

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DİYADİN (AĞRI) JEOTERMAL SAHASINDA OLUŞAN KİLLERİN
MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Şerif YILDIZ
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Türker YAKUPOĞLU

VAN – 2023

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DİYADİN (AĞRI) JEOTERMAL SAHASINDA OLUŞAN KİLLERİN
MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Şerif YILDIZ

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından
FYL-2021-9411 No'lu proje olarak desteklenmiştir

VAN – 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
Anabilim Dalı'nda danışmanlığında,
..... tarafından sunulan “.....”
başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri
gereğince /.... /..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile
başarılı bulunmuş ve tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun /.... /..... tarih ve sayılı kararı
ile onaylanmıştır.

İmza

.....

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

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

Mehmet Şerif YILDIZ



ÖZET

DİYADIN (AĞRI) JEOTERMAL SAHASINDA OLUŞAN KİLLERİN MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YILDIZ, Mehmet Şerif

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Türker YAKUPOĞLU

Nisan 2023, 59 sayfa

Çalışma alanı, Diyadin ilçesinin güneyinde Mollakara Köyü'nün güneybatısında yer almaktadır. Diyadin (Ağrı) Jeotermal sahasında hidrotermal akışkanların neden olduğu kil mineralleri ile yüzeyde atmosferik koşulların etkisi ile oluşan kil minerallerini ayırt ederek jeolojik özellikleri X-Işını kırınım yöntemi ve kimyasal analizlerle saptanmaya çalışılmıştır. Sahada sondaj karotlarından alınan kil örneklerinin XRD tüm kayaç bileşimlerinde kil mineralleri, kuvars, mika, alunit, dolomit mineralleri belirlenmiştir. Kil fraksiyonlarında ise kil minerali olarak, kaolinit ve klorit mineralleri saptanmıştır. Yüzeyden alınan örneklerin (6 örnek) mineral çeşitliliği sondaj örnekleri kadar zengin değildir. 2 örnekte sadece kuvars ve 1 örnekte sadece dolomit belirlenmiştir. Ayrıca kuvars, kaolinit, mika ve feldspat mineralleri saptanmıştır. Elde edilen veriler kil mineral oluşumlarının özellikle feldspat minerallerinin hidrotermal alterasyonu sonucu oluştuğunu göstermektedir. Kimyasal analiz sonuçları örneklerin Fe_2O_3 , Al_2O_3 ve SiO_2 bakımından zengin olduğunu göstermiştir. Örnekler daha az oranda CaO , K_2O , MgO , MnO , Na_2O , P_2O_5 ve TiO_2 içermektedir. İncelenen örneklerin tamamında kuvars bulunması ve kil minerali içeren örnek sayısının da fazla olması nedeniyle SiO_2 oranları yüksek çıkmıştır. Alınan tüm kil örneklerinin kimyasal analizleri incelendiğinde ateş kaybı değerlerinin genel olarak yüksek olması kil örneklerinin karbonat ve organik madde ihtiva ettiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Diyadin, Jeotermal, Kil, Miyosen, XRD

ABSTRACT

DETERMINATION OF MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF CLAYS OCCURRED IN DIYADIN (AGRI) GEOTHERMAL FIELD

YILDIZ, Mehmet Şerif

M.Sc. Thesis, Department of Geological Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Türker YAKUPOĞLU

April 2023, 59 pages

The study area is located in the south of Diyadin district and southwest of Mollakara Village. By distinguishing the clay minerals formed by hydrothermal fluids in Diyadin (Ağrı) geothermal field and the clay minerals formed on the surface by the effect of atmospheric conditions, their geological features were tried to be determined by X-ray diffraction method and chemical analysis. Clay minerals, quartz, mica, alunite, dolomite minerals were determined in whole rock compositions of the clay samples taken from drilling cores in the field. Kaolinite and chlorite minerals were determined as clay minerals in clay fractions. The mineral diversity of the samples taken from the surface (6 samples) is not as rich as the drilling samples. Only quartz was determined in 2 samples and only dolomite in 1 sample. In addition, quartz, kaolinite, mica and feldspar minerals were determined. Obtained data show that clay mineral formations are formed as a result of hydrothermal alteration especially of feldspar minerals. Chemical analysis results showed that the samples were rich in Fe_2O_3 , Al_2O_3 and SiO_2 . The samples contain lesser amounts of CaO , K_2O , MgO , MnO , Na_2O , P_2O_5 and TiO_2 . SiO_2 ratios were high due to the presence of quartz in all of the examined samples and the high number of samples containing clay minerals. When the chemical analyzes of all the clay samples taken are examined, the fact that the loss in ignition values are generally high indicates that the clay samples contain carbonate and organic matter.

