



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GÜLŞEHİR KARACAŞAR VE ÇAT (NEVŞEHİR) CİVARINDA
JEOTERMAL ALANLARIN TEKTONİK ÇİZGİSELLİKLERLE
İLİŞKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nimetullah BOZKURT

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan DEMİRCİOĞLU

AKSARAY, 2024

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **222302708** numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Nimetullah BOZKURT tarafından hazırlanan “**GÜLŞEHİR KARACAŞAR VE ÇAT (NEVŞEHİR) CİVARINDA JEOTERMAL ALANLARIN TEKTONİK ÇİZGİSELLİKLERLE İLİŞKİSİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile **JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ** Anabilim Dalında **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ramazan DEMİRCİOĞLU

Üniversite Adı: Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Hatim ELHATİP

Üniversite Adı: Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Sinan ALTUNCU

Üniversite Adı: Ömer Halisdemir Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Mehmet Ali HINIS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Nimetullah BOZKURT

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince değerli bilgi ve önerileriyle bana yol gösteren, çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen danışmanım, hocam, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ramazan DEMİRCİOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen MTA'da yüksek jeoloji mühendisi Serkan KARACA'ya, jeoloji mühendisi Ahmet Melih ŞENBAY'a çalışma arkadaşlarım yüksek jeoloji mühendisi Can DURU'ya, yüksek jeoloji mühendisi Oğuzcan YUMRUKAYA'ya ve yüksek jeoloji mühendisi Mutlu Ercan ÇELİK'e teşekkür ederim.

Çalışmalarımda bana yardımcı olan mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışma süresinde desteklerini hep yanımda hissettiğim ve her türlü desteği imkanı sağlayan başta babam Abdulkadir BOZKURT annem Süheyla BOZKURT kardeşim İbrahim Asım BOZKURT, Senanur BOZKURT ablam Tuba POLAT'a sonsuz teşekkür ederim.

En büyük destekçilerimden biride 6 şubatta hayatını kaybeden deprem bölgesindeki değerli şehitlerimiz ve hayatta olan değerli insanlarımızdır.

Nimetullah BOZKURT

AKSARAY, 2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.2. Önceki Çalışmalar	3
2. MATERYAL VE YÖNTEM	7
3. JEOLojİ	8
3.1. Genelleştirilmiş Stratigrafi	8
3.1.1. Kırşehir metamorfikleri (Pk)	8
3.1.2. Mamasun ofiyolitik karışığı (Ko)	9
3.1.3. Orta Anadolu granitoidleri (Mog)	10
3.1.4. Ürgüp formasyonu	11
3.1.5. Kavak ignimbiriti (Tmük).....	11
3.1.6. Sarımadentepe ignimbiriti (Tmüs).....	12
3.1.7. Gördeles ignimbiriti (Tmüg).....	14
3.1.8. Derinkuyu domları (Tmüd).....	14
3.1.9. Erdaşdağ volkaniti (Tpe)	15
3.1.10. Keçikaletpe bazaltı (Tpke).....	15
3.1.11. Kızılkaya ignimbiriti (Tpk).....	15
3.1.12. Oyludağ bazaltı (Tpo).....	17
3.1.13. Suvermez cürufu (Qsc).....	18
3.1.14. Acıgöl volkaniti (Qa).....	18
3.1.15. Acıgöl piroklastikleri (Qapr)	18
3.1.16. Acıgöl riyolitleri (Qar).....	19
3.1.17. Alüvyon (Qal).....	22
3.2. Çalışma alanı hidrojeolojik özellikleri	22
4. YAPISAL JEOLojİ	23
4.1. Derinkuyu Fayı.....	23
4.2. Karadağ Fay Seti	24
4.3. Volkanizma	24
4.4. Faylar ve çatlaklar	26
4.4.1. Makaslama (kesme) çatlakları	27
4.5. Çalışma Alanı Tektonik Çizgiselliklerin Değerlendirmesi	27
4.5.1. Çalışma alanı çizgisellik değerlendirme	34
5. JEOFİZİK	35
5.1. Jeofizik MT Çalışmaları	35
5.1.1. Çalışmanın amacı.....	35
5.1.2. Kullanılan ekipmanlar	35
5.1.3. MT (Manyetotellürik).....	35
5.1.3.1. MT yöntemde kaynak	36
5.1.3.2. Yer manyetik alanının değişimi	37
5.1.3.3. Empedans tanımları	38
5.1.3.4. Statik kayma (Static Shift)	40

5.1.4. Profillerin Yorumlanması	40
5.1.4.1. MT verilerinin yorumlanması	40
5.1.4.2. P01 MT profili ve yorumu	41
5.1.5. Jeofizik MT çalışmalarına ilişkin değerlendirmeler	42
5.2. Jeofizik DES (Düşey Elektrik Sondaj) çalışmaları	43
5.2.1. Jeofizik elektrik doğru akım öz direnç çalışmaları.....	43
5.2.1.1. Değerlendirme metotları	44
5.2.1.2. DES ölçülerinin jeofizik değerlendirme için hazırlanması	45
5.2.2. Çat Sahası Karacaşar görünür eş rezistivite ve jeoelektrik yapı kesitlerinin yorumu	47
5.2.2.1. Karacaşar - Çat Sahası A DES profili görünür eş rezistivite ve jeoelektrik yapı kesitleri ile yorumları	48
5.3. Jeofizik Elektrik Çalışmalarına İlişkin Değerlendirmeler.....	49
6. TOPRAK ANALİZİ	51
7. JEOTERMAL POTANSİYEL	54
7.1. Çat - Karacaşar Jeotermal potansiyeli	55
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	60
EKLER	64
ÖZGEÇMİŞ	65

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜLŞEHİR KARACAŞAR VE ÇAT (NEVŞEHİR) CİVARINDA JEOTERMAL ALANLARIN TEKTONİK ÇİZGİSELLİKLERLE İLİŞKİSİ

Nimetullah BOZKURT

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ramazan DEMİRCİOĞLU

ÖZET

Çalışma alanı, Nevşehir ili Merkez- Karacaşar ve Merkez-Çat Kasabası sınırlarında yer alan, yaklaşık, 250 km² lik alanı kapsamaktadır. Çalışma alanında, temelde, Paleozoyik yaşlı metamorfitlerden oluşan Kırşehir Masifi, çalışma sahası içinde gözlenmez. Çalışma sahası içerisindeki en yaşlı birim, Kırşehir masifinin üzerinde tektonik dokanakla gelen Yeşilhisar Ofiyoliti ve bunları kesen Üst Kretase yaşlı Orta Anadolu Granotoyidleri ile yine aynı yaştaki Karahıdır volkanitleridir. Temeldeki bu birimlerin üzerine Eosen yaşlı Karakepez bazaltları ile bol fosil içeren killi kireçtaşlarından oluşan Çayraz formasyonu uyumsuzlukla gelir. Eosen birimlerini Oligosen yaşlı kırıntılardan oluşan Mezgit formasyonu örter. Bunlar üzerine, Üst Miyosen yaşlı Ürgüp formasyonu uyumsuz olarak gelir. Bunların üzerine Pliyosen yaşlı Erdaşdağ andezitleri, Kızılıkaya ignimbiriti ve Oyludağ bazaltı gelir. Alttaki birimleri uyumsuzlukla üzerleyen Kuvaterner yaşlı birimler, riolitik lavlar ve piroklastiklerden oluşan Acıgöl volkanitleri ve bazaltik lav ve cürüflardan oluşan Suvermez volkanitlerinden oluşur. Alüvyonlar, sahada yüzeyleyen en genç birimlerdir.

Jeotermal enerji kaynaklarının araştırılmasının amaçlandığı bu çalışmada, arazi çalışmaları ile jeotermal alanların, uzaktan algılama ile elde edilen çizgiselliklerle ilişkisi, ayrıca yapılan jeofizik ve toprak gazı ölçümleri ile jeotermal kaynağın olabilirliği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, tektonik çizgisellikler ile arazi ve jeofizik çalışmalarının uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nevşehir, Karacaşar-Çat, Çizgisellik, Jeotermal.

Mayıs, 2024; 65 sayfa

M.Sc. THESIS

**THE RELATIONSHIP OF GEOTHERMAL AREAS AROUND GÜLŞEHİR,
KARACAŞAR AND ÇAT (NEVŞEHİR) WITH TECTONIC LINEAMENTS**

Nimetullah BOZKURT

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geology Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ramazan DEMİRCİOĞLU

ABSTRACT

The study area covers an area of approximately 250 km² within the borders of the towns of Karacaşar and Merkez-Çat in the province of Nevşehir. In the study area, the Kırşehir Massif, which is mainly composed of Palaeozoic-aged metamorphites, is not observed. The oldest unit in the study area is the Yeşilhisar Ophiolite, which comes with a tectonic touch on the Kırşehir Massif, and the Upper Cretaceous-aged Central Anatolian Granitoids and Karahıdır volcanites of the same age that cut them. These units are unconformably overlain by Eocene-aged Karakepez basalts and the Çayraz formation, consisting of clayey limestones containing abundant fossils. The Eocene units are overlain by the Oligocene-aged Mezgit formation, consisting of crumbs. These are unconformably overlain by the Upper Miocene-aged Urgup formation. These are overlain by Pliocene-aged Erdaşdağ andesites, Kızılkaya ignimbrite, and Oyludağ basalt. The Quaternary aged units unconformably overlying the lower units consist of Acıgöl volcanites composed of rhyolitic lavas and pyroclastics and Suvermez volcanites composed of basaltic lavas and slags. Alluviums are the youngest units surfacing in the area.

In this study, which aims to investigate geothermal energy resources, the relationship of geothermal areas with the geological features obtained by remote sensing, as well as the possibility of geothermal resources with geophysics and soil gas measurements, were determined. In the studies carried out, it was determined that the tectonic lineaments are compatible with the field and geophysical studies.

Keywords: Nevşehir, Karacaşar-Çat, Lineament, Geothermal.

May, 2024; 65 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası	2
Şekil 2.1. Uydu-tabanlı çizgisellik oluşturma akış şeması	7
Şekil 3.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Durdu vd. (2011)'den değiştirilerek alınmıştır).....	9
Şekil 3.2. Özengi Çayı içerisindeki Mamasun ofiyoliti ve üzerine uyumsuzlıkla gelen Kavak ignimbiriti (Bakış KB'ya doğru).....	10
Şekil 3.3. Kavak ignimbiritinden genel bir görünüm (Ayvalı-Güneyce yolu üzerinden kuzeye doğru bakış).....	12
Şekil 3.4. Sarımadentepe ignimbiritinin Mustafapaşa güneyindeki genel görünümü (bakış D'ya doğru).....	13
Şekil 3.5. Kızılkaya ignimbiritinin görünümü.....	16
Şekil 3.6. Kızılkaya ignimbiriti ve Kavak ignimbiritinin görünümü.....	16
Şekil 3.7. Kızılkaya ignimbiritinde gözlenen boşluklu yapı.....	17
Şekil 3.8. Kumtepe civarında, Acıgöl piroklastikleri içerisinde görülen çapraz tabakalanma ve düşme yapıları.....	19
Şekil 3.9. Karapınar köyü kuzeyindeki Güneydağ Tepe riyolit domu.....	20
Şekil 3.10. Riyolitlerde gözlenen bantlı yapı ve içerisindeki obsidyen oluşumları... ..	20
Şekil 3.11. Obsidyenlerde gözlenen küresel yapılar.....	21
Şekil 4.1. Derinkuyu fayı (Sivri Tepe'den güneye doğru bakış).....	24
Şekil 4.2. Çalışma alanındaki, fay ve çatlaklar.....	26
Şekil 4.3. Çalışma alanı (K33d1-d2) Google Earth görüntüsü.....	28
Şekil 4.4. K33-d1/k33-d2 paftaları çizgisellik haritaları.....	30
Şekil 4.5. K33-d1/k33-d2 paftaları yoğunluk haritaları.....	31
Şekil 4.6. K33-d1/k33-d2 paftaları çizgisellik ve yoğunluk haritası.....	32
Şekil 4.7. Çizgisellik ve yoğunluk değerleri- Google Earth görüntüsü.....	33
Şekil 4.8. a-Karacaşar bölgesi çizgisellik gül diyagramı b- Çat bölgesi çizgisellik gül diyagramı. c-Arazi çatlak ölçümlerine ait gül diyagramı.....	34
Şekil 5.1. Yer manyetik alanın değişimi (Keller ve Frischknecht, 1966).....	37
Şekil 5.2. MT Lokasyon haritası (Çat sahası).....	41
Şekil 5.3. P01 MT profili elektrik yapı kesiti.....	42
Şekil 5.4. Nevşehir- Çat sahası Karacaşar arası jeofizik DES ölçü noktaları gösterir lokasyon haritası.....	47
Şekil 5.5. A DES profili görünür eş rezistivite ve jeoelektrik yapı kesiti.....	48
Şekil 5.6. Nevşehir-Çat ruhsat sahası N31 DES noktası konum ve eğrisi.....	50
Şekil 6.1. Çat sahası radon+thoron gazı dağılım haritası.....	52
Şekil 6.2. Çat sahası radon/thoron dağılım haritası.....	53
Şekil 6.3. Çat sahası CO ₂ gazı dağılım haritası.....	53
Şekil 7.1. Çalışma alanı ve çevresine ait enine kesit (Durdu vd., 2015'den değiştirilmiştir).....	54
Şekil 7.2. K33d2 Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal araştırma bölgesi. .	55
Şekil 7.3. K33d2 paftası Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal arazisinde alanın düzenlenmesi ve beton atım faaliyeti.....	56
Şekil 7.4. K33d2 paftası Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal arazisinin Hilal Tepesi (Çağnak tepesi ve Karnıyarık Tepesi) güneyinde açılan sondaj kuyusu alanı.....	56

Şekil 7.5. K33d2 paftası Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal arazisinde açılan faaliyeti devam eden sondaj kuyusu.	57
Şekil 7.6. K33d2 paftasında Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal arazisinde Hilal tepesi olarak adlandırılan (Çağnak tepesi ve Karnıyarık Tepesi) sondaj yerinin görünümü.....	57



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Riyolitik domlardan yapılan yaş tayinleri.....	21
Çizelge 4.1. Çalışma alanında yüzeyleyen Miyosen-Pliyosen yaşlı piroklastiklerin bazı özellikleri ve kaynak alanları.....	25
Çizelge 5.1. Jeofizik elektrik DES ölçü noktaları (ED 50) ve lokasyon bilgileri.....	46
Çizelge 6.1. Radon ve Thoron ölçümleri (MTA, 2023).	51



SİMGELER VE KISALTMALAR

AMT	Audio Manyetotellürik
DES	Düşey Elektrik Sondaj
HZ	Düşey Elektrik Sondaj
KVP	Kapadokya volkana provensi
IAH	Uluslararası Hidrojeologlar Birliği
MT	Manyetotellürik
MTA	Maden Tetkik ve Arama



1. GİRİŞ

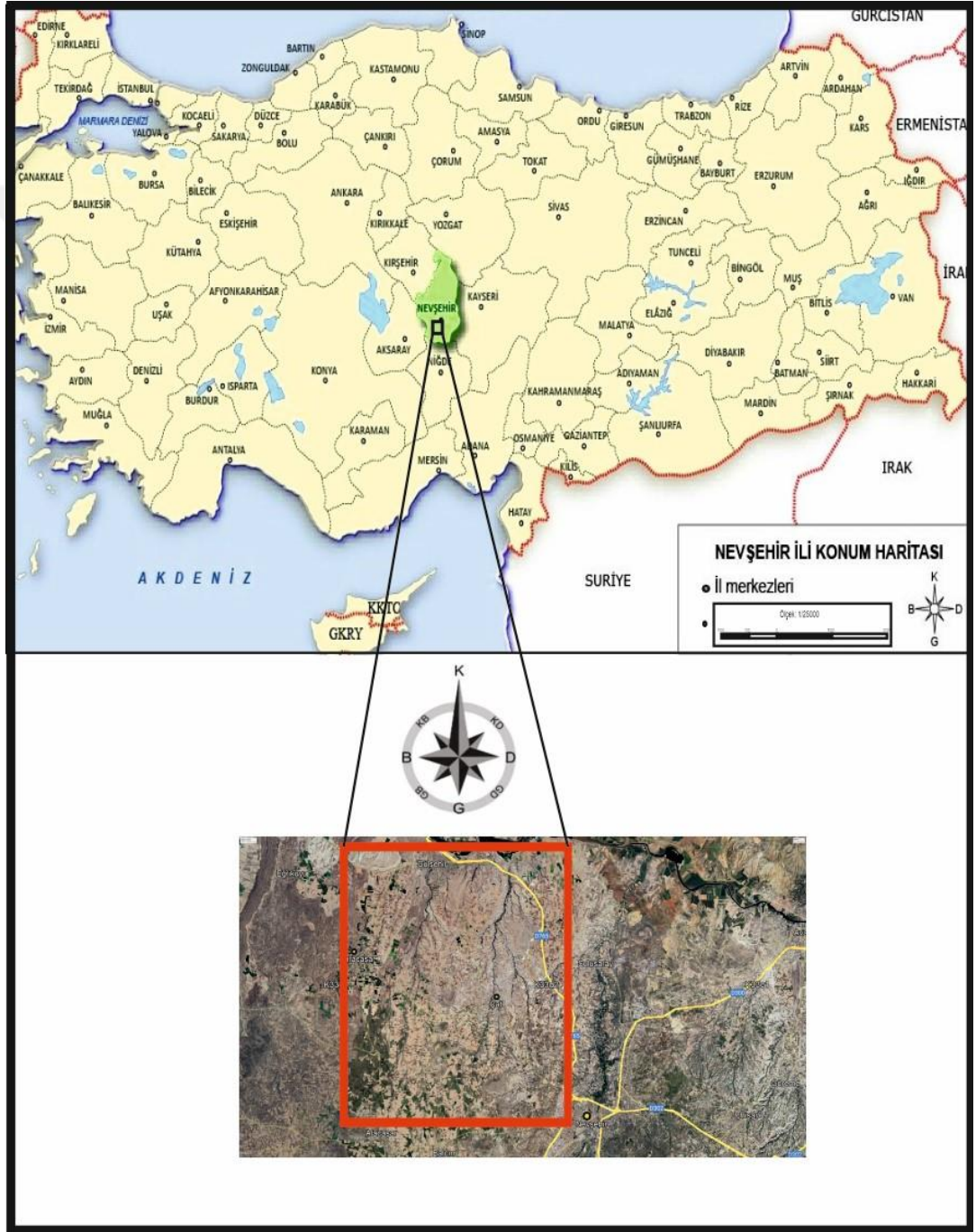
Çalışma alanı Nevşehir K33-d1 paftası ve K33-d2 paftasının bir bölümünü içine alan yaklaşık 250 km² 'lik bir alandır. (Şekil 1.1). İnceleme alanı Nevşehir'e bağlı Karacaşar mahallesi ve Çat beldesini içine alır. İnceleme alanı ulaşımı karayoluyla ve rahattır (Şekil 1.1). Jeolojik bakımdan Kırşehir Masifi üzerinde yer alır (Şekil 1.1). Nevşehir ilinin Güney batısında yer alan Karacaşar mahallesi Nevşehir'e 14,8km Nevşehir'e bağlı Gülşehir ilçesinin Çat beldesi ise Nevşehir'e 8,4km mesafededir. Çalışma alanına çok yakın konumda Tuzköy havalimanı bulunmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinin jeomorfolojik yapısı genel olarak ovalar ve çok yüksek olmayan tepeler şeklindedir.

Çalışma alanında temelde Paleozoyik yaşlı mermer, mikaşist, kalkışist, kuvarsitlerden oluşan Kırşehir Masifi varsa da çalışma sahası içinde gözlemlenemiyor. Çalışma sahası içerisindeki en yaşlı birim, Kırşehir masifinin üzerinde tektonik dokanakla gelen Yeşilhisar Ofiyoliti ve bunları kesen Üst Kretase yaşlı Orta Anadolu Granotoyidleri ile yine aynı yaştaki Karahıdır volkanitleridir. Temeldeki bu birimlerin üzerine Eosen yaşlı Karakepez bazaltları ile bol fosil içeren killi kireçtaşlarından oluşan Çayraz formasyonu uyumsuzlukla gelir. Eosen birimlerini Oligosen yaşlı kırıntılardan oluşan Mezgit formasyonu üzerler. Üst Miyosen yaşlı Ürgüp formasyonu, çeşitli sedimanter seviyelerle birbirinden ayrılan ignimbiritlerden oluşan dört adet formasyon ile Derinkuyu domları ve Topuzdağ bazaltından oluşur. Bunların üzerine Pliyosen yaşlı Erdaşdağ andezitleri, Kızılkaya ignimbiriti ve Oyludağ bazaltı gelir. Alttaki birimleri uyumsuzlukla üzerleyen Kuvaterner yaşlı birimler, riolitik lavlar ve piroklastiklerden oluşan Acıgöl volkanitleri ve bazaltik lav ve cüruflardan oluşan Suvermez volkanitlerinden meydana gelir. Kızılırmak nehri kenarında görülen çakıltaşları ile traverten, alüvyon ve yamaç molozları sahada yüzeyleyen en genç birimlerdir.

Çalışma alanı ve çevresinde, yoğun tarım ve hayvancılık yapılmaktadır. Bu alanlarda yapılan tarım, genel olarak, sulu tarım şeklindedir. Alanın, önemli yerleşim yerleri, Karacaşar mahallesi ve Çat beldesidir. Alanda ve çevresinde, karasal iklimin tipik özellikleri olan, yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Çalışma alanı ve çevresinin en önemli nehri, Kızılırmak Nehri'dir.

Kızılırmak'ın çok sayıda kolları da mevcuttur. Çalışma alanı, orman bakımından oldukça zayıf bir alanda bulunur. Orman, ağaçlandırma alanları bulunmasına rağmen orman alanı mevcut değildir. Bölgede, ağaçlandırma çalışmaları devam etmektedir. Orman ile ilişkili tesisler yoktur.

Balıkçılık özellikle Kızılırmakta yıl boyunca yapılmaktadır. Halkın bir kısmı geçimini balıkçılıktan sağlamaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası.

1.2. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanında jeolojinin farklı dallarında bazı araştırmacılar özellikle volkanizma konusu ve petrografik çalışmalar olmak üzere, sedimantolojik, hidrojeolojik çalışmalar yapmışlardır.

Pasquare (1968), Nevşehir çevresindeki ignimbirit stratigrafisini ilk kez ortaya koyarak, yüzeyleyen ignimbiritleri, gözleendiği yerlerdeki köylerin isimlerini kullanarak adlandırmıştır.

Innocenti vd. (1975), Nevşehir çevresindeki ignimbiritlerin stratigrafisini, kimyasal bileşimlerini ve jeokronolojik özelliklerini araştırmıştır.

