72	26
25	5	24	16
25	10	52	17
30	10	40	21
35	10	24	21
40	10	18.7	25
50	10	18.6	44
60	20	17.4	67
80	20	8.1	67

Çizelge A.7. DES-7 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-7			
KOORDİNAT		Y	X
		449276	4363401
AB/2	MN	V	I
1	0.5	2070	9
1.5	0.5	1010	9
2	0.5	560	8
2.5	0.5	305	7
2.5	1	585	7
3	1	428	8



4	1	224	8
5	1	134	8
5	2	270	8
6	2	160	8
8	2	72	8
10	2	41	7
10	5	93	7
12.5	5	56	7
15	5	275	58
20	5	124	54
25	5	101	69
25	10	202	69
30	10	94	55
35	10	80	73
40	10	33	41
50	10	30	63
50	20	71	71
60	20	44	71

Çizelge A.8. DES-8 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-8			
KOORDİNAT		Y	X
		449439	4363400
AB/2	MN	V	I
2.5	1	500	8
3	1	445	10
4	1	225	11
5	1	119	9
5	2	240	9
6	2	196	10
8	2	134	12

10	2	82	12
10	5	190	10
12.5	5	105	10
15	5	55	10
20	5	38.8	17
25	5	32.3	31
25	10	70	32
30	10	34	26
35	10	52.2	66
40	10	47.5	82
50	10	6.7	21
60	10	8.7	45

Çizelge A.9. DES-9 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-9			
KOORDİNAT		Y	X
		449584	4363405
AB/2	MN	V	I
2.5	1	7.2	34
3	1	4.2	33
4	1	12	140
5	1	12.6	226
5	2	6	54
6	2	11.5	166
8	2	4.7	92
10	2	6.5	136
10	5	13	100
12.5	5	10.8	82
15	5	8	70
20	5	10.4	97
25	5	16	140

25	10	26	124
30	10	11.6	60
35	10	6.3	40
40	10	4.8	30
50	10	8.7	64
60	10	20	95
80	10	28	100

Çizelge A.10. DES-10 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-10			
KOORDİNAT		Y	X
		448967	4363302
AB/2	MN	V	I
1	0.5	405	8
1.5	0.5	302	8
2	0.5	472	20
2.5	0.5	614	33
2.5	1	612	18
3	1	295	10
4	1	560	30
5	1	304	23
5	2	605	23
6	2	450	26
8	2	258	27
10	2	190	27
10	5	488	30
12.5	5	350	28
15	5	105	18
20	5	90	29
25	5	106	58

25	10	212	58
30	10	117	50
35	10	100	55
40	10	55	44
50	10	29	44
50	20	58	44
60	20	40	47
80	20	12	36
100	20	10	66

Çizelge A.11. DES-11 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-11			
KOORDİNAT		Y	X
		449131	4363299
AB/2	MN	V	I
2.5	1	500	59
3	1	443	70
4	1	186	45
5	1	119	38
5	2	260	38
6	2	140	30
8	2	145	50
10	2	90	50
10	5	240	50
12.5	5	186	63
15	5	115	56
20	5	45	40
25	5	27	44
25	10	54	44
30	10	16	17
35	10	26	39

40	10	20	54
50	10	32	140

Çizelge A.12. DES-12 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-12			
KOORDİNAT		Y	X
		449300	4363299
AB/2	MN	V	I
2.5	1	170	3
3	1	470	17
4	1	260	18
5	1	205	22
5	2	460	22
6	2	335	23
8	2	190	23
10	2	107	21
10	5	275	21
12.5	5	205	23
15	5	128	24
20	5	49	23
25	5	25	24
25	10	55	25
30	10	35	25
35	10	24	25
40	10	17	25
50	10	9	22
60	10	24	94
80	10	7	59