Keywords: Clay, Diyadin, Geothermal, Miocene, XRD



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Türker YAKUPOĞLU'na teşekkür ederim. Ayrıca saha ve laboratuvar çalışmalarında teze katkısından dolayı ilk danışmanım Prof. Dr. İsmail AYDIN ARAS'a, saha çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Jeo. Yük. Müh. Mahmut ORUÇ'a, ayrıca saha çalışmaları esnasında destekleri için Koza Altın İşletmeleri A.Ş. araştırma ekibine ve tez sürecinde sabır ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

2023

Mehmet Şerif YILDIZ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Alanının Tanıtımı	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	7
3.1 Literatür Çalışmaları	7
3.2 Arazi Çalışmaları	7
3.3 Laboratuvar Çalışmaları	9
3.4 Büro Çalışmaları	10
4. BULGULAR	11
4.1 Çalışma Alanının Stratigrafisi ve Jeolojisi	11
4.1.1 Metamorfik Kayaçlar	14
4.1.2 Kırıntılı Karbonatlı Sedimanter Kayaçlar	15
4.1.3 Örtü Kayaçlar	15
4.1.4 Güncel Çökeller	16
4.2 Tektonizma	17
4.3 X-Işını Difraksiyonu Analizi (XRD)	20
4.4 XRF Analizi	50
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	53
KAYNAKLAR	57
ÖZ GEÇMİŞ	59



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1 Çalışma alanından alınan kil örnekleri listesi.....	20
Çizelge 4.2 XRF analizi sonuçları.....	51



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Çalışma alanının Türkiye’deki konumunu gösterir harita.....	1
Şekil 3.1 Araziden yüzey numunesi alımı.....	7
Şekil 3.2 Örnek lokasyon haritası (Mavi silindirler sondaj lokasyonlarını, siyah çarpılar yüzey örneklerinin lokasyonlarını göstermektedir).....	8
Şekil 3.3 Arazide hidrolik sondaj makinası ile alınan karot numuneleri.....	9
Şekil 3.4 Sedimantoloji ve Tektonik Laboratuvarında sahadan alınan numunelerin XRD analizi için hazırlanması.....	10
Şekil 4.1 Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Kıyadeh, 2019’dan alınmıştır).....	12
Şekil 4.2 İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Kıyadeh, 2019’dan alınmıştır).....	13
Şekil 4.3 Çalışma sahasında bulunan bir jeotermal su kaynağı.....	14
Şekil 4.4 Murat nehri boyunca görülen kırıntılı sedimanter kayaçlar.	15
Şekil 4.5 Çalışma alanında gözlenen örtü kayaçlar.....	16
Şekil 4.6 Murat nehri boyunca görülen güncel çökeller.....	17
Şekil 4.7 Çalışma alanında gözlemlenen sıkışma rejimine bağlı çizgisel yapılar.....	18
Şekil 4.8 Çalışma alanının tektonik çözümleme haritası (Kıyadeh, 2019’dan alınmıştır).....	19
Şekil 4.9 D120 nolu kuyunun sondaj logu	22
Şekil 4.10 D120 nolu kuyunun 11 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği.....	22
Şekil 4.11 D120 nolu kuyunun 16 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği.....	23
Şekil 4.12 D120 nolu kuyunun 22 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği.....	23
Şekil 4.13 D120 nolu kuyunun 27 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	23
Şekil 4.14 D120 nolu kuyunun 31 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	24
Şekil 4.15 D120 nolu kuyunun 41 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	24
Şekil 4.16 D120 nolu kuyunun 37 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	24
Şekil 4.17 D120 nolu kuyunun 47 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	25
Şekil 4.18 D120 nolu kuyunun 31 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	25
Şekil 4.19 D120 nolu kuyunun 60 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	25
Şekil 4.20 MOL-7 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği.	26
Şekil 4.21 MOL-2 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği.	27

Şekil 4.22 MOL-8 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği.	27
Şekil 4.23 MOL-5 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği.	28
Şekil 4.24 D120 nolu kuyunun 60 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	28
Şekil 4.25 MOL-6 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği.	29
Şekil 4.26 D177-A nolu kuyunun 113 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği	29
Şekil 4.27 D177-A nolu kuyunun 118 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği	30
Şekil 4.28 D183 nolu kuyunun 153 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği.	30
Şekil 4.29 D053 nolu kuyunun sondaj logu	31
Şekil 4.30 D53 nolu kuyunun 8 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği.	31
Şekil 4.31 D53 nolu kuyunun 21 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	32
Şekil 4.32 D53 nolu kuyunun 27 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	32
Şekil 4.33 D53 nolu kuyunun 32 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	33
Şekil 4.34 D53 nolu kuyunun 45 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	33
Şekil 4.35 D118 nolu kuyunun sondaj logu	34
Şekil 4.36 D118 nolu kuyunun 2 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği.	34
Şekil 4.37 D118 nolu kuyunun 8 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	35
Şekil 4.38 D118 nolu kuyunun 25 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	35
Şekil 4.39 D118 nolu kuyunun 29 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	36
Şekil 4.40 D118 nolu kuyunun 39 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	36
Şekil 4.41 D118 nolu kuyunun 47 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	37
Şekil 4.42 D058 nolu kuyunun sondaj logu	37
Şekil 4.43 D058 nolu kuyunun 2 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği.	38
Şekil 4.44 D058 nolu kuyunun 10 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	38
Şekil 4.45 D058 nolu kuyunun 17 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	39
Şekil 4.46 D058 nolu kuyunun 48 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	39
Şekil 4.47 D058 nolu kuyunun 64 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	40
Şekil 4.48 D065 nolu kuyunun sondaj logu	40
Şekil 4.49 D065 nolu kuyunun 6 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği.	41
Şekil 4.50 D065 nolu kuyunun 15 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	41
Şekil 4.51 D065 nolu kuyunun 17 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	42
Şekil 4.52 D065 nolu kuyunun 24 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	42
Şekil 4.53 D065 nolu kuyunun 40 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.	43