Batum (1978), Nevşehir yakınlarındaki Göllüdağ ve Acıgöl çevresindeki volkanik kayaların petrografik ve petrolojik özelliklerini incelemiş, Kuvaterner yaşlı bazaltların bir kısmının alkali karakter göstermesine rağmen sahadaki volkanitlerin çoğununun kalkalkali seriye ait olması nedeniyle, volkanitlerin oluşumunu sağlayan magmaya sialik malzemenin de katılmış olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Ercan (1987), Nevşehir-Acıgöl maarında ölçülen yüksek azot değerinin turbalara, diğer sahalardan alınan örneklerde ölçülen yüksek CO₂ değerlerinin ise volkanik kökene işaret etmekte olduğunu; Nevşehir'in GB'sındaki Acıgöl maarı içinde yaklaşık 60 °C, Hasandağı'nın zirvesinde ise yaklaşık 50 °C sıcaklıkta subuharı ve az miktarda da (%0,48) CO₂ çıktığını belirtmişlerdir.

Ayhan vd. (1988), Niğde ile Nevşehir arasında 1/25.000 ölçekli 19 adet paftanın jeoloji haritasını yapmış, bölgedeki kaya türleri, bunların oluşum ortam ve biçimleri ile yaşlarını araştırmışlardır.

Ercan vd. (1992), Hasandağı ve Karacadağ çevresindeki Kuvaterner volkanizmasını İğredağı Bazaltları, Karapınar Volkanitleri, Hasandağı Volkanitleri ve Karataş Bazaltları olmak üzere 4 ana gruba ayırmışlar; bunların çoğunlukla bazalt ender olarak da andezit ve trakiandezit türde subalkali lavlar olduğunu belirtmişler; ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr oranlarının 0,70427-0,70581 arasında olduğundan hareketle manto-kabuk ilişkisinin varlığına işaret etmiş ve K/Ar yöntemi ile lavlarda yapılan radyometrik yaş

tainlerinde $1.151.000 \pm 76.000$ ile 64.000 ± 15.000 yıl arasında değerler elde etmişlerdir.

Toprak ve Göncüoğlu (1993), bölgeyi kontrol eden iki ana fay sistemi olduğunu, bunlardan ilkinin Tuzgölü-Ecemiş fay zonu ile bunlara paralel Hasandağı fayı, Keiboyduran-Melendiz fayı, Glldağ gömülü fayı, Derinkuyu ve Yeşilhisar faylarından oluştuğunu, ikinci sistemin volkanitlere paralel olnak üzere $K60^{\circ}$ - 70° D doğrultulu olduğunu belirterek, KD-KB doğrultulu fay sisteminin, daha sonraki volkanik ürünler tarafından örtüldüğü için bu fayların Erken Pliyosen'den sonra etkinliğini kaybettiğini ifade etmişlerdir.

Druitt vd. (1995), Alt ve st Acıgöl Tf olarak isimlendirilen iki ana riyolitik birimden Alt Acıgöl Tfnn 180 my önce oluştuğunu, püskürmenin ardından Boğazköy obsidyeninin çıktığını, st Acıgöl püskürmesinin 70-150 my öncesinde gerçekleştiğini ve Kocadağ Tepe gibi domların 70 by önce yükseldiğini söylemişler, Yazarlar, 6x5 km boyutlarındaki Acıgöl kalderası çevresindeki Geç Kuvaterner ve/veya Holosen bazalt ve andezitlerin K-G yönlü bir sıkışmayla ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Erzenoğlu (1995), Nevşehir ili içerisindeki termal ve mineralli suların envanter çalışmasını yapmıştır. Bu amaçla il sınırları içerisindeki 17 adet sahadan su numuneleri olarak analizlerini yaptırmış ve bu sahalarla ilgili zet bilgiler vermişlerdir.

Dhont vd. (1998), Orta Anadolu'daki bölgesel volkanizmanın sıkışmayla değil de gerilmeyele oluştuğunu ve Kapadokya'daki kaldera komplekslerinin atkuyruğu (horsetail) faylarıyla ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Froger vd. (1998), gravite verilerine dayanarak, Kapadokya bölgesinde tanımlanan 10 adet Neojen ignimbiritinin, daha sonraki zamanlarda gelişen tektonik ve sedimanter süreçler ile örtülerek gömülmüş olan kalderalarla ilişkili olduğunu belirterek, ignimbiritlerin kaynağını iki tane olası kalderaya bağlamışlardır. Yazarlara göre daha yaşlı olan Nevşehir-Acıgöl kaldera kompleksi Acıgöl, Nevşehir ve ardak arasında yaklaşık 15 km lik bir çapa sahip olup, Kavak ve Zelve ignimbiritlerinin kaynağıdır. Çiftlik havzası ve Erdaşdağ stratovolkanı arasında bulunan Derinkuyu kaldera

kompleksinin ise, 35x23 km boyutlarında kabaca dikdörtgen bir şekle sahip olup, Sarımaden, Cemilköy, Gördeles ve Kızılkaya ignimbiritlerinin kaynağını oluşturur.

Dönmez vd. (2003), Kayseri-Niğde-Nevşehir bölgesindeki Tersiyer-Kuvaterner yaşlı volkanitlerin korelasyonlarını yaparak, volkanitlerin yaş sorunlarının çözülmesi amacıyla radyometrik yaş tayini analizleri yapmışlardır. Ayrıca Kapadokya yöresinde ilk kez Eosen yaşlı volkanitlerin varlığını ortaya koymuşlardır.

Türkecan vd. (2004), Göllüdağ ve Acıgöl yöresinin Pleyistosen stratigrafisini incelemişler, buralarda yüzeyleyen piroklastik kayaçların kalderalarla ilişkili olduğunu söylemişler, Acıgöl kalderasının 105-115 by önce çöktüğünü belirtmişlerdir.

Ateş vd. (2005), Orta Anadolu'daki Curie noktası derinliğinin 7,9-22,6 km arasında değiştiğini, en sığ derinliklerin Kapadokya ve Erciyes çevresinde gözlemlendiğini ifade etmişlerdir.

Büyüksaraç vd. (2005), havadan manyetik ve gravite anomalilerini proses edip yorumlayarak Kapadokya bölgesinde yüzeyden 5,7km derinlikte ve 4km kalınlığında uzun eksenli D-B doğrultulu olan elips şekilli bir mağmatik kütlenin varlığını ileri sürmüşlerdir.

Dolmaz vd. (2005), Kapadokya Volkanik Provensi içindeki ortalama ısı akışı değerini $158 \pm 35 \text{ mWm}^{-2}$, ortalama sıcaklık gradyanını ise $64 \text{ }^{\circ}\text{C/km}$ olarak bulmuşlar ve bu yüksek değerleri, sığ derinliklere yerleşen magma kütlesi ile açıklamışlardır.

Burçak vd. (2007), Aksaray ilinin doğusundaki Ziga, Acıgöl ve Şahinkalesi sahalarında yaptıkları etüt çalışması sonucunda, sahadaki soğuk suların Ca-Mg-HCO_3 ve Ca-HCO_3 tipi sular, Acıgöl sıcak suları, B içeren $\text{Na-Ca-HCO}_3\text{-Cl}$ tipinde sular, olduklarını belirlemişlerdir. Yapılan Manyetotellürik (MT) çalışmaları sonucunda ısı kaynağı olarak düşünülen, magma kütlelerinin, ortalama derinliklerinin 5-8 km olduğunu belirtmişlerdir.

Ertek ve Öner (2008), Kavak ignimbiritinin alterasyona uğramış kesimlerinden aldığı numunelerde ana mineral olarak kuvars ve kaolenin varlığını bazı örneklerde ise jarosit, illit, simektit, sanidin ve kalsit minerallerinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmacılar, KD-GB doğrultulu bir fay boyunca gözlenen alterasyonun, hidrotermal

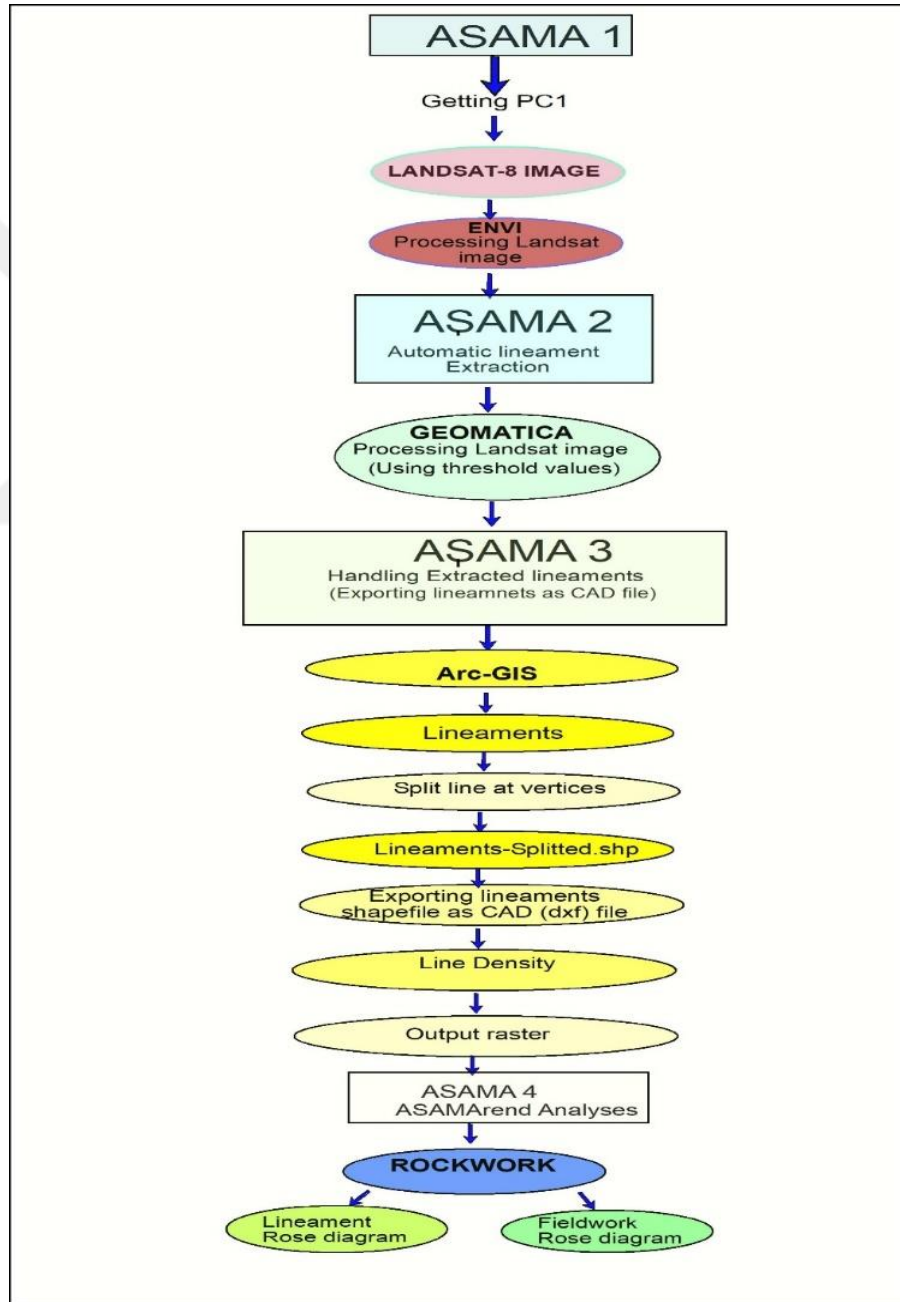
proseslere bağlı olduğunu, fay zonunun merkezinde silisleşme ($>85\% \text{SiO}_2$) şeklinde gözleendiğini, faydan uzaklaştıkça kaolin miktarının arttığını ve en dış zonlarda ise kuvars ve kaolinle birlikte simektit (illit) mineralinin bulunduğunu, Fe_2O_3 konsantrasyonunun azaldıkça kayacın renginin beyazlaştığını belirtmişlerdir.

Aydar vd. (2012), Orta Anadolu Volkanik Provensi içindeki Miyosen-Holosen volkanitleri ile ilgili, zirkon ve Ar/Ar metodu kullanarak yeni jeokronolojik veriler ortaya koymuş ve püskürmelerin iki ana safhada oluştuğunu (8-9 My ve 5-7 My) belirtmişlerdir.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, büro, arazi, jeofizik ve uydu-tabanlı görüntülerin işlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Uydu- tabanlı çizgiselliklerin elde edilmesinde Landsat-8 uydu görüntüsü web sitesinden alınmıştır. Bu görüntü önce Envi programında işleminden geçirilmiştir. Daha sonra Geomatica programında görüntü işlenmiştir. Arc-Gis programında alana ait tektonik çizgisellikler ve bunlara ait haritalar oluşturulmuştur. Bu işlemlere ait akış şeması verilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Uydu-tabanlı çizgisellik oluşturma akış şeması.

3. JEOLojİ

3.1. Genelleştirilmiş Stratigrafi

Çalışma alanı çevresinde, temelde Paleozoyik yaşlı mermer, mikaşist, kalkışist, kuvarsitlerden oluşan Kırşehir Masifi varsa da çalışma sahası içinde gözlenmez. Kırşehir masifinin üzerinde tektonik dokanakla gelen Mamasun Ofiyoliti ve bunları kesen Üst Kretase yaşlı Orta Anadolu Granotoyidleri ile yine aynı yaştaki Karahıdır volkanitleridir (Şekil 3.1). Temeldeki bu birimlerin üzerine Eosen yaşlı Karakepez bazaltları ile bol fosil içeren killi kireçtaşlarından oluşan Çayraz formasyonu uyumsuzlukla gelir. Eosen birimlerini, Oligosen yaşlı kırıntılardan oluşan Mezgit formasyonu örter. Bu birimler üzerine, Pliyosen yaşlı, volkanosedimanter birimler gelir. Tüm bu birimler, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından, uyumsuz olarak örtülür.

Çalışma alanında ise, Orta Anadolu Granotoyidleri, Üst Miyosen yaşlı Ürgüp formasyonu, çeşitli sedimanter seviyelerle birbirinden ayrılan ignimbiritlerden oluşan yedi adet formasyon ile Derinkuyu domlarından oluşur. Bunların üzerine Pliyosen yaşlı Erdaşdağ andezitleri, Kızılkaya ignimbiriti ve Oyludağ bazaltı gelir. Alttaki birimleri uyumsuzlukla üzerleyen Kuvaterner yaşlı birimler, riyolitik lavlar, Acıgöl volkanitleri ve bazaltik lav ve cürufları içeren, Suvermez volkanitlerinden meydana gelir. Alüvyonlar, sahada yüzeyleyen en genç birimdir (Ek-1).

3.1.1. Kırşehir metamorfikleri (Pk)

Kırşehir masifi olarak bilinen metamorfik kayalar, çalışma sahası içerisinde yüzeylememekle birlikte bölgenin en yaşlı kaya topluluğudur. Birim mermer, mikaşist, kalkışist, kuvarsit gibi kayalardan meydana gelir (Şekil 3.1).

Tüm istif, Üst Kretase yaşlı Orta Anadolu granitoyidleri tarafından kesilmiştir. Temele ait bu birimlerin çalışma alanı kuzeyinde Geç Paleosen- Orta Eosen ve Miyosen yaşlı birimler tarafından, uyumsuz olarak örtülür (Demircioğlu, 2014). Ofiyolitik kayalar bindirmeli olarak tektonik dokanakla Kırşehir masifini üzerler. Masife ait birimlerin Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı olduğu düşünülmektedir (Dönmez vd., 2005).

3.1.2. Mamasun ofiyolitik karışığı (Ko)

Çalışma alanı içerisinde gözlenmeyen Mamasun ofiyoliti Nevşehir Acıgöl ilçesi güneyindeki Ziyaret Tepe çevresinde ve Mustafapaşa ile Ayvalı köyleri arasında mostra verir. Birim, Ayvalı'nın doğusu ile kuzeyindeki Özengi çayı içerisinde ve köyün yaklaşık 4 km GD'sundaki Kara Tepe'de küçük yüzlekler verir (Şekil 3.1).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENEZOYİK	KUVATERNER		Alüvyon		Qal		Kum, çakıl
			Yamaç Molozu		Qym		İri kayaç parçaları
			Traverten		Qtr		Traverten
			Kızılırmak Çakıltısı		Qkç		Orta iri taneli, iyi boylanmış.
			Acıgöl Volkaniti (Qa)	Piroklastik	Qgr		Acıgöl Volkanitleri: pembe, beyaz renkli maar ve kaldera piroklastikleri ile riyoit ve obsiyenlerden oluşur.
			Suvermez Volkaniti (Qsc)	Riyoit	Qar		Suvermez Volkanitleri: Kırmızı ve siyah renkli bazaltik curuf ve bazaltik lavlar.
			Hasandağı 1. Evre Kül ve blok akması	Bazaltik curuf	Qsc		
			Göllüdağ Volkaniti (Qg)	Bazalt	Qsb		
			Keçiboydurun Volkaniti	Piroklastik	Qhb1		Andezit blokları ile tüflerin birarada depolanması.
				Riyoit	Qgr		Beyaz, sarımsı renkli piroklastikler ile obsiyen içeren riyoitlerden meydana gelir.
	TERTİSİYER	PİYÖSEN		Piroklastik	Qgpr		Andezit ve piroklastikler
			Oyludağ Bazaltı	Andezit	Tpo		Siyah renkli, boşluklu bazalt.
			Çınarlı Volkaniti		Tpç		Andezit
			Tepeköy Volkaniti		Tpt		Bazalt
			Kışladağ		Tpki		Açık renkli, fosil kavrılı, boşluklu kireçtaşı.
			Kızılkaya İgnimbiriti		Tpk		İyi kaynaklanmış, pembe renkli İgnimbirit.
			Keçikaletpe bazaltı		Tpke		Bazalt.
			Erdağdağ Volkaniti		Tpe		Andezit, bazaltik andezit.
			Balcı Volkaniti		Tmb		Altare volkanit ve piroklastikler.
		ÜST MİYÖSEN	Ordup Formasyonu	Derinkuyu Domları	Tmü		Andezitik, dasitik domlar.
				Gördeles İgnimbiriti	Tmüg		Gri renkli İgnimbirit.
				Tahar İgnimbiriti	Tmüt		Akarsu-göl çökelleri.
				Cemilköy İgnimbiriti	Tmüc		Pembe renkli, yumuşak İgnimbirit.
				Mustafapaşa Üyesi	Tmüs		Akarsu-göl çökelleri.
				Sarımaden İgnimbiriti	Tmüz		Sarı, krem renkli İgnimbirit.
				Zelve İgnimbiriti	Tmüz		Akarsu-göl çökelleri.
				Karaköy İgnimbiriti	Tmük		Killi, kumlu, çökellerle arakatlı bazalt.
					Tmüs		Gri renkli, iyi kaynaklanmış İgnimbirit.
					Tmüz		Akarsu-göl çökelleri.
					Tmük		Pembe, yer yer beyazımsı sarımsı renkli İgnimbirit.
	MESOZOYİK	KRETASE	Üst Kretase	Mezgit	Tom		Sarımsı, beyaz renkli İgnimbirit.
				Karakepez Bazaltı	Tekb		Kırmızı, bordo, kahve renkli kumtaşı, silttaşı, konglomera.
				Çayraz	Teç		Siyah renkli bazalt.
					Teç		Bol fosilli kili kireçtaşı, kireçtaşı.
				Karadut Volkaniti	Mkv		Andezit, trakiandezit, trakit, riyoit, riyoitasit, dasit.
				Orta Anadolu Granitleri	Kg		Granit, granodiyorit, siyenit, tonalit.
				Mamasun Ofiyolitik Karışığı	Ko		Ofiyolit
				Kırşehir Metamorfizmaları	Pk		TEKTONİK DOKANAK
							Mermer, mikasist, kalkışit, kuvarsit.
							Ölçeksizdir

Şekil 3.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Durdu vd. (2011)'den değiştirilerek alınmıştır).

Gabro, pegmatitik gabro, diyabaz, çört ve serpantinit karmaşasından oluşmaktadır (Dönmez vd., 2005). Özengi çayında, Orta Anadolu Granitoyidlerine ait birimler tarafından kesilmiş olup, çatlaklar boyunca gelişen alterasyonlar gözlenir. Burada birimin üzerine Kavak ignimbiriti uyumsuzlukla gelir (Şekil 3.1 ve 3.2). Ofiyolitik melanj olarak adlandırılan birimler, Üst Kretase'de bindirmeli olarak bölgeye yerleşmiştir (Dönmez vd., 2005). Yalınız vd., (2000)'nin, Orta Anadolu Ofiyolitlerine karşılık gelir.

3.1.3. Orta Anadolu granitoyidleri (Mog)

Birim çalışma alanında, Nevşehir il merkezinin yaklaşık 2km doğusunda yüzeyler. Mustafapaşa'nın GB'sındaki Gomeda vadisi içerisinde de yüzeylemekle birlikte haritalanamayacak kadar küçüktür. Başlıca granit, monzonit, siyenit, gibi kayaçlar ve bunların porfirlerinden oluşur (Dönmez vd., 2005). Birim, Nevşehir'in doğusundaki yüzleklerinde oldukça altere olmuştur. Bazı yerlerinde elle dağılabilir. Acıgöl çevresinde ise sert ve masif görünümlü olup iri sanidin kristalleri içerir. Gomeda vadisi içinde ise ince taneli aplitlere benzer bir şekilde yüzeyler. Birim genelde aplit daykları tarafından kesilmiş olup yer yer altere olmuştur. Seymen (1981) tarafından Baranadağ Graniti ve Granodiyoriti olarak adlandırılmıştır ve Paleosen yaşı verilmiştir. Ancak Ayhan vd. (1988) Üst Kretase, Göncüoğlu (1985) Alt Senomaniyen yaşlı granitoyidler olarak tanımlamışlardır (Ek-1).



Şekil 3.2. Özengi Çayı içerisindeki Mamasun ofiyoliti ve üzerine uyumsuzlukla gelen Kavak ignimbiriti (Bakış KB'ya doğru).

3.1.4. Ürgüp formasyonu

Birim ilk olarak, Pasquare (1968) çalışmasında, Ürgüp formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim çakıltası, ince taneli kumtaşı, silttaşı, kiltası, kireçtaşı ile ignimbirit ara seviyeleri içeren birim Cemilköy İgnimbriti, Sarıca Volkaniti, Mustafapaşa Üyesi, Sarımadentepe İgnimbriti, Zelve İgnimbriti, Kavak İgnimbriti, Tahar İgnimbriti, Gördeles İgnimbriti ve Derinkuyu Domları olmak üzere 9 üyeden oluşmaktadır. Çalışma alanı içinde izlenebilen 4 üye haritalandırılmıştır. Sedimanter seviyelerin kalınlığı genelde azdır (Şekil 3.3).