Çizelge A.13. DES-13 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-13			
KOORDİNAT		Y	X
		449455	4363298
AB/2	MN	V	I
2.5	1	20	12
3	1	16	14
4	1	11	13
5	1	7	13
5	2	47	44
6	2	12	20
8	2	14.5	40
10	2	11.8	54
10	5	25	48
12.5	5	13.4	44
15	5	7.4	32
20	5	8.7	50
25	5	22.5	180
25	10	51.7	176
30	10	25	90
35	10	36	150
40	10	46	225
50	10	18	107
60	20	17	60
80	20	40	180

Çizelge A.14. DES-14 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-14			
KOORDİNAT		Y	X
		449599	4363299
AB/2	MN	V	I
2.5	1	100	10
3	1	70	9
4	1	45	8
5	1	94	24
5	2	194	24
6	2	208	31
8	2	120	30
10	2	82	29
10	5	218	29
12.5	5	140	28
15	5	92	28
20	5	44	29
25	5	16	25
25	10	35	25
30	10	23	28
35	10	14	27
40	10	19.4	57
50	10	10.6	55
60	10	5.8	50
80	20	40	45

Çizelge A.15. DES-15 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-15			
KOORDİNAT		Y	X
		449000	4363199
AB/2	MN	V	I

2.5	1	538	30
3	1	305	23
4	1	190	23
5	1	136	23
5	2	326	23
6	2	181	20
8	2	130	20
10	2	94	22
10	5	285	22
12.5	5	165	22
15	5	93	22
20	5	40	23
25	5	29	26
25	10	62	26
30	10	60	32
35	10	40	35
40	10	19	30
50	10	12	30

Çizelge A.16. DES-16 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-16			
KOORDİNAT		Y	X
		449199	4363200
AB/2	MN	V	I
2.5	1	890	12
3	1	490	9
4	1	255	10
5	1	155	10
5	2	370	12
6	2	215	10
8	2	115	11



10	2	60	10
10	5	170	10
12.5	5	107	13
15	5	54	11
20	5	23	10
25	5	14.5	11
25	10	220	90
30	10	93	68
35	10	77	75
40	10	47	63
50	10	48.5	104
60	10	29	93

Çizelge A.17. DES-17 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-17			
KOORDİNAT		Y	X
		449355	4363201
AB/2	MN	V	I
2.5	1	450	28
3	1	418	40
4	1	274	66
5	1	330	115
5	2	405	65
6	2	280	56
8	2	140	40
10	2	124	35
10	5	356	35
12.5	5	200	30
15	5	106	25
20	5	105	50
25	5	45	36

25	10	90	36
30	10	70	40
35	10	41	32
40	10	31	25
50	10	24	42

Çizelge A.18. DES.18 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-18			
KOORDİNAT		Y	X
		449499	4363199
AB/2	MN	V	I
2.5	1	320	9
3	1	252	10
4	1	104	9
5	1	65	9
5	2	130	10
6	2	171	18
8	2	171	30
10	2	158	46
10	5	360	46
12.5	5	285	50
15	5	220	53
20	5	76	44
25	5	51	67
25	10	102	67
30	10	67	80
35	10	38.5	70
40	10	8	35
50	10	4	37
60	20	3.4	42



Çizelge A.19. DES.19 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-19			
KOORDİNAT		Y	X
		449099	4363099
AB/2	MN	V	I
2.5	1	14	71
3	1	13	75
4	1	10	72
5	1	8	74
5	2	21	75
6	2	14	73
8	2	11.5	75
10	2	10	75
10	5	30	76
12.5	5	25	76
15	5	21	76
20	5	19	80
25	5	15.5	78
25	10	49	79
30	10	33	81
35	10	28	81
40	10	24	80
50	10	19	79

Çizelge A.20. DES-20 noktasına ait ölçüm değerleri

DES-20			
KOORDİNAT		Y	X
		449277	4363096
AB/2	MN	V	I
2.5	1	550	13
3	1	360	12
4	1	170	12
5	1	95	11
5	2	190	11
6	2	140	11
8	2	54	10
10	2	30	10
10	5	85	10
12.5	5	53	11
15	5	31	10
20	5	18	12
25	5	10	11
25	10	20	10
30	10	36	25
35	10	32	16
40	10	22	27
50	10	14.4	30
60	10	9.5	29