Şekil 4.54 D065 nolu kuyunun 46 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	43
Şekil 4.55 D065 nolu kuyunun 69 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	44
Şekil 4.56 D065 nolu kuyunun 77 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	44
Şekil 4.57 D011 nolu kuyunun sondaj logu	45
Şekil 4.58 D011 nolu kuyunun 15 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	45
Şekil 4.59 D011 nolu kuyunun 108 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	46
Şekil 4.60 D011 nolu kuyunun 191 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	46
Şekil 4.61 D011 nolu kuyunun 270 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	47
Şekil 4.62 D068 nolu kuyunun sondaj logu	47
Şekil 4.63. D068 nolu kuyunun 5 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	48
Şekil 4.64. D068 nolu kuyunun 16 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	48
Şekil 4.65 D068 nolu kuyunun 26 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	49
Şekil 4.66 D068 nolu kuyunun 37 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	49
Şekil 4.67 D068 nolu kuyunun 95 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği.....	50



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
Å	Angstrom
A.Za	Ateş zaiyatı
Al ₂ O ₃	Alüminyum oksit
CaO	Kalsiyum oksit
Fe ₂ O ₃	Demir oksit
K ₂ O	Potasyum oksit
MgO	Magnezyum oksit
MnO	Mangan oksit
Na ₂ O	Sodyum oksit
P ₂ O ₅	Fosfor pentaoksit
SiO ₂	Silisyum dioksit
TiO ₂	Titanyum dioksit

Kısaltmalar

Açıklama

KF	Kil Fraksiyonu
K-G	Kuzey-Güney
m	Metre
MTA	Maden Tetkik ve Arama
TK	Tüm Kayaç
XRF	X-Işını Floresans
XRD	X-Işını Difraktometresi

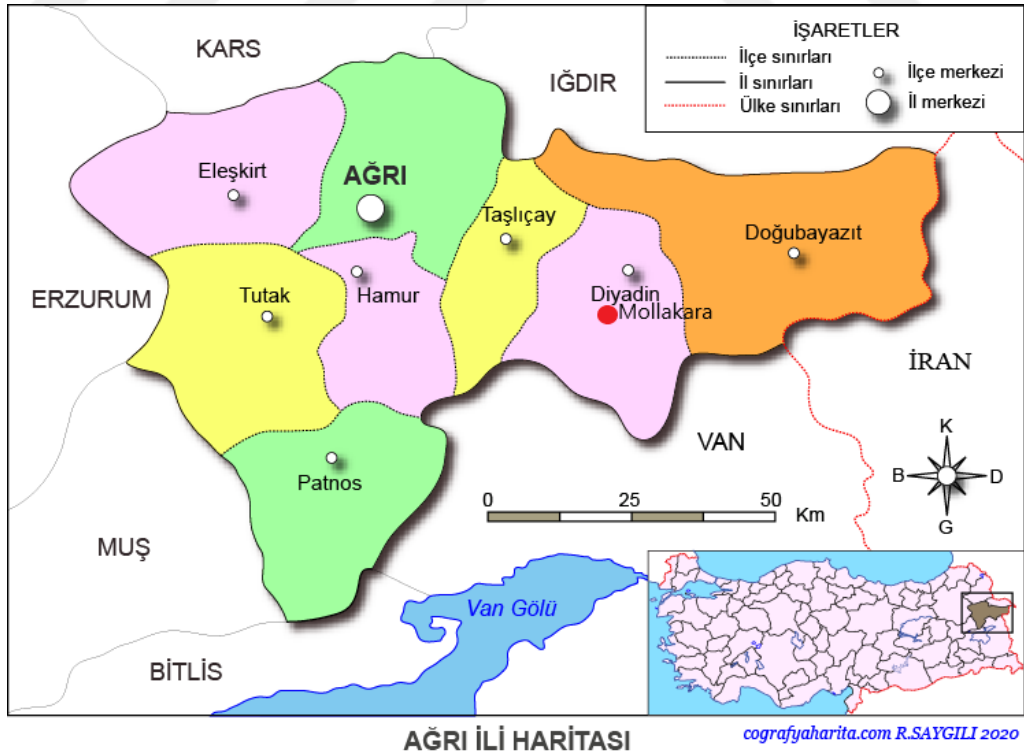


1. GİRİŞ

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Tez çalışması, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nin maddi desteğiyle (FYL2021-9411 numaralı tez projesi) gerçekleştirilmiştir.