3.1.5. Kavak ignimbiriti (Tmük)

Kavak ignimbiriti, ilk olarak, Pasquare (1968) çalışmasında, Kavak üyesi olarak adlandırılmıştır. Schmacher vd. (1990) çalışmasında, Alt ve Üst Göreme ignimbiritleri şeklinde ayırtlanmıştır. Birim, Ercan vd. (1992) tarafından Gülşehir Tüfü, Temel (1992) çalışmasında, Kavak Üyesi, Le Pennec vd. (1994) çalışmasında ise, Kavak İgnimbiriti olarak adlandırılmıştır. Birim, Schumacher ve Schumacher (1997)'in Akdağ-Zelve ignimbiritine karşılık gelir.

Kavak ignimbiriti, Kapadokya bölgesinde yüzeyleyen en yaşlı ignimbirit olup Nevşehir merkez ve Çat kasabası çevresinde, beyaz, bej, sarımsı, yer yer yeşilimsi beyaz ve krem renklerde gözlenir (Şekil 3.3).

Bu birim, oldukça çatlaklı bir yapıya sahiptir. Soğuma çatlakları ve tansiyon çatlakları görülmektedir. İgnimbiritin içerisindeki pomzalar çoğunlukla küçük boyutludur ve maksimum boyutu 10 cm'yi geçmez. Litik taneler ofiyolitik, magmatik kökenlidir.

Alt ve üst seviyelerinde Ürgüp formasyonuna ait sedimanter kayalar bulunur. Bu seviyeler ince, orta tabakalı kiltası, kumtaşı, marn, kireçtaşı ve yer yer konglomera şeklindedir.

Nevşehir yöresindeki peri bacaları, Kavak ignimbiriti içerisinde ve bu ignimbiritin aşınması sonucunda oluşmuştur. Özellikle Mustafapaşa civarında, aşınmadan dolayı, derin ve dik vadiler oluşturmuştur. Nevşehir-Gülşehir yolu boyunca, açılmış olan yer altı depoları da bu birim içerisinde (Ek-1).

Kavak ignimbiriti birbirlerinden konglomeratik, laharik veya flüviyatik oluşumlarla ayrılan piroklastik akıntılardan oluşmaktadır.

Kalınlılığı 10-150 m arasında değişir (Ertek ve Öner, 2008). Le Pennec vd. (1994), Kavak ignimbiritinin kaynak alanı olarak Nevşehir ile Derinkuyu arasındaki bölgeyi işaret etmişlerdir.

K-Ar metodu ile yapılan yaş tayini, 8,6-11,2 My arasında yaşlar vermiştir (Innocenti vd. 1975; Temel, 1992).

K-Ar metodu ile yapılan yaş tayini, 8,6-11,2 My arasında yaşlar vermiştir (Innocenti vd. 1975; Temel, 1992).



Şekil 3.3. Kavak ignimbiritinden genel bir görünüm (Ayvalı-Güneyce yolu üzerinden kuzeye doğru bakış).

3.1.6. Sarımadentepe ignimbiriti (Tmüs)

Sarımadentepe ignimbiriti, Aralık Tepe civarında küçük bir alanda ince bir şerit halinde gözlenmektedir.

Birim, burada, sıkı tutturulmuş bir yapıdadır. Sütun şeklinde yapılar görülmektedir. Bu soğuma çatlaklarının sonucunda oluşmuştur. Birimin rengi, alt ve üst seviyelerde farklılıklar göstermektedir. Alt kesimler, daha açık, gri-bej renkte görülmektedir.

Üst kesimlerde ise, birimin ve içerdikleri pomzaların renkleri daha koyu renkte ve koyu gri-siyah arasında renklerde bulunur. Birimde bulunan pomzalar, genellikle olarak küçük boyutludur (Şekil 3.4). Porfirik bir doku gösteren pomzalar lifsi ve yuvarlak doku arasında bir geçiş göstermektedirler. Tane boyları birbirine yakındır. Matriks ve pomzalar kristallerce (plajiyoklas, biyotit, kuvars, nadiren de piroksen, amfibol ve opak mineraller) zengindir (Temel, 1992). İçinde yoğun olarak izlenebilen kayaç parçacıkları ise, volkanik kökenli olup, andezit, bazalt ve dasit bileşimli özelliktedir. Sarımadentepe ignimbiritinin kalınlığı 10-20 m arasındadır.

Birimi oluşturan, volkanik kaynağın, çalışma alanı dışındaki, Derinkuyu havzasında Kayırlı ile Kaymaklı civarındaki bir bölgede olmasının gerektiği, Le Pennec vd. (1994) tarafından belirtilmektedir. Innocenti vd., (1975) çalışmalarında, bu birimlerdeki kayaçlarda yaptıkları, K-Ar yöntemi ile yapılan yaş tayininde $8,0 \pm 1,6$ - $8,0 \pm 1,6$ My bulunmuştur. Bu radyometrik yaşlar Sarımadentepe ignimbiritinin Üst Miyosen'de oluştuğunu göstermektedir (Dönmez vd. 2003). Sarımadentepe ignimbiriti, Beekman (1966)'ın Göstük ignimbiritine karşılık gelir.



Şekil 3.4. Sarımadentepe ignimbiritinin Mustafapaşa güneyindeki genel görünümü (bakış D'ya doğru).

3.1.7. Gördeles ignimbiriti (Tmüg)

Dönmez vd. (2005) çalışmalarında, adlandırılmıştır. Birim, pomza, litik ve vitrik parçalardan oluşmaktadır. Piroklastik malzemelerden oluşmaktadır. Keçikale Tepe, Kulaklıkepez Tepe ve Kale Tepe civarında gözlenmektedir.

Birimin, alt seviyeleri, küçük boyutlu ve boşluklu pomzalar içermektedir. Üst seviyelerde ise, pomzaların boyutunda artışlar görülmektedir. Pomzaların içerisindeki iri feldispat ve kuvars minerallerinin lifsi, kıymıksı mimeraller tarafından bir gözü andıracak şekilde sarılması oldukça tipiktir (Dönmez vd., 2005).

Innocenti vd. (1975) çalışmasında yapılan yaş tayinlerine göre, $6,8 \pm 1,4$ ve $7,8 \pm 1,6$ My yaşlar belirlenmiştir. Bu radyometrik yaş verilerine göre birimin yaşı Üst Miyosen'dir (Dönmez vd., 2005).

Birim, Pasquare (1968)'nin Sofular ignimbiriti, Batum (1978)'un Gelveri ignimbiriti ile eşdeğerdir.

3.1.8. Derinkuyu domları (Tmüd)

Derinkuyu çevresinde bulunan Sivri Tepe, Aşıklı Dağ, Göz Tepe ve çevresindeki tepelerde yüzeyleyen andezitik bileşimli domlar Derinkuyu Domları adı altında toplanmıştır. Sivri Tepe'deki kayaçlar, ince taneli, gri-pembe renkli lavlardan oluşur. İncekesit çalışmalarında andezit olarak tanımlanmışlardır (Dönmez vd., 2003). Aşıklı dağ domu, gri, pembe, mor renkli afanitik lavların yığılması ile oluşmuş bir dom olup, mikroskopik incelemelerde latit andezit olarak tanımlanmıştır (Dönmez vd., 2003). Göztepe domu lavları, makroskopik olarak gri renkli, feldispat ve hornblend fenokristallidir. Derinkuyu domları, bazı yerlerde Erdaşdağ volkanitlerine çok benzerlik göstermektedir. Göztepe domundan K/Ar yöntemiyle yapılan radyometrik yaş tayininde $7,3 \pm 0,7$ My yaş elde edilmiştir (Dönmez vd., 2003). Bu da Göztepe domunun Geç Miyosen'de oluştuğunu gösterir. Işık (2001) çalışmasından Kızıldağ volkanitlerine eşdeğerdir.

3.1.9. Erdaşdağ volkaniti (Tpe)

Dönmez vd., (2003) tarafından Erdaşdağ volkanitleri olarak isimlendirilen birim Kaymaklı'nın batısında Özlüce köyünde yüzeylemektedir. Gri, pembe renkli andezitik lavlar ile aglomeradan oluşan birimde feldispat fenokristalleri belirgindir. Olanca (1994), Sivri Tepe'den aldığı bir numunede K/Ar yöntemiyle $4,51 \pm 0,17$ My yaş saptamıştır. Buna göre birimin yaşı Pliyosen olmalıdır (Ek-1).

3.1.10. Keçikaletepe bazaltı (Tpke)

Nevşehir batısında, Balcın köyünün doğu kesimlerinde yüzeyler. Birim, siyah, kırmızı renkli bazik lavlardan oluşur. Lavlar petrografik incelemelerde toleyitik bazalt olarak tanımlanmıştır (Dönmez vd., 2003). Kızılkaya ignimbiritinin altında yer alan birimin yaşı Pliyosen olmalıdır.

3.1.11. Kızılkaya ignimbiriti (Tpk)

İlk kez Beekman (1966) tarafından adlandırılmış olan birim, Balcın ve Basansarnıç köyleri çevresinde, Derinkuyu, Kaymaklı doğusunda yüzeylemektedir. İgnimbiritin dış yüzeyi pembemsi kahverenkli, taze yüzeyi, pempe, bej renkli ve iyi kaynaklandığı için de serttir. İgnimbiritlerde sütunsal çatlaklar iyi gelişmiştir. Birimin içerisindeki tanelerin zaman içerisinde alterasyonu ve düşmesi sonucunda, dış görünümü boşluklu bir yapı kazanmıştır (Şekil 3.5, 3.6, 3.7). Pomzalarda fiyamme yapısı gözlenir. Bu birimden elde edilen radyometrik yaşlar 4.4-5.4 My (Innocenti vd., 1975) ile 4.9-5.5 My Batum (1978) arasında değişir. Buna göre birimin yaşı Alt Pliyosen'dir (Ek-1).

Bu birimler, yer yer alterasyon özellikleri de göstermektedir. Ayırmaya müsait olan volkanik malzeme kolayca alterasyona uğramışlardır. Bu malzemeler, özellikle, pomza üretimi için oldukça uygundur. Yörede bu birimler üzerinde önemli pomza işletmeleri bulunmaktadır. Özellikle boşluklu yapılarından dolayı inşaat malzemesi olarak kullanımı oldukça yaygındır. Bazı alanlarda da kullanımı mevcuttur.



Şekil 3.5. Kızılkaya ignimbiritinin görünümü.



Şekil 3.6. Kızılkaya ignimbiriti ve Kavak ignimbiritinin görünümü.



Şekil 3.7. Kızılkaya ignimbritinde gözlenen boşluklu yapı.

3.1.12. Oyludağ bazaltı (Tpo)

Nevşehir'in kuzey ve güneyinde ince uzun bir şerit halinde yüzeyleyen bazaltlar Oyludağ bazaltı olarak tanımlanmıştır (Dönmez vd., 2003). Birim siyah renkli bazaltik lavlardan oluşur. Bazaltın alt seviyeleri ince, levhamsı ayrışmalı, üst seviyeleri ise bloklu görünümlü ve bol gaz boşlukludur. Bazaltlar, Kavak ignimbritinin üzerine uyumsuz olarak gelir (Ek-1). Acıgöl piroklastiklerine ait, dökülme yoluyla oluşan ve tabakalanma gösteren lapilli pomza seviyeleri tarafından üzerlenir. Nevşehir Kalesi'ndeki yüzleklerinden K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayininde $1,91 \pm 0,20$ My, Sivritepe'deki yüzleklerinden $2,1 \pm 1,5$ My (Dönmez vd., 2003), Basansarnıç köyü batısından ise Ar/Ar yöntemiyle $1989,4 \pm 38,9$ my. (Doğan, 2011) bulunmuş olup bu değerler volkanizmanın Üst Pliyosen'de etkin olduğunu göstermektedir. Doğan (2011), Basansarnıç köyü batısındaki yüzleklerine, Evren Sırtı bazaltı adını vermiştir.

3.1.13. Suvermez cürufu (Qsc)

Çalışma alanı ve çevresinde, genellikle tepecikler şeklinde görülmektedir. Bazaltik bileşimli olarak görülen volkanik ürünlerdir. Bazaltik cüruf ve lavlar şeklinde gözlenmektedir. Siyah, koyu kahve renkli olarak görülürler. Birim, Kuvaterner yaşlıdır (Ek-1).

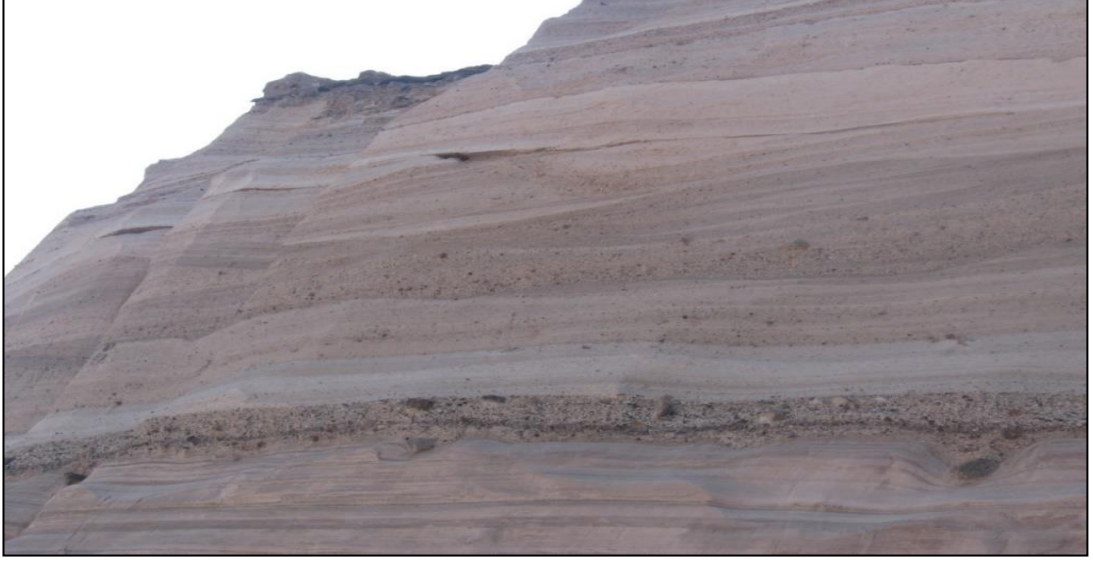
3.1.14. Acıgöl volkaniti (Qa)

Riyolitik bileşimli lavlardan oluşan domlar ve bunlarla ilişkili asidik karakterli piroklastik çökeller Acıgöl volkaniti adı altında incelenmiş olup, Acıgöl piroklastikleri ve riyolitleri olarak iki üyeye ayrılmıştır (Dönmez vd. 2003). Birim, Kuvaterner yaşlıdır (Ek-1).

3.1.15. Acıgöl piroklastikleri (Qapr)

Nevşehir il merkezi ve çevresinde, Alacaşar, Balcın ile Kaymaklı arasında geniş alanlarda yüzeyleyen birim asidik bileşimli piroklastik kayalarından oluşur. Acıgöl piroklastikleri, domların etrafında bulunan tuf halka ve konileri ile kaldera ve maar oluşumu ile ilişkili piroklastik birimlerden meydana gelir.

Çoğunlukla, pembe, krem, bej, kirli beyaz renlerde gözlenen birim içerisinde bulunan pomzaların boyu kül boyutundan lapilli boyutuna kadar değişir. İçerisinde yine aynı boyutlarda olan, ancak bazı yerlerde blok boyutuna varan büyüklüklerde litik kayalar da içerir. Bunlar obsideyen, riyolit, bazalt, granit ve ofiyolit bileşimlidir. Birim bazen masif, bazen de tabakalı ve lamine şeklinde gözlenir. Kumtepe çevresinde düşme yapıları ve çapraz tabakalanmalar da vardır (Şekil 3.8). Formasyon çok gevşek olarak tutturulmuş olup, pomzaların iri taneli olduğu yerlerde işletildiği ocaklar mevcuttur. Kuvaterner yaşlı olan Acıgöl piroklastikleri, Pasquare (1968)'in Alacaşar tufu ve Kumtepe Külü'ne, Druitt vd., (1995)'nin Alt ve Üst Acıgöl tufu ile Korudağ tufüne karşılık gelir (Ek-1).



Şekil 3.8. Kumtepe civarında, Acıgöl piroklastikleri içerisinde görülen çapraz tabakalanma ve düşme yapıları.

3.1.16. Acıgöl riyolitleri (Qar)

Acıgöl kalderası içi ve çevresindeki riyolitik bileşimli domlar bu isim altında incelenmiştir. Birim, Asmadağı Tepe, Tülüce Tepe, Büyük Tepe, Korudağ Tepe, Güneydağ Tepe (Şekil 3.9), Kaleci Tepe, Kuzey Tepe, Vığla Tepe ve Susamsivrisi Tepe’de yüzeyler. Bunlardan Asmadağı Tepe domu bir resurgent domdur (Türkecan vd., 2004).

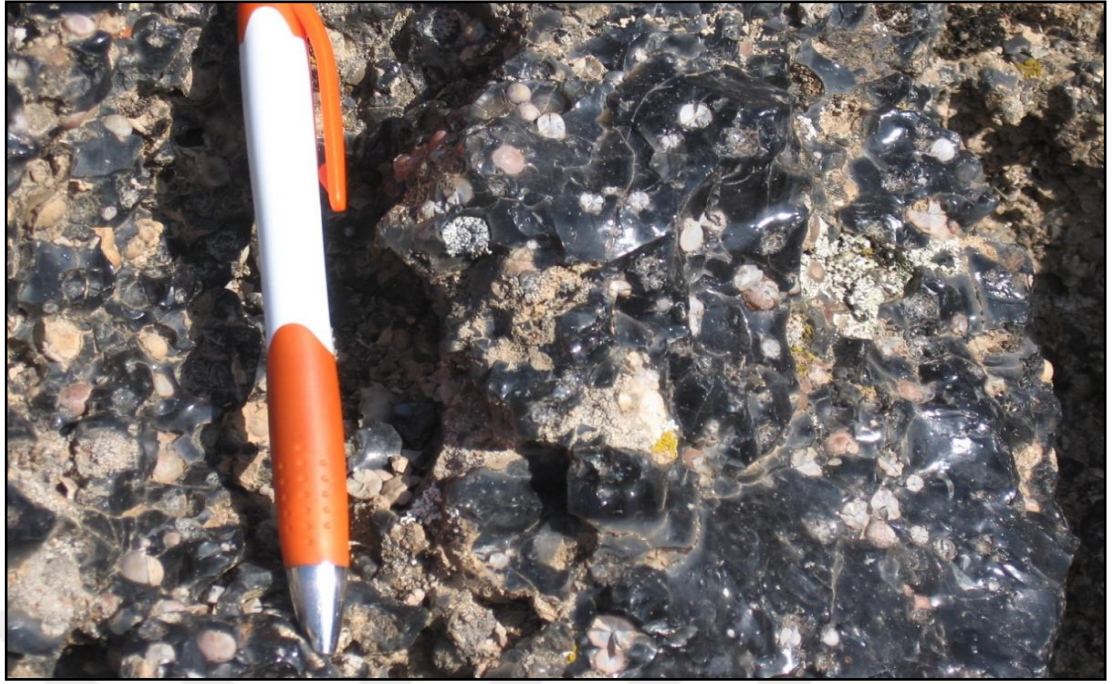
Riyolitler, genellikle grinin değişik tonları ile pembemsi renklerde, sık sık bantlı yapıda gözlenir (Şekil 3.10). Kocadağ, Asmadağı Tepe ve Boğazköy çevrelerinde, genellikle siyah, yer yer de kahve renkli obsidyenlerle birlikte bulunur. Konkoidal kırılma şekli ve küresel oluşuklar, obsidyenlerde görülen en belirgin doku çeşididir (Şekil 3.11). Korudağ Tepe’nin batı kenarında ve diğer bazı yerlerde perlitleşmeler gözlenir. Acıgöl riyolitleri çok yakın zamanlarda oluşmuş olup (Çizelge 3.1) Kuvaterner yaşlıdır (Ek-1).



Şekil 3.9. Karapınar köyü kuzeyindeki Güneydağ Tepe riyolit domu.



Şekil 3.10. Riyolitlerde gözlenen bantlı yapı ve içerisindeki obsidyen oluşumları.



Şekil 3.11. Obsidyenlerde gözlenen küresel yapılar.

Çizelge 3.1. Riyolitik domlardan yapılan yaş tayinleri.

Dom Adı	Yaş (My)	Yöntem	Referans
Kocadağ	93 ± 2	K/Ar	Türkecan vd., 2004.
	77 ± 4	Fizyon izi	Bigazzi vd., 1993.
Korudağ	20 ± 6	Fizyon izi	Bigazzi vd., 1993.
Güneydağ	20		Bigazzi vd., 1993.
Asmadağı Tepe	160 ± 3		Türkecan vd., 2004.

3.1.17. Alüvyon (Qal)

Çalışma alanında eski vadi, vadi ve akarsu yatakları ve ova düzlüklerini oluşturan çakıl, kum ve kil malzemeleridir.

3.2. Çalışma alanı hidrojeolojik özellikleri

Çalışma alanı ve çevresindeki jeolojik birimler hidrojeolojik özelliklerine göre geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz birimler olarak karakterize edilmektedir.

Jeotermal sistemin ısıtıcı unsurun, volkanizma ile birlikte tektonizmanın da etkisinin olacağı düşünülmektedir. Bölgede, ısı kaynağı olarak değerlendirilebilecek genç volkanik oluşumlar mevcuttur. Nevşehir sahasının jeotermal modeli olarak, derinlerde yerleşmiş olan soğumamış magmatik intrüzyon kütlelerinden kabukta yayılan ısı enerjisinin, fay düzlemleri boyunca derinlere inen ve rezervuar kayalarda depolanmış olan meteorik kökenli suların ısınmasını, mineral ve erimiş gazlarla zenginleşmesini sağladığı düşünülmektedir. Isınan ve mineralce zenginleşen bu sular basıncın da etkisiyle fay zonları, kırık ve çatlaklar boyunca yüzeye çıkarak sıcak su kaynaklarını oluşturmaktadırlar.

Çalışma sahası ve çevresinde yer alan birimlerden Mesozoyik yaşlı metamorfik ve volkanik birimlerin, sahip oldukları kırık çatlak sistemleriyle jeotermal rezervuar özelliği taşıdığı düşünülmektedir. Jeotermal sistemin örtü birimleri ise daha genç yaşlı sedimanter ve piroklastik birimlerdir.

Çalışma sahası ve çevresinde Geç Miyosen'den başlayarak günümüze kadar devam eden bir volkanik faaliyet söz konusudur. Volkanizmadan çıkan ürünler geniş alanlar kaplamakta olup, bu genç volkanizma faaliyetlerinin bölgede varlığı bilinen jeotermal ısı için kaynak olabileceği öngörülmektedir.