## EK B. Rapor

**T.C.  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
YERBİLİMLERİ UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ  
(YEBİM)**

Kayıt No : YEBİM 18-128 Rapor Tarihi: 28.12.2018

**Rapor:**  
Serdar TOZBEY tarafından getirilen KS1, KS2 ve YN1 işaretli 3 adet örneğin analiz sonucu aşağıda verilmiştir.

**Mineraloji-Petrografi:**  
Örnekler açık bejimsi gri renkli başlıca karbonat minerallerinden oluşan çökeltileri temsil etmektedir. Örnekler düşük yoğunluklu ve düşük sertliktedirler. Örnekler mikroskop altında başlıca trona, jips, kalsit ve az oranda amorf silis içermektedir. Örneklerin XRD ve Raman konfokal spektrometre yöntemleri ile analizleri yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre her örneğin mineralojik bileşimi çoktan aza doğru içerikleri aşağıdaki Tablo-1 de verilmiştir.


**Tablo-1 Örnekler içerisindeki cevher ve gang minerallerin bileşimleri**

Örnek NO	KS-1	KS-2	YN-1
Mineralojik Bileşimi	Trona az oranda jips, kalsit ve halit	Trona az oranda jips, kalsit ve halit	Trona, jips, kalsit ve halit, kırırs
% Trona içeriği	96	94	85

**Jeokimya sonuçları**  
Örneklerin kimyasal analiz sonuçları karbonat'cu zengin türlerini temsil etmekte ve sonuçlar Tablo-2 verilmiştir.

**Tablo-2 Örneklerin Jeokimyasal analiz sonuçları**

El./O.N	Oran	KS-1	KS-2	YN-1	El./O.N	Oran	KS-1	KS-2	YN-1
Na <sub>2</sub> O	%	36.33	36.04	22.81	Co	ppm	0.4	0.9	1.4
MgO	%	0.188	0.3	0.085	Ni	ppm	1.8	3.2	2.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.1957	0.2416	0.1938	Cu	ppm	0.4	0.4	0.7
SiO <sub>2</sub>	%	0.5283	0.779	0.5097	Zn	ppm	1.9	14.3	9.9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.00048	0.00039	0.00072	Ga	ppm	0.3	0.3	0.6
SO <sub>3</sub>	%	2.913	0.7001	6.574	Ge	ppm	0.2	0.2	0.2
Cl	%	0.4339	0.2698	5.487	As	ppm	3	1.5	3.9
K <sub>2</sub> O	%	0.2706	0.2103	0.4001	Se	ppm	0.1	1	0.1
CaO	%	0.0525	0.0693	0.0619	Br	ppm	37	21.6	52.8
TiO <sub>2</sub>	%	0.00083	0.00246	0.0021	Rb	ppm	0.8	0.8	0.9
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.00036	0.00033	0.00039	Sr	ppm	4.7	7.5	5.3
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.00039	0.00039	0.00043	Y	ppm	2.3	2.1	1.6
MnO	%	0.00064	0.0017	0.00073	Zr	ppm	6.8	2	5.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.0186	0.02043	0.01679	Nb	ppm	1.4	1.4	1.4
LOI	%	58.27	59.82	62.72	Mo	ppm	1.5	5.1	1.5

  
Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU

Şekil B.1. Numune analiz raporu

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selin YILMAZ

Doğum Yeri ve Yılı : Ankara, 1988

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : celine.irdem@gmail.com

### Eğitim Durumu

Lise : Bahçelievler Deneme Lisesi, 2003

Lisans : SDÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği, 2009

### Mesleki Deneyim

Uzay Madencilik ve Müşavirlik 2010-2015