1.1 Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı, Ağrı'nın Diyadin İlçesi'nin Mollakara köyü civarındaki, 1/25.000 ölçekli Ağrı J51-a1 paftasının güney kesiminin yaklaşık 10 km²'lik alanını kapsamaktadır. Diyadin ilçesi doğu ve kuzeyde Doğubayazıt, batıda Taşlıçay, güneyde ise Erçiş (Van) ilçeleri ile komşudur (Şekil 1.1). Mollakara köyündeki çalışma alanından, Diyadin ilçesinden geçerek Ağrı iline uzaklık yaklaşık 80 km'dir. Mollakara köyünden çalışma alanına kadar yol stabilize, Mollakara köyünden Diyadin'e ilçesine oradan Ağrı iline kadar olan yol asfalttır.



Şekil 1.1 Çalışma alanının Türkiye'deki konumunu gösterir harita

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tezin amacı Diyadin (Ağrı) Jeotermal sahasında hidrotermal akışkanların neden olduğu kil mineralleri ile yüzeyde atmosferik koşulların etkisi ile oluşan kil minerallerini ayırt ederek mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin X-Işını Kırınım Yöntemi, Taramalı Elektron Mikroskopu ve kimyasal analizlerle saptamaktır. Bu analiz yöntemleri ile oluşan kil minerallerinin özelliklerinin doğru olarak belirlenmesi; numune alımı ve numunelerin doğru şekilde hazırlanması ile mümkündür. Bu amaçla yapılan sondajlardan ve çalışma alanında yüzeyden alınan numunelerin analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bilindiği gibi killeri yer kabuğunda bulunan ikincil minerallerdir ve bozunma süreçleri ile oluşmaktadır. Bu süreçler yer altı kaynaklı hidrotermal sıcak sular olabildiği gibi atmosferik koşullarda yüzeylenen kayaların bozunması ile de oluşabilmektedir. Jeotermal sahalarda bu iki süreç birlikte gözlenmektedir. Bu süreçler ve etki alanı hidrotermal akışkanın kimyası, sıcaklığı ve akışkanı getiren yapısal unsurlar (faylar-fay zonları) ve etkilediği kayaların litolojilerine göre değişmektedir. Tezin amacı atmosferik bozunma ve hidrotermal akışkanların neden olduğu değişimin sınırlarını, nasıl etkilediğini ve ürünlerini saptamaktır.

Bu tez çalışmasının en önemli özelliği değişik etkiler ile oluşan kil minerallerinin yapıları ve kimyasal bileşimlerinin saptanması ile hangi jeolojik etkiler ile oluştuğuna odaklanarak bu etkilerin sınırlarının belirlenmesidir. Hidrotermal akışkanın kimyası ve sıcaklığı, etkilediği kayacın litolojisi, geçirgenliği yeni oluşan veya birincil minerallerden dönüşen kil minerallerini belirlemektedir. Jeolojik zaman içinde Diyadin hidrotermal akışkanlarının yukarıda sayılan özellikleri değişmiştir, Yörede yapılan “altın cevherleşmesi ile ilgili” çalışmada sahada ilk hidrotermal süreçlerin başlaması Miyosen yaşlı granitler ile ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmada bugünkü jeotermal akışkanların cevherleşmeye etkisi tam olarak aydınlatılamamıştır. Bu çalışma ile bugünkü jeotermal sahanın özelliklerinin belirlenmesi ile jeolojik zaman boyunca özelliklerinde nasıl değişiklikler olduğu konusunda veriler ortaya konulabilecektir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Bugüne kadar, Diyardin (Ağrı) ve çevresini içeren bölgenin jeolojik özelliklerini inceleyen çok az sayıda rapor, lisansüstü tez ve bilimsel yayın hazırlanmıştır. Bu tez çalışması kapsamında, araştırma konusu ve bölge ile ilgili nitelikli çalışmalara yönelik literatür bilgileri, aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Oruç vd. (1976), Anadolu'nun genç volkanlarından olan ve Diyardin'in güneydoğusunda bulunan Tendürek dağı ve yakın çevresinde yapmış oldukları çalışmada bölgedeki birimlerin gençten yaşlıya doğru; alüvyonlar, volkanikler (Tendürek ürünleri), Miyosen çökelleri, Alt Eosen çökelleri, Eosen fişleri, Paleosen kireçtaşları, Üst Kretase kireçtaşları, Ofiyolitler (üst kretase ayrılmamış), Permo-Karbonifer kristalize kireçtaşları ve Paleozoyik yaşlı metamorfiklerden oluştuklarını belirlemişleridir.

Kıral ve Çağlayan (1980), Ağrı, Kağızman, ve Taşlıçay yöresinde yaptıkları jeolojik araştırmalarda, volkanitlerin Pliyo-Kuvaterner yaşta olduklarını, bunlardan bazaltik türde olanların üç ayrı fazda meydana geldiklerini, aglomera ve tüflerin geniş alanlar kapladıklarını, bazı bölgelerde de dasit, andezit, ve riolit türde lavların olduğunu ifade etmişlerdir.