4. YAPISAL JEOLJİ

KD-GB doğrultusu boyunca uzanan ve uzun eksenini yaklaşık 300 km olan KVP, batıda sağ yanal doğrultu atımlı Tuzgölü fay zone, doğuda ise sol yönlü doğrultu atımlı Ecemiş fay zone tarafından sınırlanmıştır. KB-GD doğrultulu Tuzgölü fay zone, yaklaşık olarak 190-200 km uzunlukta ve 5-20 km genişliktedir. Doğu sınırı oluşturan Ecemiş fay zone, KD-GB doğrultulu, yaklaşık olarak 2-15 km genişliğinde, sol yönlü doğrultu atımı olan oblik bir fay zoneudur (Dirik ve Göncüoğlu, 1996).

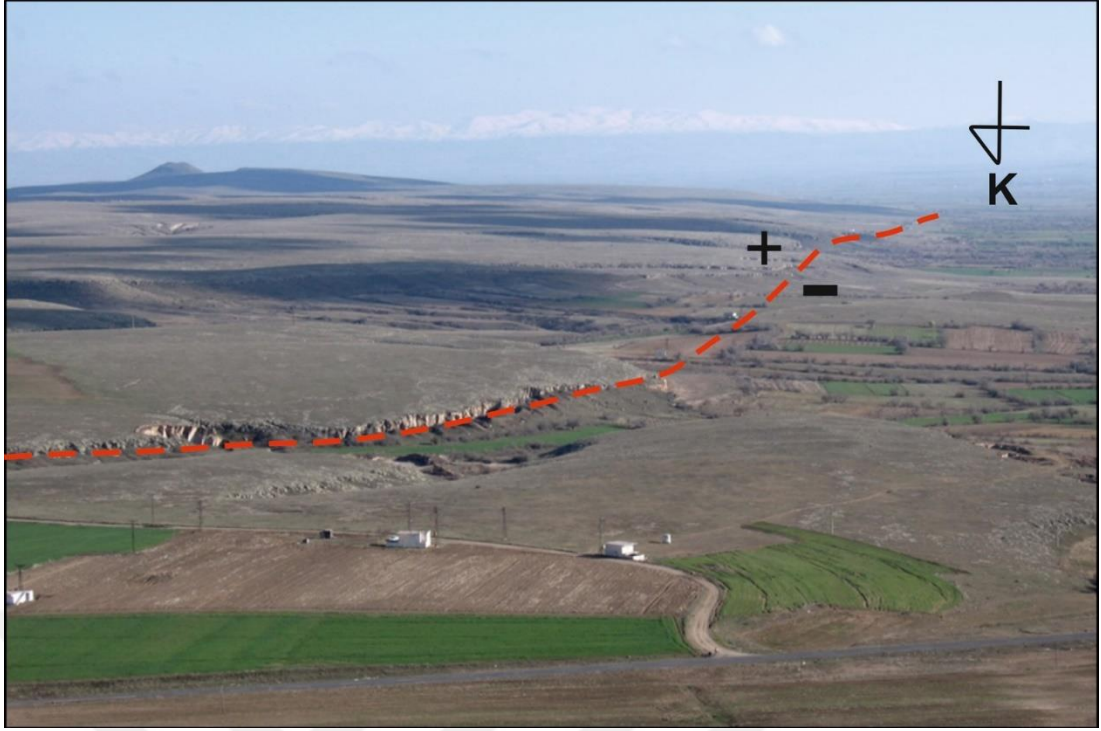
Demircioğlu (2014) çalışmasında, çalışma alanı kuzeyindeki, Gülşehir ve çevresinde yaptığı çalışmada, Paleosen-Orta Eosen yaşlı birimlerin, en az 3 evreli kıvrımlanmaya uğradıklarını belirtmiştir. Bu birimler üzerinde, faylı ve çatlaklı yapılar gelişmiştir. Çalışma alanının temelini de oluşturan bu birimler, jeotermal sular için, akifer özelliği gösterebilecektir.

Çalışma alanında, Acıgöl kalderasındaki obsidyenlerin yüzeyletiği yerler, ring fayı olarak değerlendirilmektedir. Obsidyenler bu faylar boyunca yüzeye ulaşmıştır. Nevşehir il merkezi güneydoğusunda KB-GD doğrultulu önemli muhtemel faylar bulunmaktadır. Sahada ayrıca Derinkuyu fayı ve Karadağ fay seti olarak daha önceki çalışmacılar tarafından isimlendirilmiş olan faylar, ayrı başlıklar olarak anlatılmıştır. Çalışma sahasındaki riyolitik domlar ve cüruf konileri göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, bölgede bol miktarda çizgiselliklerin olabileceği görülmektedir.

4.1. Derinkuyu Fayı

Derinkuyu fayı (Şekil 4.1), bölgede gözlenen en önemli faylarda biri olup, Derinkuyu Toprak ve Kaymakçı, (1995) veya Misli (2007) havzasını doğudan sınırlar. K-G doğrultusu boyunca uzanan fay eğim atımlı normal fay karakterindedir ve batı bloğu, doğudaki bloğa göre düşmüştür. Toprak ve Kaymakçı, (1995) tahmini düşüm miktarını 50m olarak vermişlerdir.

Derinkuyu-Nevşehir yolu boyunca, oldukça net görülmektedir. Arazinin, bitki örtüsü bakımından fakir olması, fayın takibini kolaylaştırmaktadır.



Şekil 4.1. Derinkuyu fayı (Sivri Tepe'den güneye doğru bakış).

4.2. Karadağ Fay Seti

Çalışma alanında gözlenmeyen fakat Toprak (1994) tarafından Karadağ fay seti olarak adlandırılan kırıklar, Karadağ çevresinde yüzeyleyen ve Ürgüp formasyonu içerisinde gelişmiş olan bir fay grubundan oluşur. Fay seti Orta Kızılırmak Fay Zonu'nun Toprak (1994) bir kısmını oluşturur. Bu faylar arasında kalan Karadağ, kabaca D-B uzanımlı bir horst şeklindedir. Bölgede oluşan travertenlerin oluşumu bu fay seti ile ilişkilidir. Faylar boyunca yüzeye çıkan akışkanlar, fay çevresinde silisleşme, killeşme gibi alterasyonlara neden olmuşlardır.

4.3. Volkanizma

Bölgede Geç Miyosen'den başlayarak günümüze kadar devam eden bir volkanik faaliyet söz konusudur. Volkanizmadan çıkan ürünler geniş alanlar kaplamakta olup, bunlara ilişkin çeşitli bilgiler (Çizelge 4.1)'de verilmiştir.

Farklı zamanlarda, farklı kaynak yerlerine ait veriler, farklı çalışmalarda verilmiştir. Bunlar da tablo şeklinde verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışma alanında yüzeyleyen Miyosen-Pliyosen yaşlı piroklastiklerin bazı özellikleri ve kaynak alanları.

Birimin Adı	Alanı (km ²)	Hacmi (km ³)	Ortalama Kalınlık (m)	Kaynak Alanı	Referans
Kızılkaya	10.600	180	15-20	Göllüdağ-Derinkuyu arası	Le Pennec vd., 1994.
	8500-10.600	50-100		Edikli (Misli havzasında)	Schumacher ve Schumacher, 1996
				Derinkuyu	Piper vd., 2000
				Göllüdağ kuzeyi	Le Pennec vd., 2005
Gördeles	3600	110	10-20	Şahinkalesi T. KD su	Le Pennec vd., 1994
				Erdasdağ güneyi	Le Pennec vd., 2005
Cemilköy	8600	300		Derinkuyu	Le Pennec vd., 1994
				Derinkuyu	Piper vd., 2000
Sarımaden	3900	80		Derinkuyu	Le Pennec vd., 1994
				Derinkuyu	Piper vd., 2000
Zelve	4200	120	60	Nevşehir güney/güneybatısı	Le Pennec vd., 1994
				Çardak	Piper vd., 2000
				Kaymaklı'nın 6k m KD'su	Schumacher ve Schumacher, 1997
Kavak	2600	80	>100	Çardak	Le Pennec vd., 1994
				Çardak	Piper vd., 2000
				Kaymaklı'nın 6km KD'su	Schumacher ve Schumacher, 1997

Kuvaterner yaşlı Göllüdağ kalderası Le Pennec vd., (1994) ile Froger vd., (1998) tarafından tanımlanan Neojen yaşlı Derinkuyu kalderası içerisinde bulunurken, Acıgöl kalderası Neojen yaşlı Acıgöl-Nevşehir kalderası içerisinde yer alır (Türkecan vd. 2004).

4.4. Faylar ve çatlaklar

KD-GB doğrultusu boyunca uzanan ve uzun eksenini yaklaşık 300 km olan KVP, batıda sağ yanal doğrultu atımlı Tuzgölü fay zone, doğuda ise sol yönlü doğrultu atımlı Ecemiş fay zone tarafından sınırlanmıştır. KB-GD doğrultulu Tuzgölü fay zone, yaklaşık olarak 190-200 km uzunlukta ve 5-20 km genişliktedir. Doğu sınırı oluşturan Ecemiş fay zone, KD-GB doğrultulu, yaklaşık olarak 2-15 km genişliğinde, sol yönlü doğrultu atımı olan oblik bir fay zoneudur (Dirik ve Göncüoğlu, 1996). Çalışma alanı kuzeyindeki, Salanda fay zoneu da oldukça önemli fay zoneudur.

Çalışma alanında, genişlemeli tektonik rejimde oluşan normal faylanmalar görülmektedir (Şekil 4.2a). Özellikle granitlerde, farklı deformasyon evrelerinde oluşmuş makaslama çatlakları oluşmuştur (Şekil 4.2b). Yine bu granitlerde, genişlemeli tektonik rejimde oluşan, tansiyon çatlakları da gelişmiştir (Şekil 4.2c).



Şekil 4.2. Çalışma alanındaki fay ve çatlaklar.

Alanda, Geç Miyosen-Pliyosen sonrası oluşan, genişlemeli tektonik rejim sonucunda, tansiyon çatlakları oluşmuştur. Çalışma alanında, Geç Miyosen yaşlı İgnimbritlerde, tansiyon çatlakları görülmektedir (Şekil 4.2d). Pliyosen yaşlı, Kızılkaya ignimbritlerinde de genişlemeli tektonik rejimin etkisiyle tansiyon çatlakları oluşmuştur (Şekil 4.2e).

Göllüdağ çevresinde cüruf konisinin bulunmaması, aşağıda büyük bir silisik mağma odasının bulunduğu ve bu magmatik kütleinin, mantodan türeyen bazaltların yukarıya çıkmasını engellediği şeklinde yorumlanabilir (Druitt vd., 1995).

4.4.1. Makaslama (kesme) çatlakları

Makaslama çatlakları, sıkışmalı tektonik rejimlerde gelişen çatlaklardır. Çalışma alanında, Geç Kretase yaşlı granitlerde, farklı evrelere bağlı makaslama çatlakları görülmektedir. (şekil 4.2b). Makaslama çatlaklarına ait doğrultuların, gül diyagramında değerlendirilmesiyle, sıkışma yönlerinin belirlenmesi mümkündür. Doğrultu düzlemleri arasındaki, dar açı ortay sıkışma yönünü vermektedir.

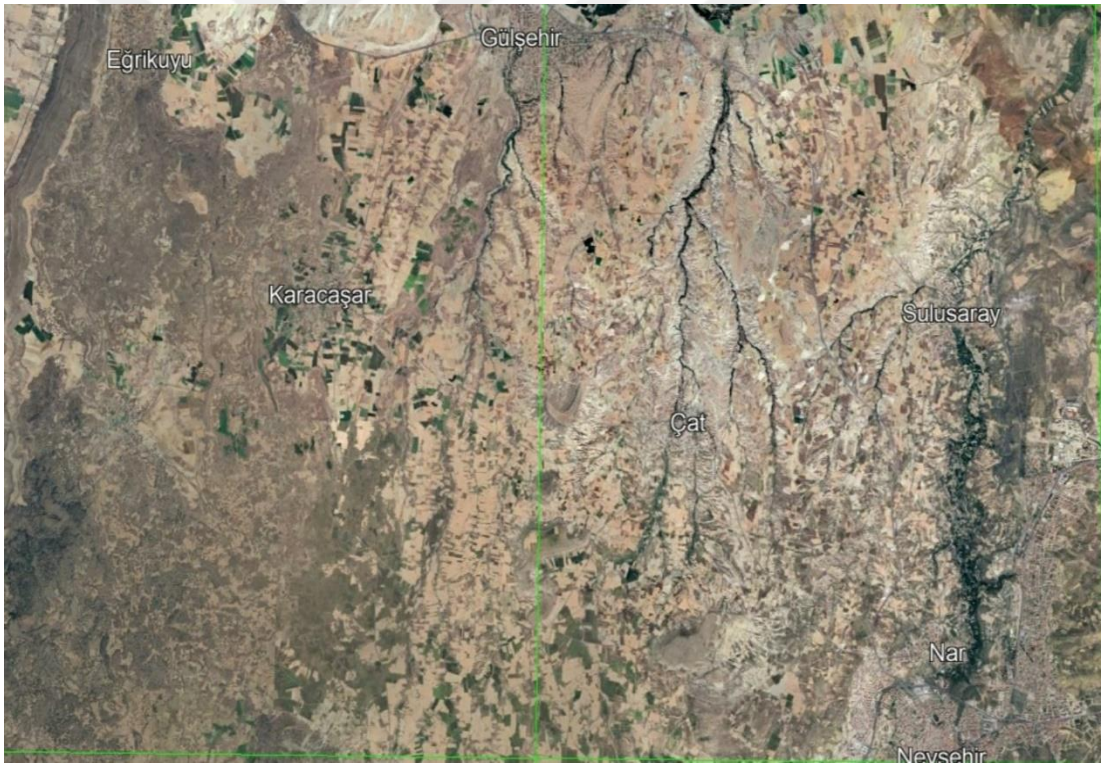
Çalışma alanında, Geç Miyosen-Pliyosen öncesinde hakim olan sıkışmalı tektonik rejimin etkisiyle makaslama çatlakları gelişmiştir. Çok evreli deformasyona bağlı olarak, değişik doğrultularda makaslama çatlakları gelişmiştir. Bunlar, çalışma alanında, tansiyon çatlaklarıyla birlikte, önemli tektonik çizgisellikleri oluşturmaktadırlar.

4.5. Çalışma Alanı Tektonik Çizgiselliklerin Değerlendirmesi

KD-GB doğrultusu boyunca uzanan ve uzun eksenini yaklaşık 300 km olan KVP, batıda sağ yanal doğrultu atımlı Tuzgölü fay zone, doğuda ise sol yönlü doğrultu atımlı Ecemiş fay zone tarafından sınırlanmıştır. KB-GD doğrultulu Tuzgölü fay zone, yaklaşık olarak 190-200 km uzunlukta ve 5-20 km genişliktedir. Doğru sınırı oluşturan Ecemiş fay zone, KD-GB doğrultulu, yaklaşık olarak 2-15 km genişliğinde, sol yönlü doğrultu atımı olan oblik bir fay zoneudur (Dirik ve Göncüoğlu, 1996). Nevşehir bölgesi k33d1-k33d2 Karacaşar mahallesi Çat kasabası arasında kalan bölgenin Google Earth görünümü (şekil 4.3). Nevşehir il merkezi güneydoğusunda KB-GD doğrultulu önemli muhtemel faylar bulunmaktadır.

Çalışma alanı genel olarak yumuşak bir morfolojiye sahiptir (Şekil 4.3). Bu alanda, Karnıyarık, Kepezi tepesi, Çağnak tepesi, halk arasında Hilal tepesi olarak adlandırılan tepe, normal faylanmaya bağlı, taban bloğunu oluşturmaktadır. Güney doğusunda kalan alan düşen bloğu temsil edip, ölçülen çatlak ölçümlerinde çizgisellik ve yoğunluk haritalarında yoğunlaşmanın gözlemlendiği görülmektedir (Şekil 4.4, 4.5). Alanda yapılan çizgisellik ve yoğunluk haritaları Google Earth da gösterilmiştir (Şekil 4.6).

Uydu-tabanlı elde edilen çizgisellik haritaları ile, arazi çalışmaları sırasında belirlenen çizgisellikler, büyük oranda uyum göstermektedirler. Bu çizgisellikler, beraber değerlendirildiğinde, jeotermal arama çalışmalarında, önemli katkılar sağlamaktadır. Uydu tabanlı ve arazi çalışmalarının birlikte yürütülmesi önemli katkılar sağlamaktadır.

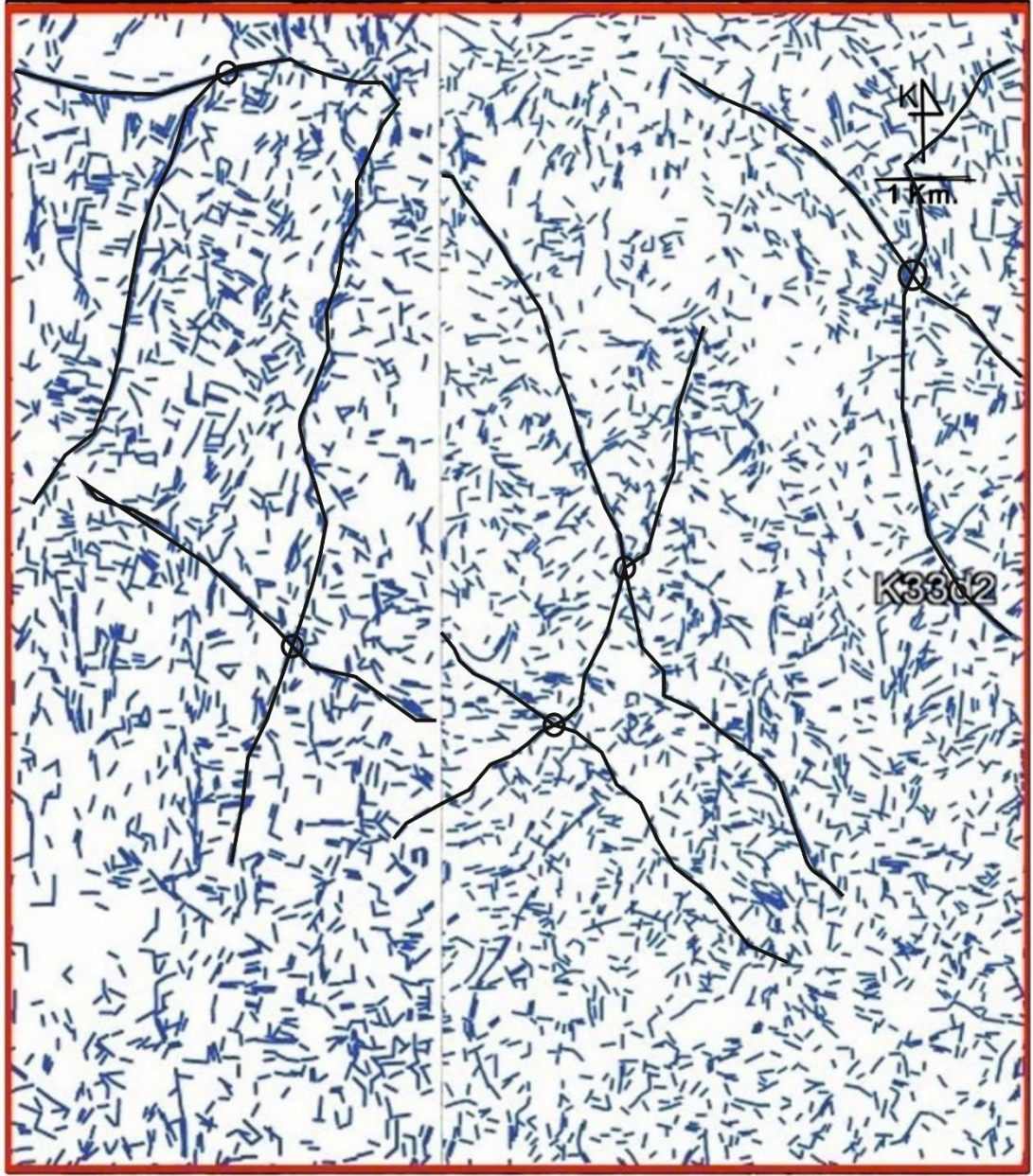


Şekil 4.3. Çalışma alanı (K33d1-d2) Google Earth görüntüsü.

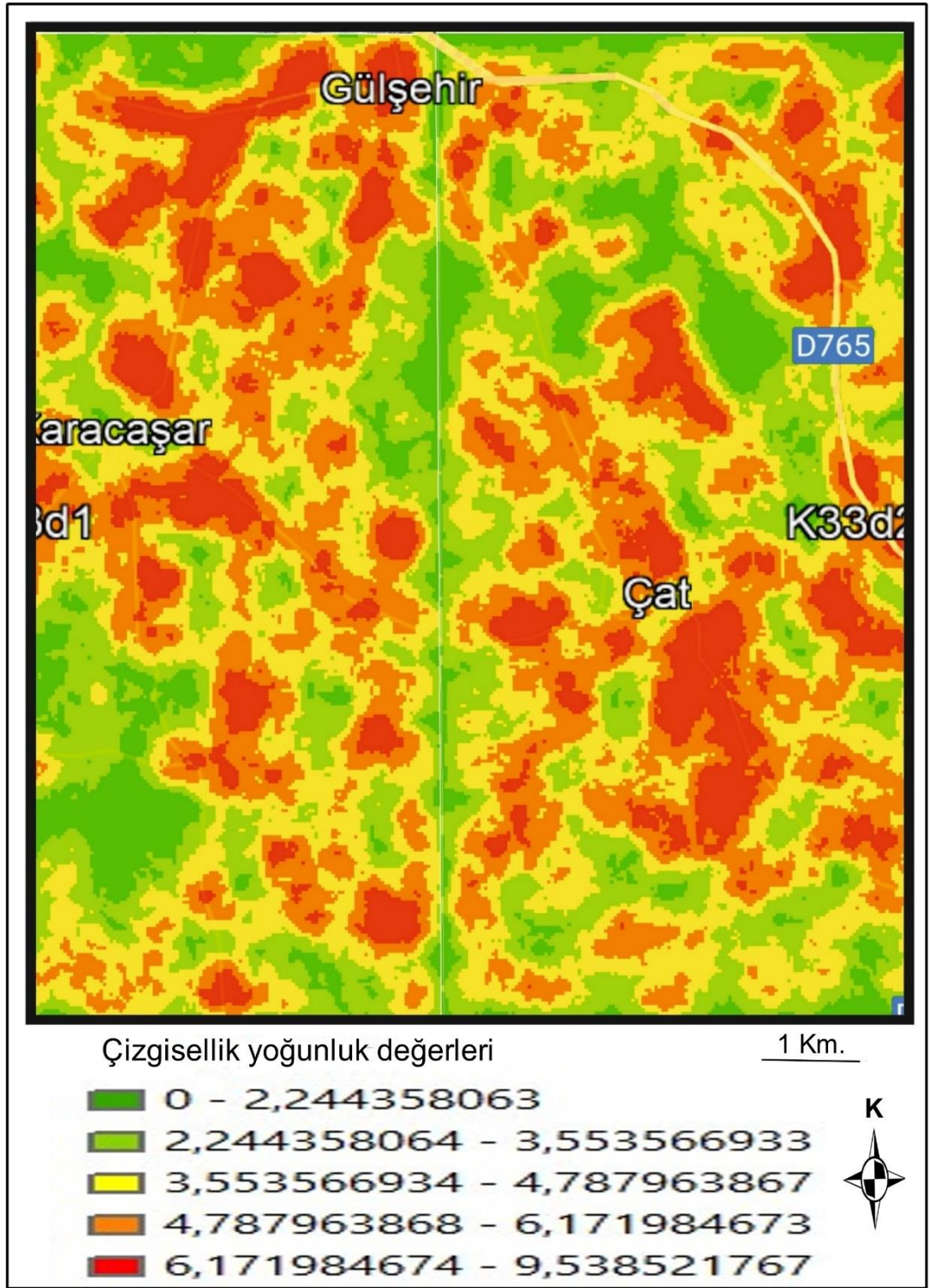
Çalışma alanına ait çizilen çizgisellik ve yoğunluk haritalarında gösterilen, açık mavi daire olarak belirtilen noktalar, tahmini sıcak suların muhtemel lokasyon yerleridir. Koyu mavi nokta ise, sondaj çalışmalarının başladığı yerdir (Şekil 4.6).

Burada da görüldüğü gibi çizgiselliklerin yoğunlaştığı yerler, arazi ve jeofizik çalışmalarıyla belirlenen, muhtemel sondaj yerleriyle uyumludur. Çizgiselliklere ait yoğunluk haritası, çalışma alanının Google Earth görüntüsüyle de karşılaştırılmıştır (Şekil 4.7).

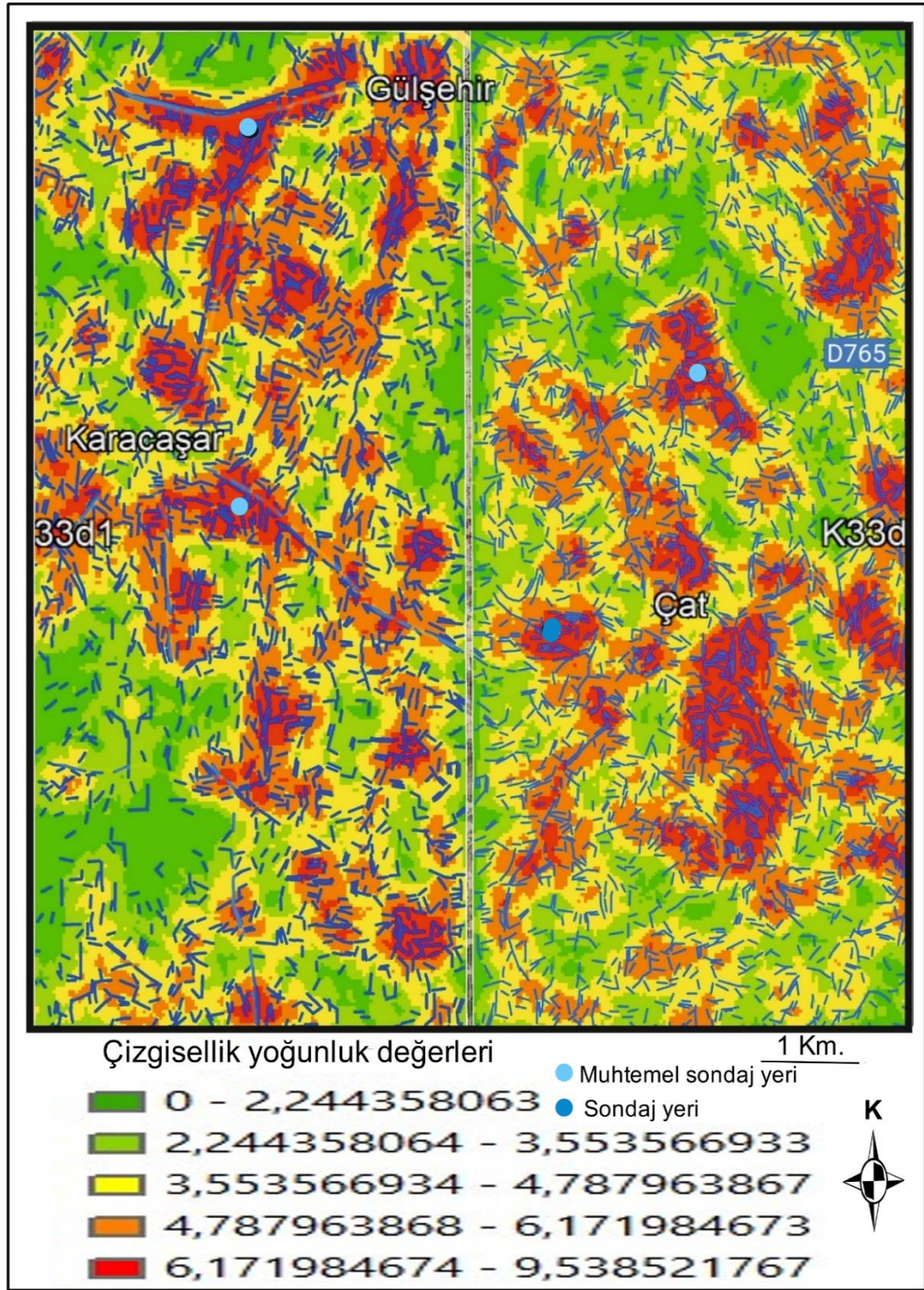




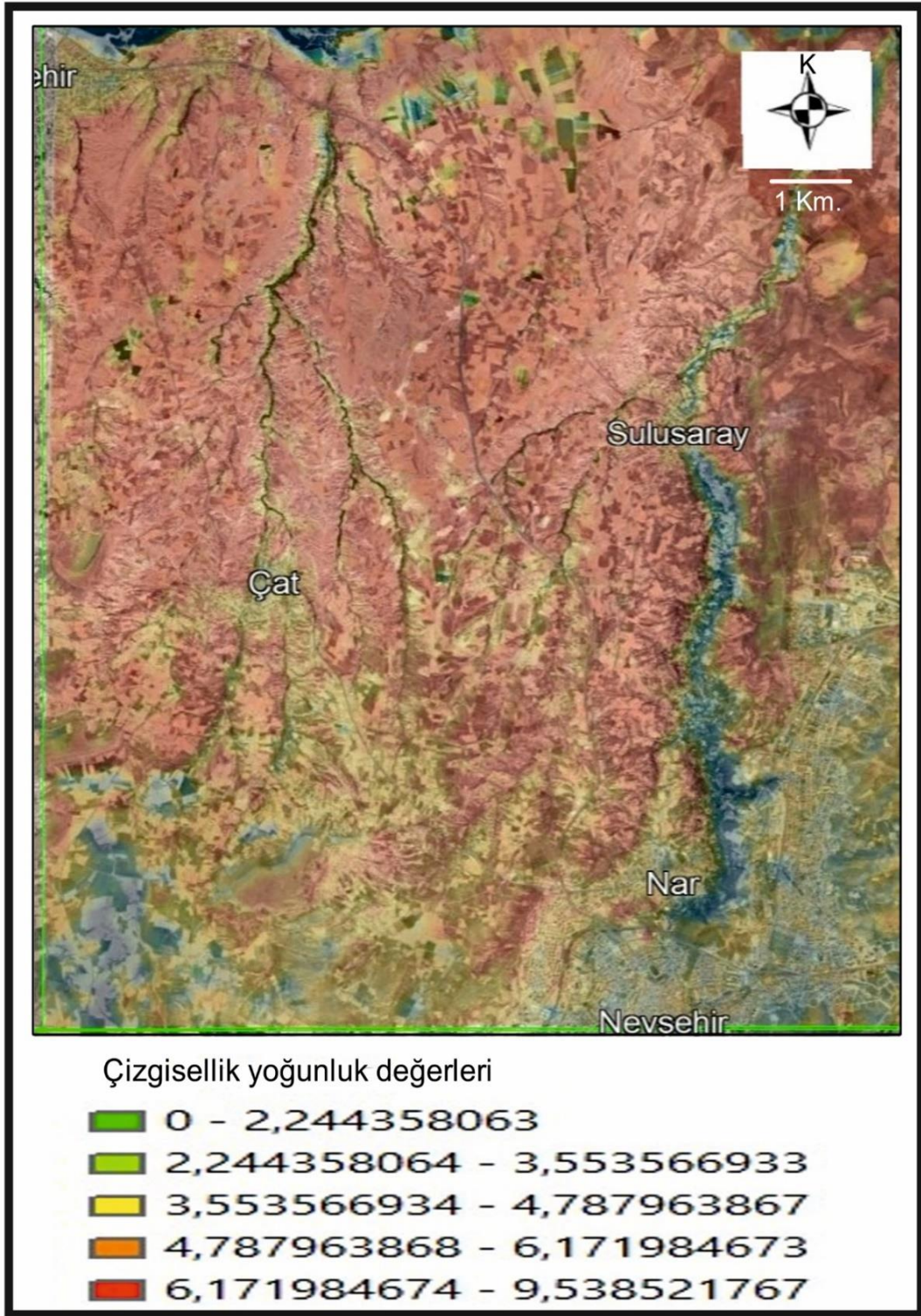
Şekil 4.4. K33-d1/k33-d2 paftaları çizgisellik haritaları.



Şekil 4.5. K33-d1/k33-d2 paftaları yoğunluk haritaları.



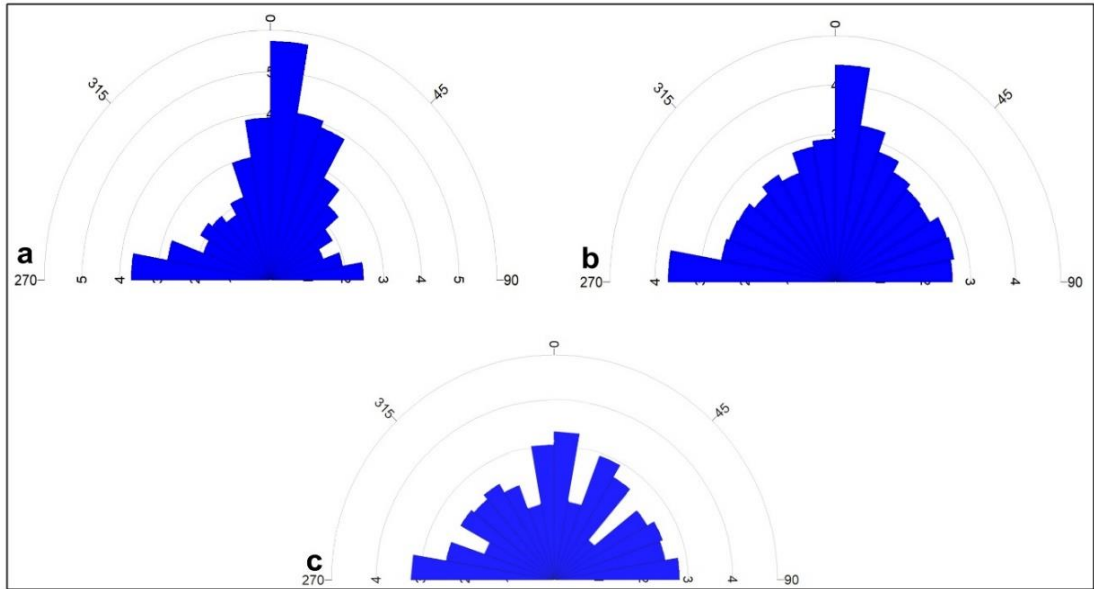
Şekil 4.6. K33-d1/k33-d2 paftaları çizgisellik ve yoğunluk haritası.



Şekil 4.7. Çizgisellik ve yoğunluk değerleri-Google Earth görüntüsü.

4.5.1. Çalışma alanı çizgisellik değerlendirme

Tektonik çizgiselliklere ait, rockwork programında gül diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 4.8). Çalışma alanında, Karacaşar alanına ait, uydu-tabanlı elde edilen çizgiselliklere ait gül diyagramı Rockwork programında hazırlanmıştır (Şekil 4.8a). Bu diyagrama göre, hakim çatlak doğrultuları, K0-10⁰D, K10-20⁰D, K80-90⁰B olarak belirlenmiştir. Çat ve çevresine ait, uydu-tabanlı elde edilen çizgisellikler de gül diyagramında değerlendirilmiştir (Şekil 4.8b). Bu diyagrama göre hakim çatlak doğrultuları, K0-10⁰D, K10-20⁰D ve K80-90⁰B olarak belirlenmiştir. Karacaşar bölgesindeki çatlaklarla çok benzerlik göstermektedir. Arazi çalışmaları sırasında alınan çatlak ölçümleri, Rockwork programında oluşturulan gül diyagramında değerlendirilmiştir. Çok evreli deformasyona bağlı olarak, çatlak doğrultuları, farklı yönlerde dağılım göstermektedir. Hakim çatlak doğrultuları, K0-10⁰D, K20-30⁰D, K30-40⁰D, K0-10⁰B, K70-80⁰B ve K80-90⁰B olarak belirlenmiştir (Şekil 4.8c). Arazi çalışmalarından elde edilen verilerle, uydu-tabanlı elde edilen veriler, çok uyumludur. Jeotermal kaynakların, arama çalışmaları sırasında, yoğun çizgiselliklerin olduğu alanlar aranmaktadır. Bu çalışmada da yoğun çizgiselliklerin olduğu alanlar, arazi ve jeofizik çalışmalarının da işaret ettiği alanlarla uyum göstermektedir.



Şekil 4.8. a-Karacaşar bölgesi çizgisellik gül diyagramı b- Çat bölgesi çizgisellik gül diyagramı. c-Arazi çatlak ölçümlerine ait gül diyagramı.

5. JEOFİZİK

5.1. Jeofizik MT Çalışmaları

5.1.1. Çalışmanın amacı

Nevşehir Karacaşar mahallesi-Çat kasabası arasında jeotermal modeli anlayabilmek ve oluşturabilmek için ruhsat sahaları yakın civarında manyetotellürik (MT) ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerden elde edilen verilerle özdirenç değişimleri ve bu değişimlere ait sığ ve derin elektrik yapı kesitleri ile ölçülen ve hesaplanan görünür özdirenç ve faz yapma kesitleri hazırlanmıştır. Bu kesitler ışığında, sahanın jeotermal potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır.

MT yöntemi sahadaki özdirenç değişimine duyarlıdır. Bu duyarlılığa bağlı olarak özdirenç dağılımını ortaya koymaktadır. Jeotermal sahalarda, özdirenç değişiminin direkt belirleyici faktör olmasından dolayı bu yöntem, bu tür çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu veriler ışığında, jeotermal potansiyel beklenen bu sahalarda, en uygun mekanik sondaj yerlerinin tespiti yapılmaya ve sahanın genel tektonik yapısı hakkında bilgiler ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır.

5.1.2. Kullanılan ekipmanlar

Sahada yapılan araştırmada, Phoenix Geophysics firması tarafından üretilmiş olan MTU-5D tipi MT (manyetotellürik) sistemleri ve bu sistemlerin uygulanabilmesi için gerekli olan yardımcı ekipmanlar kullanılarak ölçüler alınmıştır.

5.1.3. MT (Manyetotellürik)

Manyetotellürik (MT) sözcüğü, manyetik ile ilgili manyeto ve yerküre akımları için kullanılan tellürik sözcüklerinin birleşiminden oluşur. Bu anlamda manyetotellürik, manyetik alan nedeniyle oluşan akımların meydana getirdiği değişimleri inceleyen bir yöntem olarak tanımlanabilir. MT ve (Audio Manyetotellürik) AMT yöntemi, kuramsal ilkeleri Tikhonov (1950) ve Cagniard (1953) tarafından, belirlenen ve ölçü sistemleri açısından gerekli teknolojiye 1970'lerde (Vozoff, 1972) ulaşılan doğal kaynaklı elektromanyetik yöntemlerdir. MT yöntem, 10^{-4} Hz– 10^4 Hz aralığında zaman

serisi olarak ölçü alan doğal kaynaklı yöntemdir. Bu yöntemle, yerin doğal elektrik ve manyetik alan değişimleri ölçülerek yerin elektrik özdirenç yapısı ortaya konabilir (Vozoff, 1972).

Tikhonov (1950) ve Cagniard (1953)'in önerdiği bu yöntem, yerküreyi oluşturan kayaçların özdirenç değişimlerinden yararlanılarak yerkürenin derin elektrik özdirenç yapısının araştırılmasında yaygın olarak kullanılır.

Günümüzde manyetotellürik yöntemin, farklı amaçlara yönelik ve farklı frekans aralığında uygulamaları mevcuttur. Kabuk ve üst manto çalışmaları gibi derin araştırmalardan; petrol, jeotermal, maden yatakları, yeraltı su aramaları ve tektonik araştırmalarda da yaygın olarak kullanılmaktadır.

5.1.3.1. MT yöntemde kaynak

Yerküreyi saran katmanlarda (atmosfer, iyonosfer, manyetosfer) gelişen olayların, yerküre üzerinde yarattığı ani değişikliklere “manyetotellürik (MT)” değişimler denir. MT yöntemde, yer manyetik alanının zamanla değişimi sürekli gözlemlendiğinde, çok uzun ve çok kısa periyotlar arasında oldukça geniş bir spektrumda yer alan olayların var olduğu görülür. Bu aralıkta, iyonosfer ve manyetosfer içindeki manyetizma yüklü parçacıkların titreşimleri yer elektromanyetik alan değişimlerinin kaynağıdır. Bu değişimlere bağlı olarak yerküre katmanları içinde indüklenen elektrik akımları (eddy-tellürik akımlar) da yerin doğal elektromanyetik alanını oluştururlar. Yerküre içinde zamanla değişen doğal elektromanyetik (EM) alanın iki önemli dalga kaynağı vardır.

1) 1 Hz'den küçük frekanslardaki EM alanlar, güneşten gelen plazma akışı ile yerkürenin kalıcı doğal manyetik alanının birbirleriyle etkileşiminden oluşurlar. Güneş rüzgârları olarak adlandırılan bu parçacık akışı, yerin kalıcı manyetik alanı üzerinde değişik frekanslarda salınımlara neden olur.

2) 1 Hz'den büyük frekanslardaki EM alan değişimlerini ise genellikle ekvator yakınında gerçekleşen dünya genelindeki yıldırım ve şimşekler oluşturur.

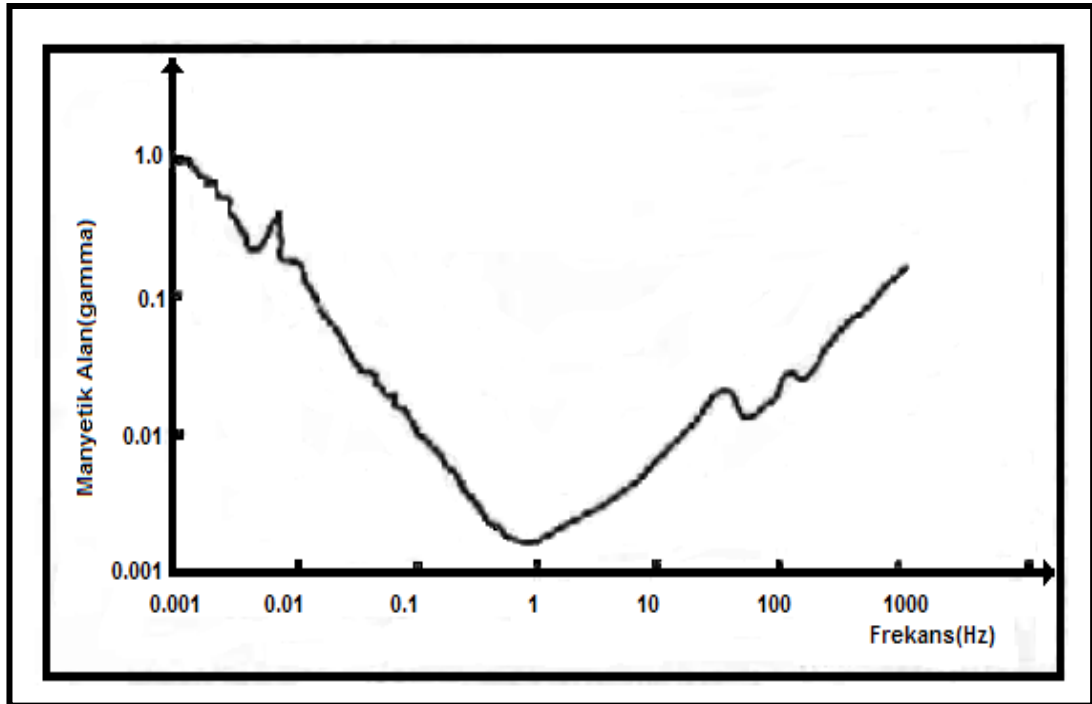
Doğal kaynaklı manyetik alandaki değişimler ($10^{-5} - 10^5$ Hz aralığında) nedeniyle atmosfere göre daha iletken olan yer içinde tellürik akımlar akar. Yer içinde elektrik alandaki değişimler manyetik alandaki değişimlere neden olur.

MT yöntemle, dalga yayılım yönüne dik doğrultuda E ve H değişimlerini içeren düzlem dalgaların zamana bağlı değişimi kullanılır. Bu değişimden yararlanarak, öz direncin frekansla değişimi incelenebilmektedir. E ve H vektörleri yatay düzlemde dir.

MT yöntemle arazide ölçü alınırken, yeryüzünde belirlenen birbirinden bağımsız her MT istasyonda doğal elektrik alanın (E) iki bileşeni (yatayda E_x ve E_y) ve manyetik alanın (H) üç bileşeni (yatayda H_x ve H_y , düşeyde H_z) ölçülür.

5.1.3.2. Yer manyetik alanının değişimi

Yer manyetik alanının değişimi, frekansın bir fonksiyonu olarak incelenirse, en zayıf değişimin 1 Hz civarında olduğu görülür. İyonosfer ve manyetosferde oluşan 1 Hz'in üzerindeki değişimler yere ulaşmadan iyonosfer içinde soğurulurlar. 1 Hz'in altındaki elektromanyetik dalga ise güneşten gelen yükler ile manyetosfer sınırındaki girişimlerden oluşur ve astenosfer içinde yayılırlar. 1 Hz'den büyük frekanslardaki EM alan değişimlerini ise genellikle ekvator yakınında gerçekleşen dünya genelindeki yıldırım ve şimşekler oluşturur. Bunlar da AMT yönteminin kaynağını oluşturur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Yer manyetik alanının değişimi (Keller ve Frischknecht, 1966).