Şaroğlu ve Güner, (1981), Doğu Anadolu'da neotektonik dönemin Orta Miyosen'de sıkışmalı tektonik rejim ile başladığını, bölgede K-G yönlü sıkışma sonucu, D-B doğrultulu bindirmelerin KD-GB doğrultulu, doğrultu atımlı sol yönlü fayların, KB-GD doğrultulu, doğrultu atımlı sağ yönlü fayların ve K-G doğrultu açılma çatlaklarının oluştuğunu, ayrıca bölgede neotektonik dönem öncesi birimler üzerine, Üst Miyosen'den itibaren volkanosedimanter bir istifin çökmeye başladığını dile getirmişlerdir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1984), Doğu Anadolu Bölgesi'nde jeolojik olarak dört dönemin etkili olduğunu belirtmektedirler. Birinci dönemin metamorfikler ve kristalize kireçtaşları; ikinci dönemin ofiyolitik karmaşık; üçüncü dönemin sedimanter kayalar; dördüncü döneminde üst Miyosen'de başlayıp günümüze kadar devam eden karasal ortam çökelleri ve volkanizma ile temsil edildiğine dikkat çekmektedirler.

Şaroğlu ve Yılmaz (1986), Doğu Anadolu'nun neotektoniğini inceledikleri çalışmalarında, geniş alanlara yayılan kuvaterner volkanitlerin özellikle Nemrut, Süphan, Tendürek, Ağrı yanardağlarının merkezlerinde gözlemlendiğini belirtmişler, ayrıca

jeotermal enerji açısından Doğu Anadolu'nun önemli potansiyele sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Ölmez vd. (1994), Tendürek jeotermal alanının volkanolojisi ve jeotermal enerji olanaklarının araştırıldığı çalışmalarında, Diyadin jeotermal alanında yapılan kimyasal ölçümlerle bu alanın ısıtıcısının volkanik merkezli olduğu öne sürmüşlerdir. Diyadin, Zilan ve Çaldıran bölgesinde yaptıkları çalışmada, bölgede şist, mermer, ofiyolitlerden oluşan temel kayaların ve bunu örten kilaşı, tuf ve marndan oluşan genç birimlerin yüzeyletiğini belirtmişlerdir. Bölgedeki hidrotermal sistemin 700 bin yıldan genç olduğunu, tahmini hazne sıcaklıklarının ise 80-125 °C arasında olabileceğini söylemektedirler. Ayrıca jeotermal sahadan çıkarılacak akışkanın sera işletmeciliğinde, turistik amaçlarla ve kent ısıtmacılığında kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Erişen vd. (1996), "Türkiye Jeotermal Envanteri" adlı çalışmada, Diyadin yöresindeki jeotermal alanının Neojen yaşlı kireçtaşı ve kalın bir volkanik istif olan lav, tuf ve volkanik kumtaşı ile örtülü olduğundan, söz etmişlerdir.

Çelebi vd. (1997), "Murat Nehri'nin Hidrojeokimyasal Özellikleri" adlı çalışmada, Murat Nehri havzasındaki doğrultu atımlı fayların havzanın en önemli yapı öğelerini oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Zaman vd. (2000), "Diyadin Kaplıcaları" adlı çalışmada, Diyadin yöresinin tektonik yönden faylı bir senklinalden oluşan bir alanda yer aldığını ifade etmiştir. Ayrıca Diyadin güneyindeki sıcak su kaynaklarının bölgedeki KKB- GGB, KKD- GGD ve DB doğrultulu tektonik hatlar üzerinde geliştiğini belirtmiştir.

Erden (2005), "Doğu ve Güneydoğu Anadolu Jeotermal Kaynaklarının Potansiyeli ve Değerlendirilmesi" adlı çalışmada, Diyadin depresyonunun tektonik kökenli olmasından dolayı jeotermal enerji potansiyeli açısından oldukça uygun şartlara sahip olduğu, jeotermal kaynakların oluşmasının yörenin tektonik özellikleriyle ilgili olduğundan söz etmiştir. Ayrıca çalışmada, Diyadin ilçesinin güney bölgesinde bulunan bazalt kütlesinin GB ve KD yönünden çok sayıda fayların ve olası fay hatlarının geçtiğini ve bu fay hatlarının genellikle volkanik olmayan formasyonlar içerisinde yer aldığını, bazaltlar ve bazaltik lavlar içerisinde ise faylara az sayıda rastlandığını ve yöredeki sıcak su kaynaklarının, genellikle fay hatlarının yakınlarında veya üzerinde yer aldığını ifade etmiştir.

Akkuş vd. (2005), “Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri” adlı çalışmada, Diyadin jeotermal alanında Paleozoyik yaşlı mermerlerin en yaşlı birim olduğundan, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanik birimler ile kireçtaşı ve çakıltasının geniş alanlarda yüzeyletiğinden, Kuvaterner yaşlı travertenin kaynakların çevresinde, Murat Nehri’nin geçtiği akarsu yatağı boyunca alüvyonların gözlendiğini vurgulamıştır.