5.1.3.3. Empedans tanımları

Yer içine doğru ilerleyen bir elektromanyetik dalganın yüzey empedansı, yatay elektrik alanının (E) buna dik olan manyetik alana (H) oranı olarak tanımlanır. Doğal elektrik alanının iki bileşeni (E_x, E_y) ve manyetik alanın üç bileşeni (H_x, H_y, H_z) ölçülür. Elektrik alan, iki adet polarize olmayan elektrot ile ölçülür. Manyetik alan ise indüksiyon bobinleri ile ölçülür.

Elektrik ve manyetik alanların frekans bölgesindeki oranları empedans olarak adlandırılır ve;

$$Z_{xy}(f) = \frac{E_x(f)}{H_y(f)} \quad (5.1)$$

bağıntısı ile verilir. Burada, f frekansı göstermektedir. Empedans karmaşık bir sayı olduğundan, genliği ve fazı izleyen denklemler ile verilebilir:

$$|Z_{xy}(f)| = \frac{|E_x(f)|}{|H_y(f)|} \quad (5.2)$$

$$\phi_Z(f) = \phi_E(f) - \phi_H(f) \quad (5.3)$$

Elektrik ve manyetik alan bileşenleri birbirlerine

$$E_x = Z_{xx}H_x + Z_{xy}H_y \quad (5.4)$$

$$E_y = Z_{yx}H_x + Z_{yy}H_y \quad (5.5)$$

bağıntıları ile bağlıdır. Bu denklemler dört eleman içeren empedans tensörü kullanılarak

$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_x \\ H_y \end{bmatrix} \quad (5.6)$$

dizayn denklemleri ile de ifade edilebilir. Yatay ve homojen katmanlardan oluşan bir ortam (bir boyutlu) üzerinde

$$Z_{xx} = Z_{yy} = 0 \quad (5.7)$$

$$Z_{xy} = -Z_{yx} \quad (5.8)$$

koşulları sağlanır.

Modelleme ve veri sunum aşamasında bu empedans matrisinin her elemanı görünür öz direnç (ρ_a) ve empedansın fazı (ϕ) formuna dönüştürülür ve şeklinde ifade edilir.

$$\rho_a = \frac{1}{5f} |Z_{xy}(f)|^2 \text{ ve } \phi_{xy}(f) = \phi_{Ex}(f) - \phi_{Hy}(f) \quad (5.9)$$

Tabakalı ortamda ölçülen görünür öz direnç değerleri, elektrik alanın ve manyetik alanların yönlerine bağımlı değildir. Tekdüze ortamlarda ortamın gerçek öz direnci görünür öz direncine eşittir. İki boyutlu ortamlarda, elektrik alanın yönü yerelektrik doğrultu boyunca ise doğrultuya dik yöndeki manyetik alan kutuplanır ve yapıdan etkilenir. Transverse electric (TE) modu veya E-polarizasyonu olarak adlandırılır. Bu durumda, elektrik alanın yönü, doğrultu yönünü tanımlar ve dik koordinat sistemine göre bu yön x ise,

$$Z_{xy} = \frac{E_x}{H_y} \quad (5.10)$$

olarak tanımlanır. Elektrik alan doğrultuya dik ise manyetik alan lineer olarak polarlanır. Eğer, y doğrultuya dik yön ise transverse magnetic (TM) modu veya H-polarizasyonu

$$Z_{yx} = \frac{E_y}{H_x} \quad (5.11)$$

olarak tanımlanır. Z_{xx} ve Z_{yy} bileşenleri ise sıfır olur.

Yukarıda verilmiş olan öz direnç ve faz formülleri bir boyutlu ortamlar için her iki empedansın birbirine eşit olduğu varsayımı için geçerlidir. Yapılan kesit ve değerlendirmeler iki boyutlu olduğundan, öz direnç ve faz değerleri, birbirinden farklı olan Z_{xy} ve Z_{yx} değerleri kullanılarak ikişer kez hesaplatılmaktadır.

5.1.3.4. Statik kayma (Static Shift)

MT verilerinin analizinde uygulanması gereken en önemli düzeltme statik kaymadır (static shift). Bu olay doğrudan görünür öz direnç eğrilerindeki bütün frekanslarda eğrinin aşağı ya da yukarı doğru kayması şeklinde gözlenir.

Bu sorunu gidermek için farklı yollar kullanılmaktadır. Bu çalışmada, her bir MT istasyonunda AMT ölçümleri de alınmıştır. Her bir nokta için MT ve AMT dataları birleştirilerek değerlendirilmiştir. Bu sayede sabit kayma etkisi önemli ölçüde giderilmiştir. Ardından, iki boyutlu (2B) değerlendirme aşamasında, model oluştururken kullanılan parametrelere sabit kayma etkisi matematiksel parametre olarak eklenmiştir. Bu yöntemlerle MT verileri üzerindeki sabit kayma etkisi giderilmeye çalışılmıştır.

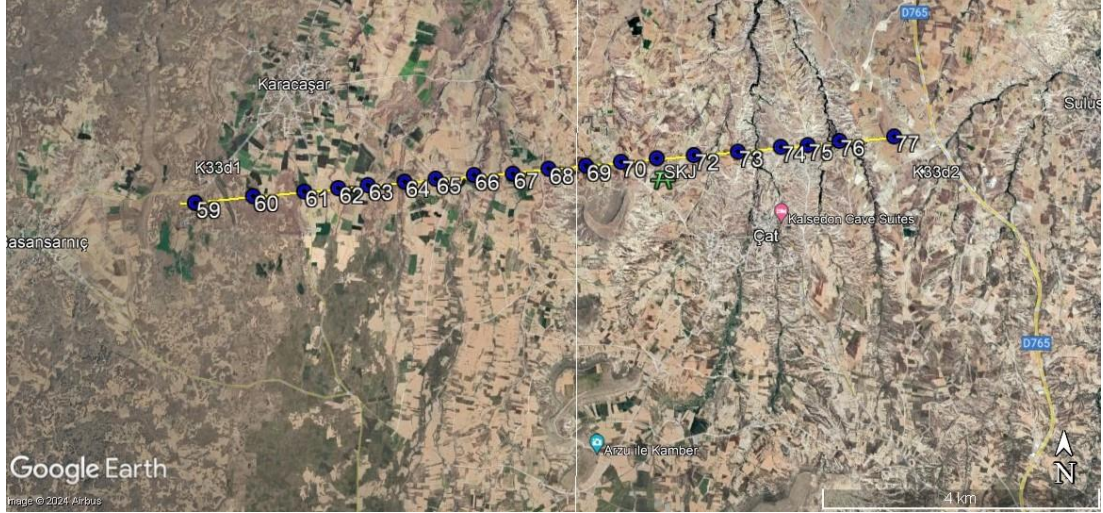
5.1.4. Profillerin Yorumlanması

5.1.4.1. MT verilerinin yorumlanması

Bu çalışmada Nevşehir ili Merkez ilçe sınırları içerisinde bulunan ÇAT Kasabası sahasında ve Karacaşar sınırında MT ölçüsü alınmıştır (Şekil 5.2).

Çat sahasındaki çalışmalar tek profilde (P01) 2 boyutlu model üretilerek değerlendirme yapılmıştır. Kaldera sistemlerinin oluşturduğu fay zonlarını dik açıyla kesecek, ayrıca bu fay zonuna paralel veya dik gelişebilecek ikincil fay sistemlerini belirleyebilecek sahanın jeotermal potansiyelini ortaya koyabilme hedefine ışık tutacak şekilde seçilmiştir.

Profiller 2 boyutlu olarak modellenmiştir ve bu modellerde öz direnç değişimi hem profil boyunca ve hem de düşey yöndedir. Profillerdeki öz direnç değişimi, kırmızı-mavi arasında, en düşük değer kırmızı ve en yüksek değer mavi olacak şekilde konturlanmıştır.

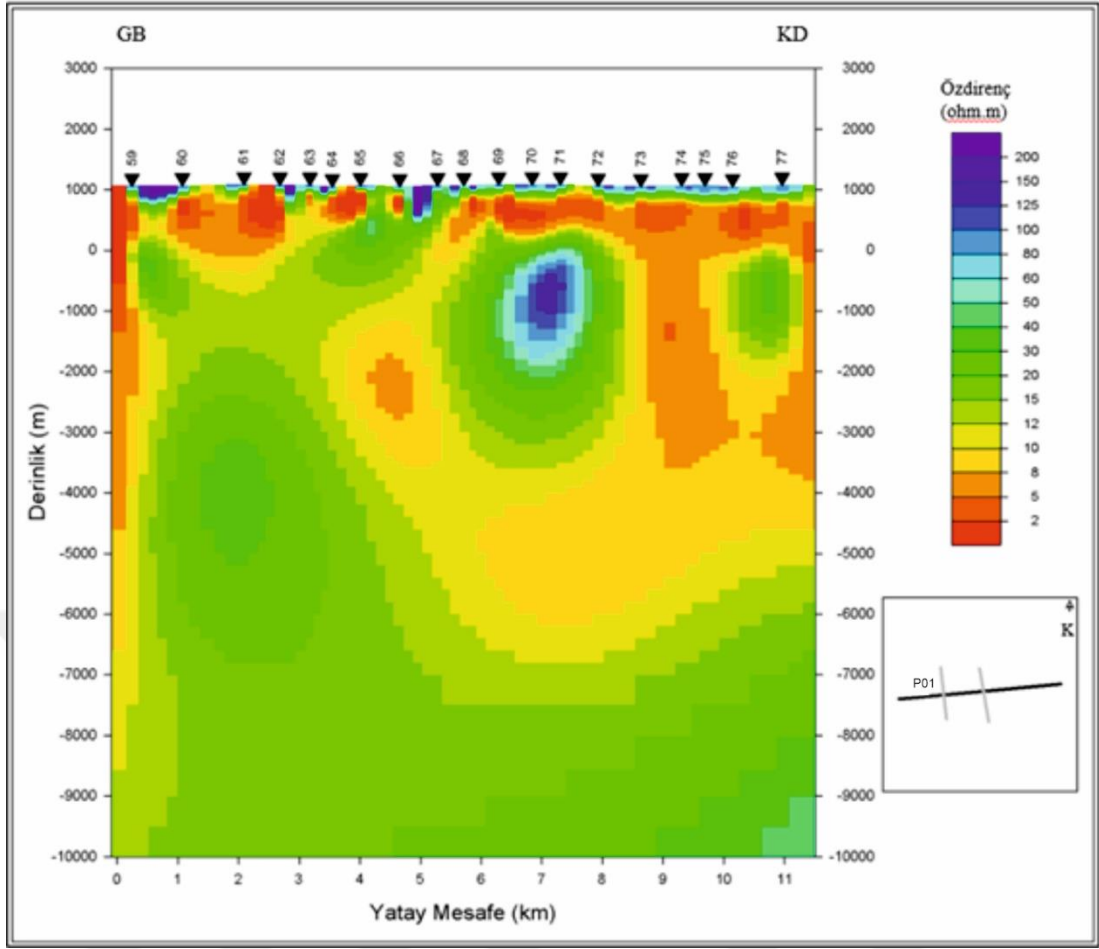


Şekil 5.2. MT Lokasyon haritası (Çat sahası).

5.1.4.2. P01 MT profili ve yorumu

P01 MT profili 10,8 km uzunluğunda, yaklaşık güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu bir profildir (Şekil 5.2). Profil güneybatıda Basansarnıç köyünün yaklaşık 2,25 km doğusundan başlayıp, kuzeydoğuda Çat beldesinin yaklaşık 2,5 km kuzeydoğusunda bitmektedir. Başlangıç modeli olarak 100 ohm.m homojen yarı sonsuz ortam ve 159x87 model ağ kullanılmıştır. Ters çözüm sonunda %1,82 karekök (RMS) hata ile elde edilen 2B öz direnç kesitleri (Şekil5.3)'te verilmiştir.

Bu profile ait elektrik yapı kesiti incelendiğinde, sahanın kuzeydoğu kenarına yakın bölgede (73-76 no.lu MT istasyonları arası) önemli bir fay zone görülmektedir. Yaklaşık dik bir açığa sahip olan bu fay zone etkisini 6,0 km derinliğe kadar devam ettirmektedir. Yüzey öz direnç değerleri genel olarak düşüktür. Derin yapıdaki öz direnç değerleri ise orta-yüksek denebilecek seviyededir. 65-68 no.lu MT istasyonları arasında kalan derinliği ortalama 2,5 km olan bir anomali görülmektedir. Bu anomali, kuzeydoğuda belirlenen tektonik zona bağlı gelişen düşük öz dirençli bölgeyle etkileşim içerisinde. Bu nedenle 68-73 no.lu MT istasyonları arasında kalan bölgedeki düşük öz dirençli zon termal etkiye sahip olabilir.



Şekil 5.3. P01 MT profili elektrik yapı kesiti.

5.1.5. Jeofizik MT çalışmalarına ilişkin değerlendirmeler

Nevşehir merkeze bağlı Kaymaklı ve Çat belde sınırları içerisinde bulunan jeotermal ruhsat sahasında jeotermal enerji aramalarına yönelik yapılan jeofizik arama yöntemlerinden MT (Manyetotellürik) çalışmaları sonucunda üretilen, 2 boyutlu MT modelleri neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

İki ayrı sahada toplam 8 ayrı profilde ölçü alınmıştır. Bu profiller, sahada önceden bilinen ve jeolojik etütlerde de tespit edilmiş olan tektonik hatların doğrultularına göre mümkünse dik kesecek şekilde ve bu tektonik hatlara paralel ya da dik doğrultulu gelişmiş olabilecek gömülü tektonik sistemleri belirlemek için değişik doğrultularda oluşturulmuştur.

Çat bölgesindeki ruhsat sahasında 3 ayrı profilde toplam 33 istasyonda MT ölçüsü alınmıştır. P01, P0x ve P0y MT profilleri bu bölgeye aittir. P01 MT profiline ait yapı kesiti sahayı daha iyi temsil etmiştir.

Bu profilde, sahanın doğu kenarında önemli bir tektonik zon belirlenmiştir. 73-75 no.lu MT istasyonları arasında görülen bu tektonik zon yaklaşık dik bir açıya sahiptir. Bunun haricinde sahanın yaklaşık orta kısmına denk gelen bölgede ikinci bir tektonik hat mevcuttur. 67-69 nolu MT istasyonları arasında belirlenen bu tektonik zon batıya eğimli görülmektedir. Bu iki tektonik zona bağlı olarak gelişen düşük öz dirençli zon, derinde birbiriyle bağlantılı haldedir. Dolayısıyla 67-75 no.lu MT istasyonları arasında jeotermal arama amaçlı mekanik sondaj yapılabilir. Sondaj lokasyonu ve derinliğinin, sahada yapılan diğer etütlerin (jeoloji, jeofizik-DES, jeokimya) sonucunda ortak belirlenmesi daha doğru olacaktır.

5.2. Jeofizik DES (Düşey Elektrik Sondaj) çalışmaları

Jeotermal kaynak arama ruhsat sahalarında, jeofizik elektrik etüt çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışma 1/25.000 ölçekli topografik haritalardan K33-d1, d2 paftalarında yer almaktadır.

Jeofizik etüt çalışması ile yaklaşık 65 km² alanda iki sahada AB/2=1.000-3.000 m aralığında toplam 41 adet noktada DES (Düşey Elektrik Sondaj) ölçüsü alınmıştır. Jeotermal enerji aramalarına yönelik bu etüt çalışmaları ile yerüstü ve yeraltı verileri toplanmıştır.

5.2.1. Jeofizik elektrik doğru akım öz direnç çalışmaları

Sahada elektrik doğru akım öz direnç yöntemi düşey elektrik sondaj (DES) ölçüleri alınmıştır. Çalışmalarda Schlumberger elektrot dizilimi kullanılmıştır. Söz konusu elektrot diziliminde doğrusal bir hat üzerinde merkez noktasına göre simetrik dizilmiş dört elektrot kullanılır. A ve B akım elektrotları, M ve N ise potansiyel elektrotlarıdır.

A ve B noktalarından yere verilen akımın (I) oluşturduğu elektrik alanının potansiyel gradienti, M ve N noktalarındaki potansiyel elektrotları ile ölçülür. Potansiyel elektrotları ile akım elektrotları arasındaki oran 1/5 ile 1/30 arasındadır.

Hesaplamalarda aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır (Ergin, 1985).

ρ_a : Görünür rezistivite (ohm.m)

ΔV : Ölçülen potansiyel farkı (mV)

I : Yere uygulanan akım (mA)

K : Geometrik faktör

$AB/2$: Akım elektrotları yarı açıklığı (m)

$MN/2$: Potansiyel elektrotları yarı açıklığı (m)

$$\rho_a = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (5.12)$$

$$K = \frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \quad (5.13)$$

5.2.1.1. Değerlendirme metotları

Çalışma sahalarının genel tektonik yapısı ve tabanda varsa bir magmatik sokulumun olup olmadığı konusundaki değerlendirmelerde, Türkiye genelinde yapılan rejyonal gravite ve havadan manyetik çalışmaların bölgeyi ilgilendiren verilerinden yararlanılmıştır. (MTA, 1/2.000.000 ölçekli Türkiye Havadan Rejyonal Manyetik Haritası ve Türkiye Bouguer Anomali Haritası). Eş öz direnç ve elektrik yapı kesitleri (Ölçek:1/10.000 ile 1/50.000) genelde müşterek yorumlanmıştır.

Aşağıdaki bölümlerde verilen tüm jeofizik veriler ve değerlendirme sonuçları incelenirken, dikkat edilecek temel kuramların başında geleni şudur: Ölçülerek elde edilen tüm jeofizik verilerin değerlendirme ve yorumlama sonuçları; eşdeğer veri algılama olasılığı nedeniyle, her zaman jeolojik veri ve birimlerle birebir uyum sağlamayabilir. Çünkü jeolojide birimler, köken ve içeriklerine göre tanımlanır ve değerlendirilirler. Oysa jeofizikte birimler, fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyen değişkenlere ve bunların değişim sınırlarına göre tanımlanır ve de ayrılırlar. Dolayısı ile jeolojide bir birim veya tabaka olarak verilen kalınlık, jeofizikte birden fazla tabaka (katman) olarak izlenebileceği gibi, bunun tam tersine de birçok sahada sıkça

rastlanmaktadır. Jeofizik çalışma olarak doğru akım öz direnç yöntemi, düşey elektrik sondaj (DES) ölçü tekniği uygulanmış olup, bu çalışmalar ile ilgili açıklamalar aşağıda belirtilmiştir.

5.2.1.2. DES ölçülerinin jeofizik değerlendirme için hazırlanması

Arazide belirlenen lokasyonlarda ölçümü yapılan noktanın I (akım) ve V (potansiyel) değerleri kullanılarak, Bölüm 4.2.1’de verilen (1) ve (2) no.lu formüller yardımıyla görünür rezistivite $\rho(a)$ değerleri her seviye için belirlenir. Bu değerler AB/2 mesafesinin fonksiyonu olarak çift logaritmik kâğıtlara dökülür. Böylece jeolojik tabakaların, yüzeyden derine doğru görünür rezistivite değişim grafikleri elde edilmiş olur. Bütün ölçü noktaları için elde edilen orijinal arazi grafiklerinde, kaydırma tekniği ile potansiyel farklarının etkisi giderilir. Orellena-Money model eğrileri ile karşılaştırma yöntemine göre değerlendirilerek, tabakaların gerçek öz direnç ve kalınlıkları belirlenir. Aynı zamanda bu bilgiler bilgisayarda da WinGlink (2013) ve Surfer programları kullanılarak değerlendirilmiştir (URL-1).

Bu işlem sırası ile görünür öz direnç değerleri AB/2 ‘nin fonksiyonu olarak girilmiş ve ölçü noktasında yüzeyden derine doğru ortamın görünür öz direnç içeren Düşey Elektrik Sondaj (DES) eğrileri elde edilmiştir.

Bu eğriler (DES eğrileri) ‘ID inversion’ yöntemiyle tek tek değerlendirilmiştir. Arazide belirlenen profiller boyunca değerlendirilmesi yapılan DES eğrilerinin, jeoelektrik değişkenlerle tanımlanabilen yeraltı tabaka ve katmanların gerçek öz direnç, kalınlık veya derinlikleri saptanmıştır.

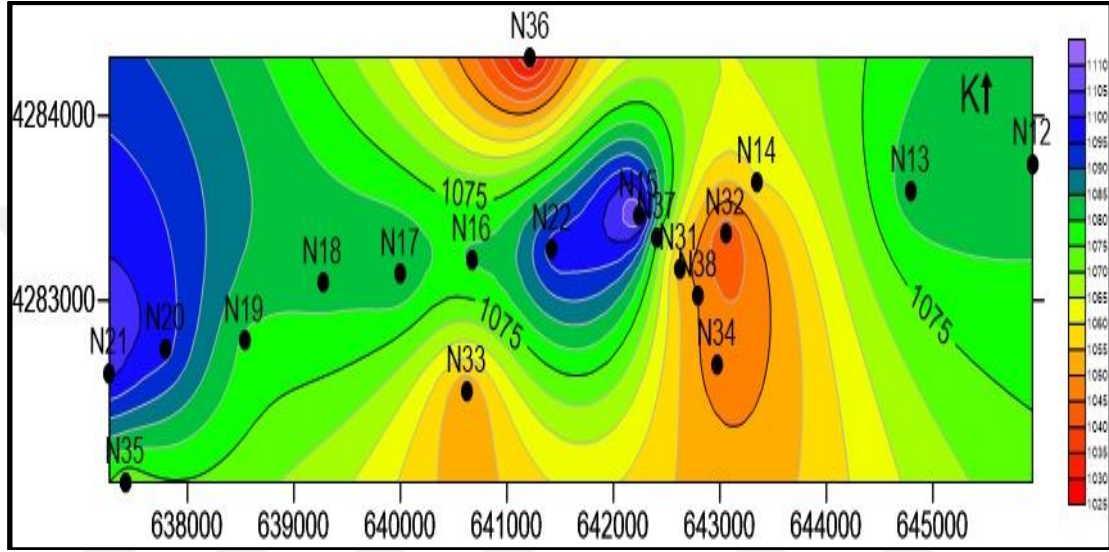
Çalışma sahasında, Schlumberger elektrot dizilimi ile Nevşehir Çat ve Kaymaklı kasabaları sınırları içindeki ruhsatlarda toplam 41 değişik noktada DES ölçüsü alınmıştır. DES ölçüleri topografyanın durumuna ve hedeflenen araştırmaya bağlı olarak nokta aralıkları 500-1.000 m arası, yöntemin düşey ölçüm derinliği ise 1.000 m ile 3.000 m arasında yapısal özelliğe bağlı olarak değişmektedir. DES ölçü noktalarının yerleri (Çizelge 5.1)’de gösterilmiştir. Ayrıca verilerin değerlendirilmesi esnasında haritalar üzerinde kesitler alınarak, eş rezistivite haritaları ile birlikte yorumlanmıştır.

Çizelge 5.1. Jeofizik elektrik DES ölçü noktaları

DES Noktası	AB/2 (m)	Pafta No.
N12	2.000	K33-d2
N13	2.500	K33-d2
N14	2.750	K33-d2
N15	2.500	K33-d2
N16	2.500	K33-d2
N17	2.250	K33-d2
N18	2.000	K33-d2
N19	2.000	K33-d1
N20	2.250	K33-d1
N21	2.250	K33-d2
N22	2.250	K33-d2
N31	2.500	K33-d2
N32	2.250	K33-d2
N33	1.250	K33-d1
N34	1.250	K33-d1
N35	1.500	K33-d1
N36	2.250	K33-d2
N37	2.500	K33-d2
N38	2.500	K33-d2

5.2.2. Çat Sahası Karacaşar görünür eş rezistivite ve jeoelektrik yapı kesitlerinin yorumu

Çalışma sahasında AB/2= 1.000-3.000 m aralığında 20 adet noktada DES Schlumberger ölçü düzeneği ile ölçüsü alınmış ve yapıyı çözebilecek 1 adet profil oluşturulmuştur. Bu profil A harfi ile adlandırılmış olup GB-KD yönlü oluşturulmuştur (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Nevşehir- Çat sahası Karacaşar arası jeofizik DES ölçü noktaları gösterir lokasyon haritası.

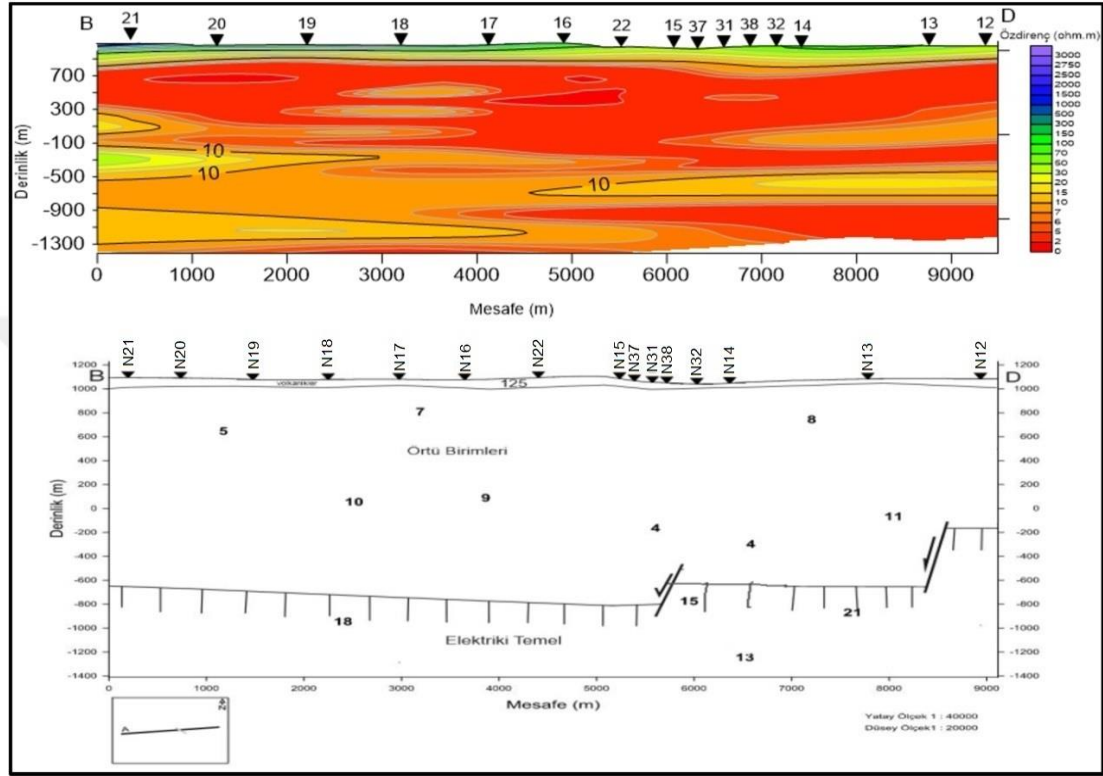
Arazide elde edilen verilere göre her profil için görünür eş rezistivite ve jeoelektrik yapı kesitleri hazırlanmıştır. Jeoelektrik yapı kesitlerinde, tabakalarının kalınlık ve rezistivite değerleri belirtilmiş, yüksek öz dirençli (jeoelektrik temel) birimlerin paleotopografyası, jeoelektrik yapı kesitlerinin en alt bölümünde görülen yüksek öz dirençli seviye değerleri belirtilerek tanımlanmıştır. Kesitlerdeki jeoelektrik seviyeler litostratigrafi birimleriyle ilişkilendirilerek jeolojik yapı modelleri ortaya çıkarılmıştır.

Burada alınan ölçülerden elde edilen haritalar, jeoelektrik kesitleri ve görünür eş öz direnç kesitleri ve seviye haritaları kendi içinde yorumlandıktan sonra sahanın geneli için değerlendirme yapılmıştır.

Değerlendirmede Oligosen ve Neojen dönem öncesi kayaçların jeoelektrik özellikleri, elektrik yapı kesitleri boyunca çıkarılmıştır.

5.2.2.1. Karacaşar - Çat Sahası A DES profili görünür eş rezistivite ve jeoelektrik yapı kesitleri ile yorumları

A profili, GB-KD yönlü yaklaşık 9 km uzunluğunda olup 15 adet DES ölçü noktası alınarak ölçülmüştür (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. A DES profili görünür eş rezistivite ve jeoelektrik yapı kesiti.

A profile ait görünür eş öz direnç kesitine bakıldığında M21, M17 ile M14 no.lu DES noktalarında yüzeyde yüksek öz direnç (100-500 ohm.m) değerleri görülmekte, bu DES noktasının dışında kalan diğer DES noktalarında (M15-M22) ise biraz daha düşük öz direnç (20-70 ohm) değerleri görülür.

A profiline ait jeoelektrik yapı kesitine bakıldığında, doğudan batıya doğru Üst Miyosen yaşlı Ürgüp Formasyonunun bazalt birimlerinde başlayıp tüfit ve aglomera birimleri ile devam ettiği görülmektedir.

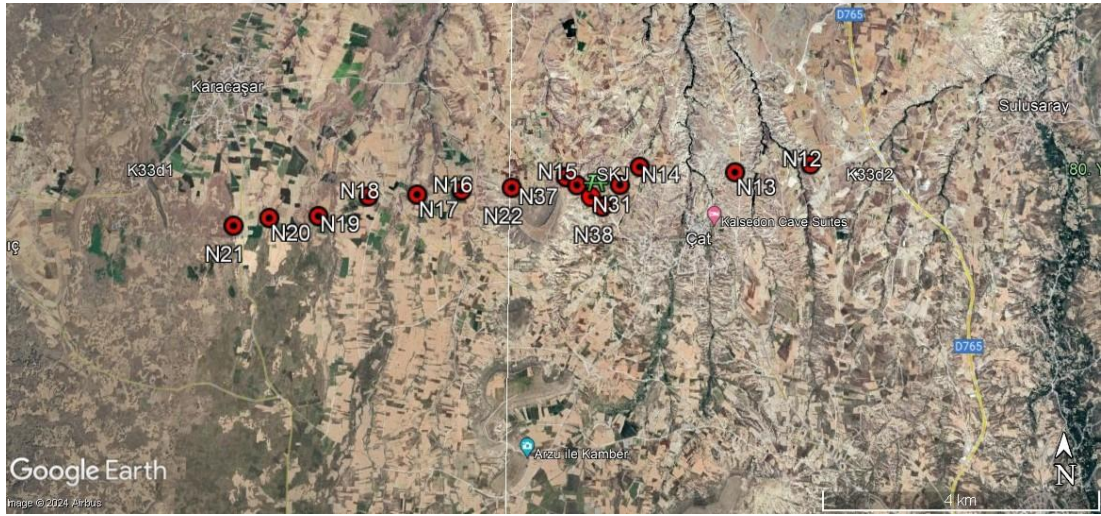
Yüksek öz dirençli (70-100 ohm) temelini Kırşehir masifine ait Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Ortaköy Granitoidleri en sık yeri M12 DES noktasında yaklaşık kalınlığı 1.100-1.200 m arasında değişmektedir. En derin yeri ise M15, M22 ve M17 DES noktalarındadır (1.800-1.900 m).

A profilindeki yapı kesitinde görüleceği üzere temel birim doğudan batıya doğru normal atımlı faylarla (M12-M13 ve M13-M14 DES noktaları arasında) derinleşmektedir (1.900m).

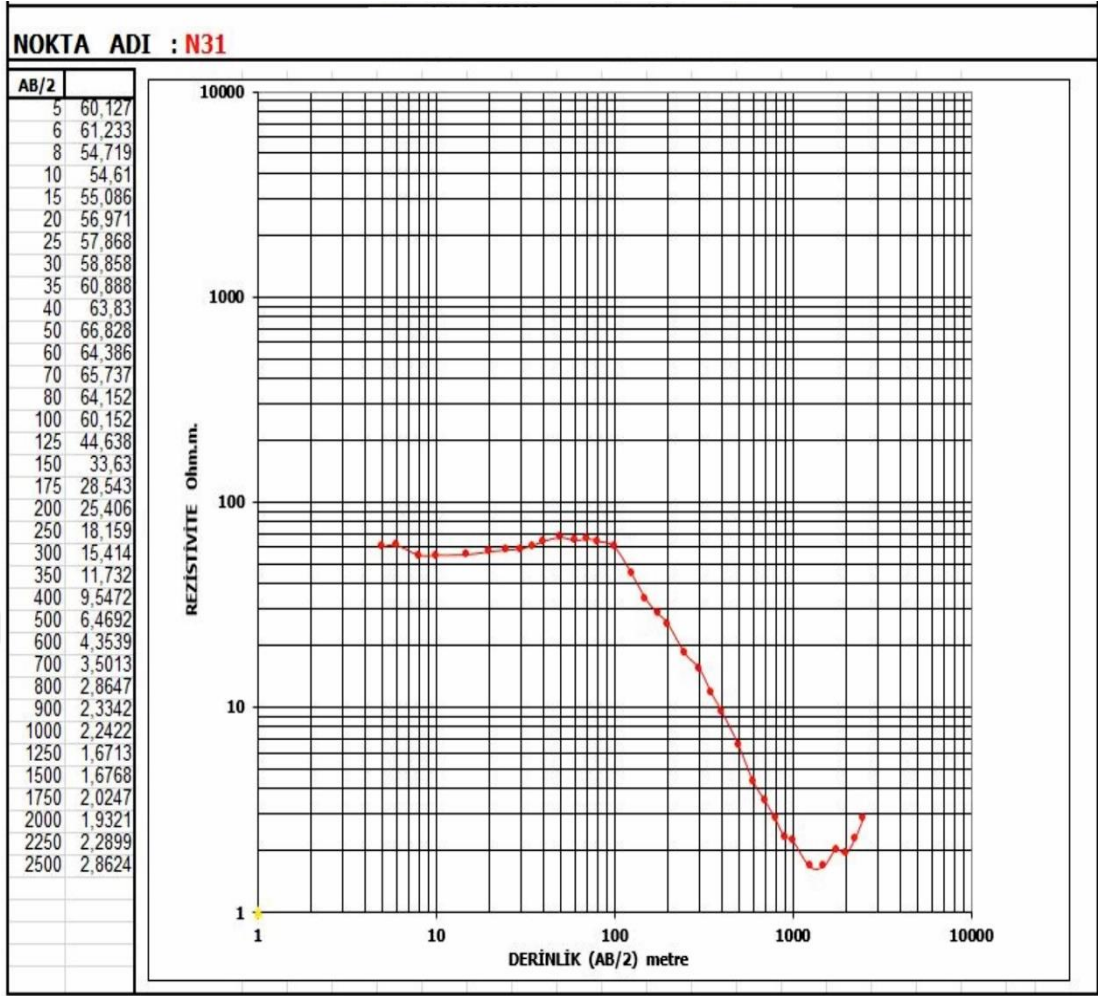
5.3. Jeofizik Elektrik Çalışmalarına İlişkin Değerlendirmeler

Çalışma alanında en düşük öz direnç değerlerinin gözlemlendiği Çat sahasında doğu-batı yönlü oluşturulan profildeki ölçümler neticesinde, bu düşük öz direnç değerlerinin sebebinin tuz ile birlikte jeotermal aktivitenin daha sığ derinliklerde bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çat sahasının genelinde düşük öz direnç değerleri gözlemlenmekle birlikte orta bölümünde yer alan kırık zonunun yakınında ve düşen blokta yer alan 15, 31 ve 38 no.lu DES noktaları bölgesinde çok daha düşük öz direnç değerleri ölçülmüştür. Çat ruhsat sahasında elde edilen veriler ışığında 31 no.lu DES noktasının olduğu bölgede yapılacak bir sondaj çalışması ile jeotermal akışkanın elde edilebileceği düşünülmektedir (Şekil 5.6, 5.7).

Çalışma alanına ait, jeofizik çalışmalar, diğer çalışmalarla, uyum göstermektedir.



Şekil 5.6. Nevşehir- Çat sahası Karacaşar arası jeofizik DES ölçü noktaları gösterir lokasyon haritası.



Şekil 5.6. Nevşehir-Çat ruhsat sahası N31 DES noktası konum ve eğrisi.

6. TOPRAK ANALİZİ

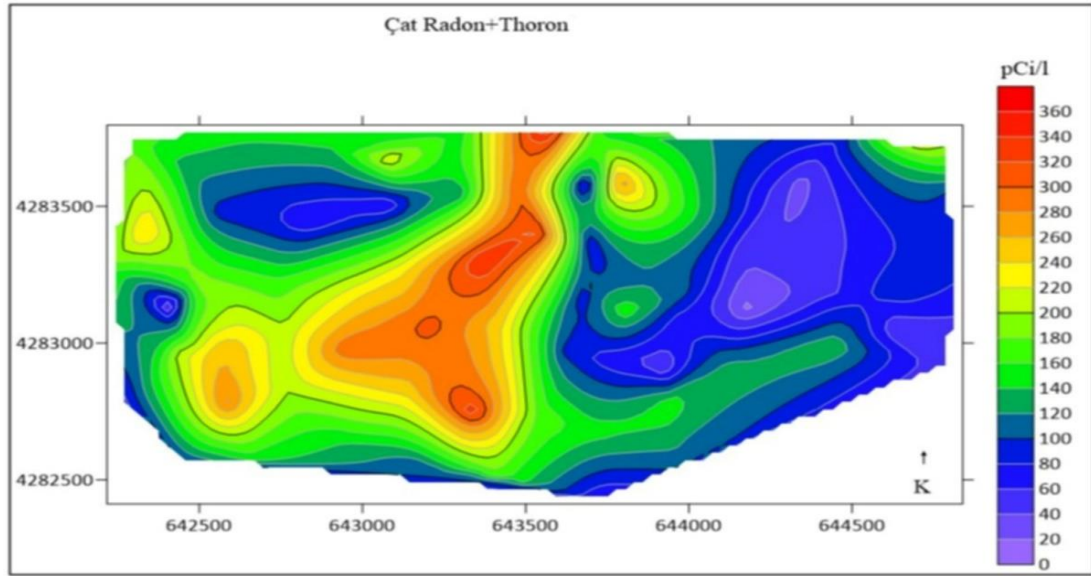
Jeotermal rezervuar araştırmalarında toprak gazları jeolojik izleyici olarak kullanılmaktadır. Buna ait ölçümler yapılmıştır (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. Radon ve Thoron ölçümleri (MTA, 2023).

No.	Rn (pCi/l)	Th (pCi/l)	Rn+Tn (pCi/l)	Rn/Tn (pCi/l)	CO ₂ (%)
C1	2,47	212	214,47	0,01	0,13
C2	7,4	227	234,4	0,03	0,14
C3	2,43	87,7	90,13	0,03	0,1
C4	9,74	77,9	87,64	0,13	0,09
C5	86,4	1	87,4	86,40	0,13
C6	31,7	1	32,7	31,70	0,11
C7	51,1	4,87	55,97	10,49	0,11
C8	41,4	1	42,4	41,40	0,09
C9	46,3	1	47,3	46,30	0,14
C10	76,5	1	77,5	76,50	0,14
C11	39	1	40	39,00	0,11
C12	91,3	4,94	96,24	18,48	0,12
C13	4,94	133	137,94	0,04	0,19
C14	41,4	4,87	46,27	8,50	0,13
C15	9,61	4,8	14,41	2,00	0,12
C16	7,4	114	121,4	0,06	0,14
C17	41,4	1	42,4	41,40	0,27
C18	51,1	14,4	65,5	3,55	0,15
C19	93,8	1	94,8	93,80	0,13
C20	9,74	77,9	87,64	0,13	0,21
C21	4,87	77,9	82,77	0,06	0,12
C22	4,87	63,3	68,17	0,08	0,15
C23	0	146	146	0,00	0,19

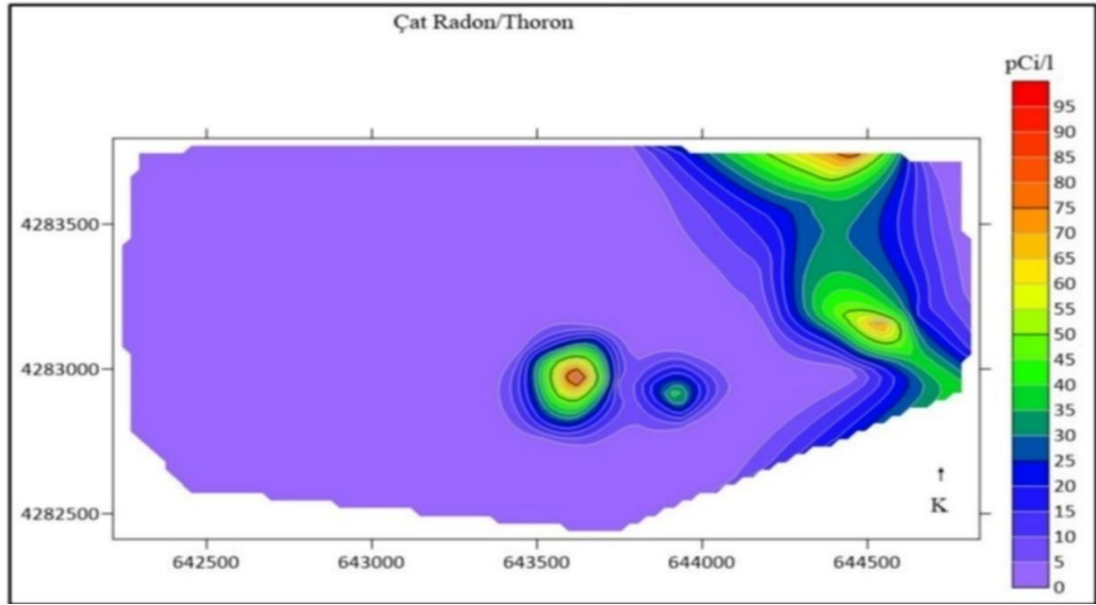
Uranyum 238 bozunma serisinde yer alan Radon 220 asal gazının yarılanma süresi 3,82 gün, Toryum 232 bozunma serisinde yer alan Thoron 222 gazının yarılanma süresi 55 saniyedir. Karbondioksit gazı da jeotermal sahalarda bol miktarda bulunur. Bu gazların kırık ve çatlak içeren geçirgen zonlarda düşey olarak yerçekiminin aksi yönünde diğer gaz ve akışkanlardan yoğunluk ve basınç farkı etkisinde ayrışması ve atmosfere doğru hareketinin cihazlar yardımıyla ölçülmesi bu gazların anomali dağılım haritalarının oluşturulmasına imkan vermektedir. Dağılım haritaları vasıtasıyla hedef alan içerisinde kırık ve çatlaklı geçirgen zonlar, rezervuarın yüzeye yakınlığına göre ve salınan gaz miktarındaki değişikliklerle kendi içerisinde ve diğer gazlarla göreceli olarak gözlenebilir ve bu gözlemler de bize rezervuarın ısıtıcı kaynağının yüzeye yakınlığı ve rezervuarın optimum sürdürülebilirliği açısından hacimsel büyüklüğü konusunda fikir edinmemizi sağlar.

Radon+Thoron toplam aktivitesi bakımından, Çat sahasında, DES noktası K-G doğrultusunda anomali olarak kabul edilebilir. Toprak gazları ölçüm noktalarından, Radon+Thoron toplam dağılımı bakımından, anomali olarak kabul edilebilir (Şekil 6.1).



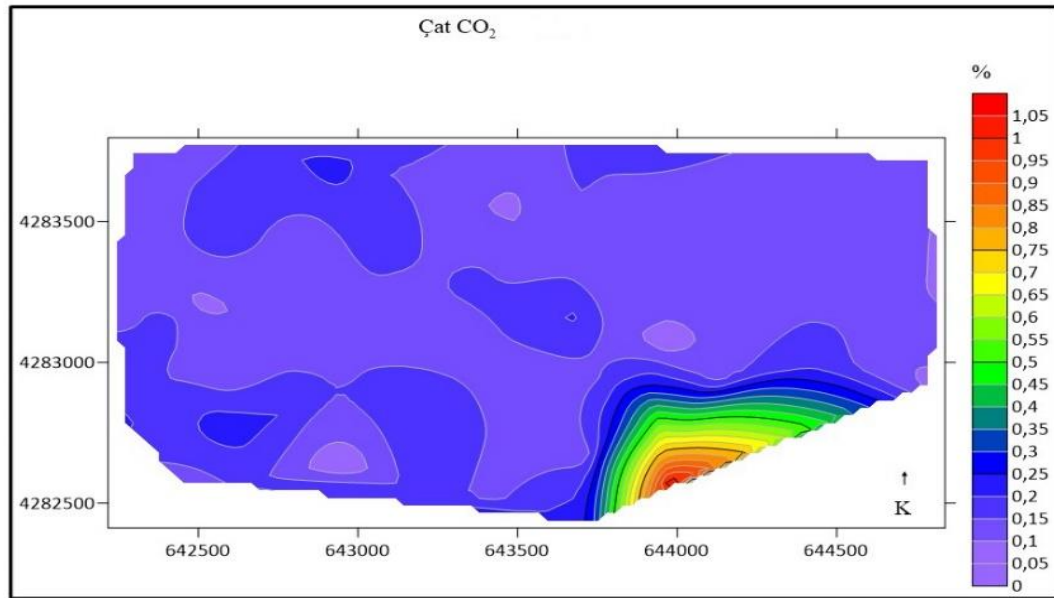
Şekil 6.1. Çat sahası radon+thoron gazı dağılım haritası.

Çat ruhsatında ölçüm alanında Radon/Thoron oranı Çat vadisinin doğusunda, C5-C10 numaralı toprak gazları ölçüm noktalarında Radon baskın olduğu gözlenmektedir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2. Çat sahası radon/thoron dağılım haritası.