Bozdağ ve Aydoğan (2009), tarafından Diyadin yöresindeki kaynak sularının kalitesini ve termal faaliyetlere uygunluğunu değerlendirmek amacıyla yapılan hidrojeokimyasal esaslı çalışmada, Paleozoyik yaşlı metamorfiklerin yörenin güneybatısında KB-GD yönünde geniş mostra verdiği ve bu kayaçların, özellikle akifer durumunda olan mermerlerin, atmosferik etkilere bağlı olarak ikincil gözenekliliğin etkisiyle kırık zonları içerdiği, jeolojik formasyon birimlerinin oluşumunda tektonizma ve Tendürek volkanının etkili olduğu ve Diyadin jeotermal alanının Tendürek volkanının kuzeybatısında bulunan tektonik bir alanda yer aldığı ifade edilmiştir.

Pasvanoğlu ve Güler (2010), Diyadin jeotermal sahasının genç neotektonik hareketlerin yoğun olduğu bir kuşak üzerinde yer aldığını belirterek, sahada K-G sıkışmasına bağlı olarak doğrultu atımlı fayların ve beraberinde gelişen açılma çatlaklarının oluştuğunu ve birbirlerine yakın mesafede birçok sıcak ve mineralli su kaynaklarının bulunduğunu dile getirmişlerdir.

Çolakoglu vd. (2011) tarafından yapılan ve altın madenciliğine ilişkin küçük bir sahayı kapsayan çalışmada, Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaların içerisinde K10B ve K20B doğrultulu faylara rastlanıldığı ifade edilmiştir.

Oruç (2011), “Diyadin (Ağrı) Altın Cevherleşmesinin Jeolojik ve Jeokimyasal İncelemesi” adlı çalışmada, Diyadin jeotermal sahasının hidrotermal akışkanların kayaçlarda meydana getirdiği genel alterasyonları silisleşme, dekalsifikasyon ve killeşme olarak tanımlanmıştır. Ayrıca fay zonlarında az miktarda kaolinit-smektit-illit tespit edildiğini ifade ederek yüzeyde yapılan Portable Infrared Mineral Analyzer (PIMA) çalışmaları ile volkanik örtü kayaçlarında alünit, halloysit, anhidrit, kaolinit, dikit, illit ve smektit tespit edildiğini belirtmiştir.

Pasvanoğlu ve Vural (2012), “Diyadin (Ağrı) ve Erciş (Zilan-Van) Sıcak ve Mineralli Suların Karşılaştırmalı İncelenmesi” adlı çalışmada, Diyadin (Ağrı) jeotermal sahasının kıta içi volkanizmasının hakim olduğu bir sistem ile ilgili olarak gelişen volkanik orijinli jeotermal sistem olduğundan, sıcak suların meteorik kokenli olduğundan

ve yeraltına çatlak, kırık ve faylar boyunca süzülüp soğumamış magmatik bir sokulumla veya jeotermal gradyanla ısınarak hidrotermal kanal görevi gören fay veya etkin çatlaklar boyunca yeryüzüne yükseldiğinden söz etmişlerdir.

Diyadin jeotermal sahası üzerine Pasvanoğlu (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Diyadin jeotermal sahasının, neotektonikten yoğun şekilde etkilenen bir bölgede yer aldığı ve K-G doğrultulu sıkışmaya bağlı olarak birkaç doğrultu atımlı fay ile K-G doğrultulu tansiyon çatlaklarının geliştiği ifade edilmiştir. Çalışmada ayrıca, yapılardaki açılma yönlerinin D-B doğrultulu olduğu ve bunların termal akışkanların akım kontrollerinde yönlendirici rol oynadıkları belirtilmiştir.

Kardaş (2019), “Diyadin (Ağrı) Kuzeyinin Tektonik Özellikleri ve Jeotermal Potansiyeli” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında, Diyadin ilçe merkezinin güneybatısında bulunan Diyadin jeotermal sisteminin örtü kayasını altare olmuş tüfler ve ignimbiritlerden ziyade, Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal kırıntılı ve karbonatlar içindeki kıltaşı, marn ve şeyl gibi hidrojeolojik açıdan geçirimsiz birimlerin oluşturduğu sonucuna vardığını belirtmiştir.

Kıyadeh (2019), “Diyadin (Ağrı) Güneyinin Tektonik Özellikleri ve Jeotermal Potansiyeli” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında, Diyadin jeotermal sahasının kendi iç dinamiğiyle Tendürek volkanizmasından tamamen bağımsız bir sisteme sahip olduğunu öne sürmüştür. Bu çalışmada Diyadin Fayı’nın Murat Fayı’na doğru gelişen atkuyruğu tipi sonlanma kollarının meydana getirdiği basınç serbestleşmesi zonlarına karşılık gelen normal fayların, inceleme alanındaki jeotermal etkinlikleri yüzeye taşıyan en önemli unsurlar olduğu yorumu yapılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması; literatür, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere başlıca dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1 Literatür Çalışmaları

Diyadin (Ağrı) jeotermal sahası ile ilgili yayınlar detaylı şekilde incelenmiş ve bu yayınlar içerisinde araştırma konusuyla ilişkili olan veriler, tez yazı aşamasının başlangıcında hazır hale getirilerek derlenmiştir.