Nevşehir Çat sahasında ölçüm alanında CO₂ gazı bakımından genel olarak zayıftır. Yüksek anomali vermiş olan, kırmızı renkli anomalilerin olduğu yerlerde, özellikle, bitki toplulukları bakımından zengin olduğu için göz ardı edilmelidir (Şekil 6.3).

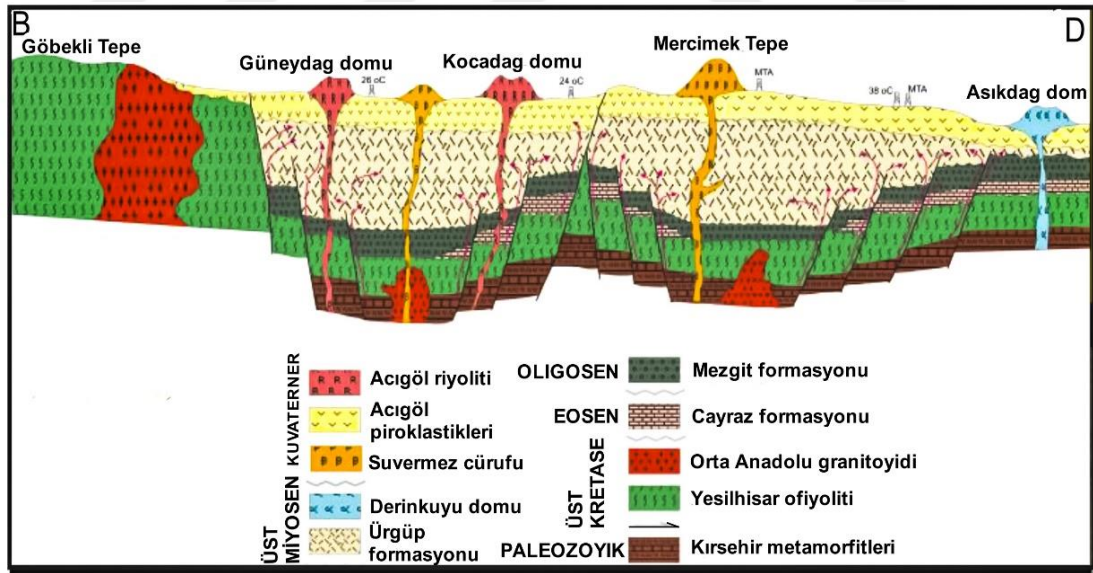


Şekil 6.3. Çat sahası CO₂ gazı dağılım haritası.

7. JEOTERMAL POTANSİYEL

Çat sahaları içerisinde sıcak su amaçlı açılmış herhangi bir kuyu ya da sıcak doğal çıkış bulunmamaktadır.

Çalışma sahasında mevcut ana tektonik yapılar olan KD-GB yönlü faylar, derinlerden ısıyı taşıyacak ve transfer edebilecek özelliktedir. Dolayısıyla buradaki jeotermal sistemin ısıtıcı unsurun volkanizma ile birlikte tektonizmanın da etkisinin olacağı düşünülmektedir. Bölgede, ısı kaynağı olarak değerlendirilebilecek genç volkanik oluşumlar mevcuttur. Nevşehir sahasının jeotermal modeli olarak, derinlerde yerleşmiş olan soğumamış magmatik intrüzyon kütlelerinden kabukta yayılan ısı enerjisinin, fay düzlemleri boyunca derinlere inen ve rezervuar kayalarda depolanmış olan meteorik kökenli suların ısınmasını, mineral ve erimiş gazlarla zenginleşmesini sağladığı düşünülmektedir. Isınan ve mineralce zenginleşen bu sular basıncın da etkisiyle fay zonları, kırık ve çatlaklar boyunca yüzeye çıkarak sıcak su kaynaklarını oluşturmaktadırlar. Durdu vd., (2015) çalışmalarında, bu alanla ilgili çalışmalar yapmışlardır ve bu bölgeye ait enine kesit oluşturmuşlardır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Çalışma alanı ve çevresine ait enine kesit (Durdu vd., 2015'den değiştirilmiştir).

Çalışma sahası ve çevresinde yer alan birimlerden Mesozoyik yaşlı metamorfik ve volkanik birimlerin, sahip oldukları kırık çatlak sistemleriyle jeotermal rezervuar özelliği taşıdığı düşünülmektedir. Jeotermal sistemin örtü birimleri ise daha genç yaşlı sedimanter ve piroklastik birimlerdir.

7.1. Çat - Karacaşar Jeotermal potansiyeli

Çat – Karacaşar alanında yapılan çizgisellik ölçümlerinde k33d1/k33d2 1/25000 haritasında verilen değerler çizgisellik yoğunluk jeofizik ölçümleri ile belirlenen lokasyonlarda k33d2 paftasına gelen alanda Hilal tepesi olarak adlandırılan (Çağnak Tepesi ve Karnıyarık Tepesi güneyine) jeotermal amaçlı sondaj açılmış olup devam etmektedir (Şekil 7.2.).

K33d2 paftasında Çat kasabası doğusunda Çağsak tepe ve Karnıyarık kepezi tepesinin güneyinde verdiğimiz noktalardan bir tanesine jeotermal amaçlı sondaj lokasyonu verilmiştir ve sondaj çalışmaları başlayıp devam etmektedir. Gelen değerlere ve verilere göre umutlu bir şekilde çalışmanın sonucu beklenmektedir (Şekil 7.3., 7.4., 7.5.,7.6.).

Çalışma alanında, M.T.A tarafından yürütülen, jeotermal arama çalışmaları sonucunda belirlenen alanda, sondaj çalışmaları başlatılmıştır. Belirlenen alan, Uydu-tabanlı çizgisellik haritasında belirlenen, yoğunluk haritalarındaki, yoğun çizgisellik alanının üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 7.2. K33d2 Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal araştırma bölgesi.



Şekil 7.3. K33d2 paftası Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal arazisinde alanın düzenlenmesi ve beton atım faaliyeti.



Şekil 7.4. K33d2 paftası Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal arazisinin HilalTepesi (Çağnak tepesi ve Karnıyarık Tepesi) güneyinde açılan sondaj kuyusu alanı.



Şekil 7.5. K33d2 paftası Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal arazisinde açılan faaliyeti devam eden sondaj kuyusu.



Şekil 7.6. K33d2 paftasında Çat kasabası doğusunda belirlenen jeotermal arazisinde Hilal tepesi olarak adlandırılan (Çağnak tepesi ve Karnıyarık Tepesi) sondaj yerinin görünümü.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nevşehir, Karacaşar mahallesi ve Çat kasabası K33d1/K33d2 paftaları, 1/25000 haritasında verilen değerler çizgisellik yoğunluk jeofizik ölçümleri ve arazi çalışmaları ile belirlenen 4 adet lokasyon belirlenip bu lokasyonlarda muhtemel jeotermal su bulunma ihtimali söz konusudur.

Çat alanında, halk arasında hilal tepesi olarak adlandırılan (çağnak tepesi ve karnıyarık kepezi tepesi) güneyin de yaptığımız çatlak ölçümleri, çizgisellik, yoğunluk haritaları ile belirlenen lokasyonlardan bir tanesinde jeotermal amaçlı sondaj kuyusu açılmış olup halen devam etmektedir. Uydu-tabanlı çizgisellik haritası üzerinde, açılan sondaj yeri, tam uyum göstermektedir.

Çalışma alanına ait, Karacaşar ve çevresinin uydu görüntüsünden elde edilen, uydu-tabanlı çizgiselliklere ait gül diyagramı Rockwork programında hazırlanmıştır. Buna göre, hakim çatlak doğrultuları, K0-10⁰D, K10-20⁰D, K80-90⁰B olarak belirlenmiştir. Çat ve çevresine ait, uydu-tabanlı elde edilen çizgisellikler de gül diyagramında değerlendirilmiştir. Buna göre, hakim çatlak doğrultuları, K0-10⁰D, K10-20⁰D ve K80-90⁰B olarak belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında alınan çatlak ölçümleri, Rockwork programında oluşturulan gül diyagramında değerlendirilmiştir. Çok evreli deformasyona bağlı olarak, çatlak doğrultuları, hemen hemen her doğrultuda dağılım göstermektedir. Hakim çatlak doğrultuları, K0-10⁰D, K20-30⁰D, K30-40⁰D, K0-10⁰B, K70-80⁰B ve K80-90⁰B olarak belirlenmiştir (Şekil 4.8c).

Sondajda yetkili Jeoloji mühendisleri ile yapılan sözlü görüşmede, ortalama 2000m ± 200m de sondaj faaliyeti sonlanacağı ve sıcaklık ve debi de olumlu veriler beklenmektedir.

Çalışma sahası ve çevresinde Geç Miyosen'den başlayarak günümüze kadar devam eden bir volkanik faaliyet söz konusudur. Volkanizmadan çıkan ürünler geniş alanlar kaplamakta olup, bu genç volkanizma faaliyetlerinin bölgede varlığı bilinen jeotermal ısı için kaynak olabileceği öngörülmektedir.

Ruhsat sahalarında, jeotermal enerji olanaklarını araştırmak, sahanın tektonik yapısını ortaya çıkarmak, jeotermal anomali sınırlarının belirlemek, jeotermal açıdan örtü ve rezervuar olabilecek temel birimlerin derinliği ve yanal uzanımlarını belirlemek

amacıyla jeofizik elektrik ve jeofizik manyetotellürük etüt çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalar kapsamında inceleme alanı içerisinde belirlenen alanlarda 395 noktada toprak gazı (Rn, CO₂, H₂S, CH₄, N₂ ve O₂) ölçümleri alınmış ve özellikle kırık zonlar hakkında yorumlar yapılmıştır.



KAYNAKLAR

- Ateş, A., Bilim, F. ve Büyüksaraç, A., 2005. Curie point depth investigation of central Anatolia, Turkey, Pure and Applied Geophysics.
- Aydar, E., Çubukçu, H. E., Şen, E. ve Akın, L., 2012. Central Anatolia'n Plateau, Turkey: İncision and paleoaltimetry recorded from volcanic rocks, Turkish Journal of Earth Sciences, 22, 739-746.
- Ayhan, A. ve Lengeranlı, Y., 1988. Yahyalı-Demirkazık (Aladağlar yöresi) arasının tektonostratigrafik özellikleri, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 27, 31-45.
- Batum, I., 1978. Nevşehir güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl volkanitlerinin jeokimyası ve petrolojisi, Yerbilimleri, 4,1-2, 70-88.
- Beekman, P. H., 1966. İncesu bölgesinin (Kayseri) jeolojik ve volkanolojik etüdü. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 6880, s. 84, Ankara (yayımlanmamış).
- Bigazzi, G., Yegingil, Z., Ercan, T., Oddone, M. ve Ozdogan, M., 1993. Fission-track dating obsidians in central and northern Anatolia, Bulletin of Volcanology, 55, 588-595.
- Burçak, M., Hacısalıhoğlu, Ö., Kılıç, A. R., Özkan, H., 2007. Aksaray Ziga, Acıgöl, Şahinkalesi jeotermal sahaları jeoloji-jeofizik-jeokimya etüt raporu. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 10994, s. 45, Ankara (yayımlanmamış).
- Büyüksaraç, A., Jordanova, D., Ateş, A. ve Karloukovski, V., 2005. Interpretation of the gravity and magnetic anomalies of the cappadocia region, Central Turkey. Pure and Applied Geophysics.
- Cagniard, L., 1953. Basic theory of the magnetotelluric method of geophysical prospecting, Geophysics, 18, 605-635.
- Dhont, D., Chorowicz, J., Yürür, T., Froger, J.-L., Köse, O., Gündoğdu, N., 1998. Emplacement of volcanic events and geodynamics of Central Anatolia, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 33-54.
- Dirik, K. ve Göncüoğlu, M. C., 1996. Neotectonic characteristics of central Anatolia, Int, Geology Review 38, 807-817.
- Doğan, U., 2011. Climate-controlled river terrace formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia section, Turkey: Inferred from Ar-Ar dating of Quaternary basalts and terraces stratigraphy, Geomorphology, 126, 66-81.
- Dolmaz, M. N., Hisarlı, Z. M., Ustaömer, T. ve Orbay, N., 2005. Curie point depths based on spectrum analysis of aeromagnetic data, West Anatolian Extensional Province, Pure appl, Geophys, 162, 571-590.

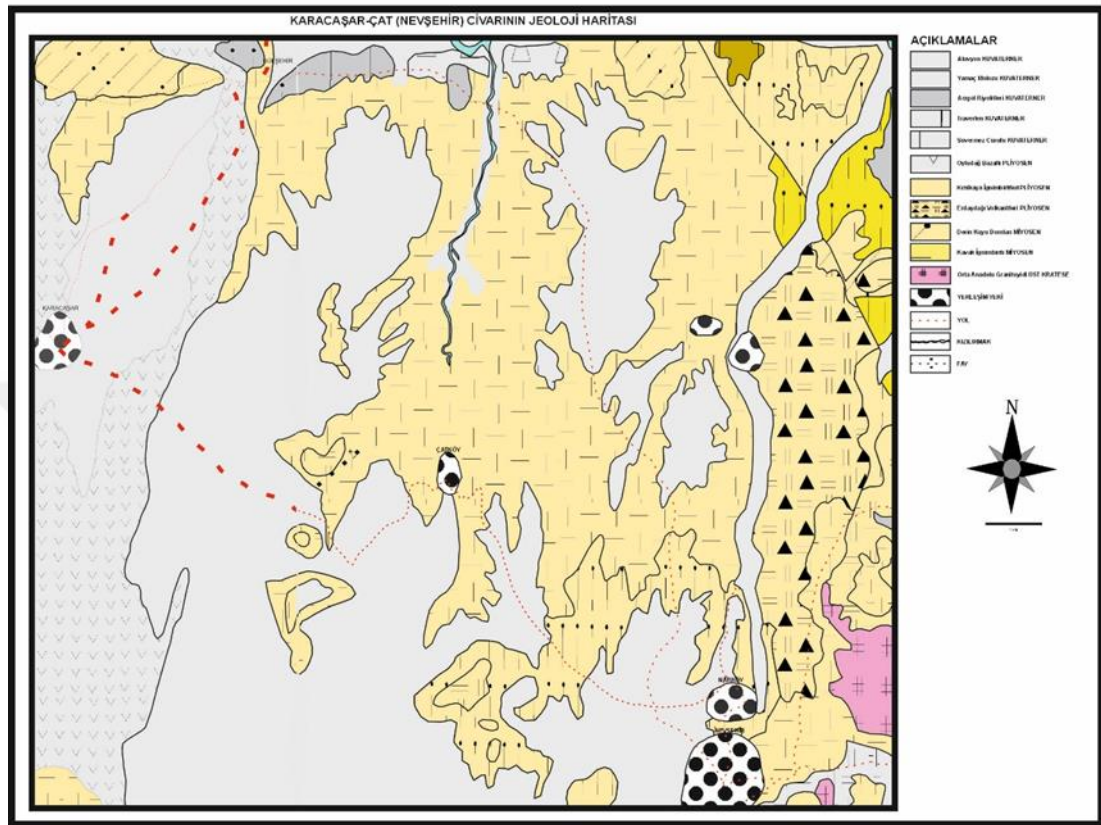
- Dönmez, M., Türkecan, A. ve Akçay, A. E., 2003. Kayseri-Niğde-Nevşehir yöresi Tersiyer volkanitleri. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 10575, Ankara (yayımlanmamış).
- Dönmez, M., Akçay, A. E. ve Türkecan, A., 2005. 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kayseri-K34 Paftası, No. 49. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Druitt, T. H., Brechley, P. J., Gokten, Y. E. ve Francaviglia, V., 1995. Late Quaternary rhyolitic eruptions from the Acıgöl complex, Central Turkey, J. of Geological Society, 152, 655-667.
- Ercan, T., 1987. Orta Anadoludaki senazoyik volkanizması, MTA Dergisi, 107, 119-140.
- Ercan, T., Tokel, S. ve Matsuda, J. I., 1992. Hasandağı-Karacadağ (Orta Anadolu) Kuvaterner volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal, izotopik ve radyometrik veriler, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 7, 8-21.
- Ercan, T. Tokel, S., Matsuda, J. İ, Ui, T., Natsu, K. ve Fujitani, T., 1994. Erciyes Dağı (Orta Anadolu) Pliyo-Kuvaterner volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal izotopik radyometrik veriler ve jeotermal enerji açısından önemi, Türkiye 6. Enerji Kongresi Teknik Oturum, 208-222.
- Ergin, K., 1985. Uygulamalı jeofizik, İ.T.Ü. Yayını, Sayı: 686. İTÜ Matbaası, İstanbul, 462.
- Ertek, N., Öner, F., 2008. Mineralogy, geochemistry of altered tuff from Cappadocia (Central Anatolia) and its use as potential raw material for the manufacturing of white cement, Appl Clay Sciences, 42, 300-309.
- Froger, J. L., Lenat, J. F., Chorowicz, J., Le Pennec, J. L., Bourdier, J. L., Köse, O., Zimitoğlu, O., Gündoğdu, N. M. ve Gourgaud, A., 1998. Hidden calderas evidenced by multisource geophysical data; example of Cappadocian Calderas, Central Anatolia. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 99-128.
- Göncüoğlu, M. C., 1985. Niğde Masifi batı yarısının jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 5883, Ankara (yayımlanmamış).
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F. ve Villari, L. 1975. The Neogene Calc-alkaline volcanic of Central Anatolia geochronological data on Kayseri-Niğde area, Geological Magazine, 112, 349-360.
- Işık, F., 2001. Kızılbaş volkanitlerinin (Derinkuyu Yeşilhisar/Kayseri) Petrografi-Petrokimyası: Petrojenetik Bir Yaklaşım, Pamukkale Üniversitesi., Müh. Bilm. Dergisi, 7, 1, 103-109.

- Karaca, S., Turalı, Ü., Bostan, S., Öztürk, S. ve Duran, Y. 2023. Nevşehir ili Merkez Ara: 50.00.2021.JEO.3 ve Nevşehir-Merkez-Çat Ara: 50.00.2022.JEO.2 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsat sahalarına ait jeotermal etüt (jeoloji-jeofizik) raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No. 101, s., Ankara, (yayımlanmamış).
- Keller, G. V. ve Frischknecht, F. C., 1966. Electrical methods in geophysical prospecting, Pergamon Press, New York.
- Le Pennec, J. L., Bourdier, J. L., Froger, J. L., Temel, A., Camus, G. Ve Gourgaud, A., 1994. Neogene Ignimbrites of the Nevşehir plateau (Central Turkey): Stratigraphy, distribution and source constraints, Journal of Geophysical Research, 63, 59-87.
- Meus Schumacher, Schumacher, U., 1997. Problems of stratigraphic correlation and new K-Ar data for ignimbrites from Cappocia, Central Turkey. International Geology Review, 38, 8, 737-746.
- Olanca, K., 1994. Geochimie des lavas Quaternaires de Cappadoce (Turquie): Les appareils monogeniques, These de Doctorat, Universite Blaise Pascal (France), 156.
- Pasquare, G., 1968. Geologie of the Senozoic volcanic area of Central Anatolia, Atti della Acad, No. Delince, Menorie Serie VIII, IX, 55-204.
- Piper, C., Bilger, J., Henrichs, E. M., Schultheiss, H. P., Horstkotte, D. ve Doerner, A., 2000. Is myocardial Na yCa exchanger transcription a q 2q marker for different stages of myocardial dysfunction? Quantitative PCR of the messenger RNA in endomyocardial biopsies of patients with heart failure, J AmColl Cardiol, 36,233-41.
- Schumacher, R., Keller, J. ve Bayhan, H., 1990. Depositional charteristics of in Gappodocia, Central Anotolia-Turkey, Proceeedings of IESCA Cong, (ED Savaşın an Eronat), 2, 435-449.
- Seymen, T., 1981. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifinin stratigrafisi ve metamorfizmas, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 24, 101-108,
- Temel, A., 1992. Kapadokya eksplozif volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Tichonow, A. N., 1950. On determining electrical charecteristics of the deep layers of the earth's crust, Doklady, 73, 295-297.
- Toprak, V. ve Göncüoğlu, M. C., 1993. Tectonic control on the development of the neogene-quaternary central Anatolian volcanic province, Turkey. Geol. J., 28, 357-369.

- Toprak, V. ve Kaymakci, N., 1995. Characteristics of the Derinkuyu fault in central Anatolia: A paleostress inversion study, Turkish Journal of Earth Sciences, 5,21-29.
- Türkecan, A., Dönmez, M. ve Akçay, A., 2004. Kayseri-Niğde-Nevşehir yöresi tersiyer volkanitleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No. 10575, Ankara (yayımlanmamış).
- Türkecan, A., Kuzucuoğlu, C., Muralis, D., Pastre, J. F., Atıcı, Y., Guillou, H. ve Fontugne, M., 2004. Upper Pleistocene Volcanism And Paleogeography In Cappadocia, MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No. 10652, Ankara (yayımlanmamış).
- Vozoff, K., 1972. The magnetotelluric method in the expolaration of sedimentary basins, Geophysics, 37, 98-141.
- Winglink, <http://www.slb.com/services/seismic/seismic-reservoir-characterization/electromagnetics/emsoftware/winglink.aspx> Erişim tarihi: 12.04.2023.
- Yalınız, M. K., Göncüoğlu, M. C. ve Oezkan-Altiner, S., 2000. Formation and emplacement ages of the SSZ-type Neotethyan ophiolites in Central Anatolia, Turkey: Palaeotectonic implications. Geological Journal, 35, 2, 53-68.
- Yüce, Y., 2007. A Geochemical study of the groundwater in the Misli basin and environmental implications, Environ Geol, 51, 857-868.
- URL-1 URL adres: <<http://www.slb.com/services/seismic/seismic-reservoir-characterization/electromagnetics/emsoftware/winglink.aspx>>, Erişim tarihi: 12.04.2023.

EKLER

EK-1: Çalışma alanı jeoloji haritası.



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Nimetullah BOZKURT

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
2009-2015

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
2022-2024

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. TPAO / Yaz Stajı
2. Çevre şehircilik ve iklim değişikliği müdürlüğü/ Yaz Stajı
3. MTA / Trakya – Afyon – Adana Kömür aramaları ve rezerv artırma projeleri
4. MTA/ Nevşehir Radyo aktif hammadde aramaları projesi

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan Bildiri

1. Karacaşar (NEVŞEHİR) çevresinde muhtemel jeotermal alanların uzaktan algılama ile elde edilen çizgiselliklerle ilişkisi isimli çalışma ile 22-24 Aralık 2023 tarihleri arasında düzenlenen VI. Ulusal mühendislikte bilimsel ve mesleki çalışmalar kongresine katılmıştır. Bildiri sunulmuştur.