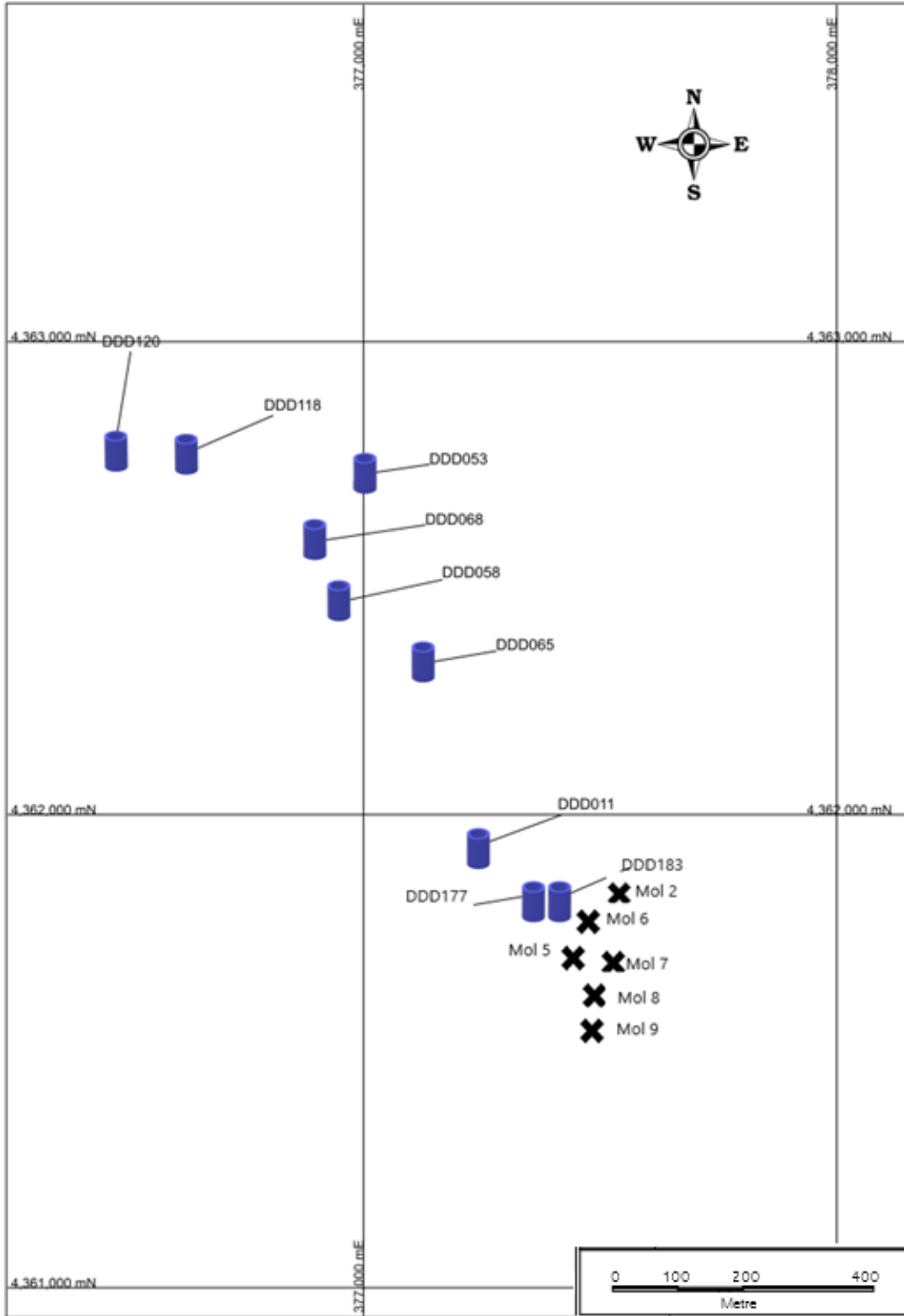
3.2 Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, tezin amaç ve hedeflerine yönelik olarak Diyadin'in (Ağrı) güneybatısındaki Mollakara köyü, Mutlu köyü ve Gedik köyleri arasında kalan Murat Nehri civarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, MTA Genel Müdürlüğünün 1/25.000 ölçekli Ağrı J51-a1 paftasının kapsadığı bir alan içinde yer almaktadır.

İnceleme alanında yapılan saha çalışmalarında jeolog çekici, pusula, topografik haritalar ve GPS kullanılmıştır. Sahada 9 adet sondaj noktasından 46 ve yüzeyde 6 noktadan olmak üzere toplam 52 örnek numaralandırılarak alınmıştır (Şekil 3.1, 3.2, 3.3).



Şekil 3.1 Araziden yüzey numunesi alımı



Şekil 3.2 Örnek lokasyon haritası (Mavi silindirler sondaj lokasyonlarını, siyah çarpılar yüzey örneklerinin lokasyonlarını göstermektedir)

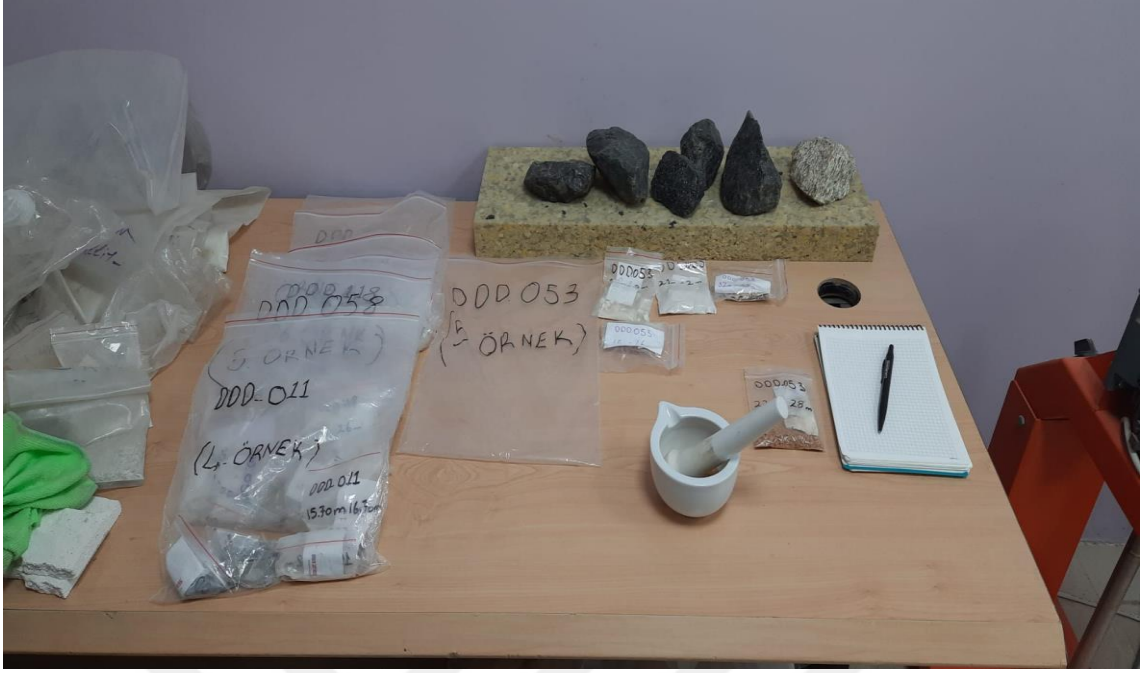


Şekil 3.3 Arazide hidrolik sondaj makinası ile alınan karot numuneleri

3.3 Laboratuvar Çalışmaları

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Sedimentoloji ve Tektonik Laboratuvarında analize hazır hale getirilen 52 örnek (Şekil 3.4) MTA Genel Müdürlüğü Numune Kayıt birimine gönderilmiştir.

MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Mineraloji-Petrografi Araştırmaları Birimi laboratuvarlarında bu örneklerin tümü üzerinde X-Işını detay kil analizleri yaptırılmıştır. XRD çekimleri Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı X-Işını kırınım laboratuvarında yapılmıştır. Elde edilen difraktogramlar, Hanawalt yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Hanawalt vd. (1938) tarafından geliştirilen bu yöneme göre öncelikle piklerin 2θ açıları $d(\text{\AA})$ 'ya çevrilir. Şiddeti en fazla olan desenden başlanarak, en şiddetli üç pik değerlendirilir ve indeks kitabından yararlanılarak uygun minerale eşleştirilir.



Şekil 3.4 Sedimentoloji ve Tektonik Laboratuvarında sahadan alınan numunelerin XRD analizi için hazırlanması

Çalışma sahasındaki stratigrafik kesitlerden toplanan 52 adet örnek minerallerin element kompozisyonlarını öğrenebilmek amacıyla jeokimyasal analizi (XRF) yaptırılmak üzere, MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Mineraloji-Petrografi Araştırmaları Birimi laboratuvarlarına gönderilmiştir. X-Işınları floresans (XRF) spektrometresi, ana ve eser element kompozisyonu belirlemede kullanılan önemli yöntemlerden biridir. Hızlı, duyarlı, kullanım kolaylığı, malzemeye zarar vermeme özellikleri göz önüne alındığında teknolojik ve bilimsel araştırmadaki önemi daha da artmaktadır.

3.4 Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları aşamasında, arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek yorumlanmaya çalışılmış, şekil ve çizelgeler hazırlanmıştır.

Sonuç olarak tüm bu çalışmalardan elde edilen veriler Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kuralları esas alınarak tez haline getirilmiştir.

4. BULGULAR

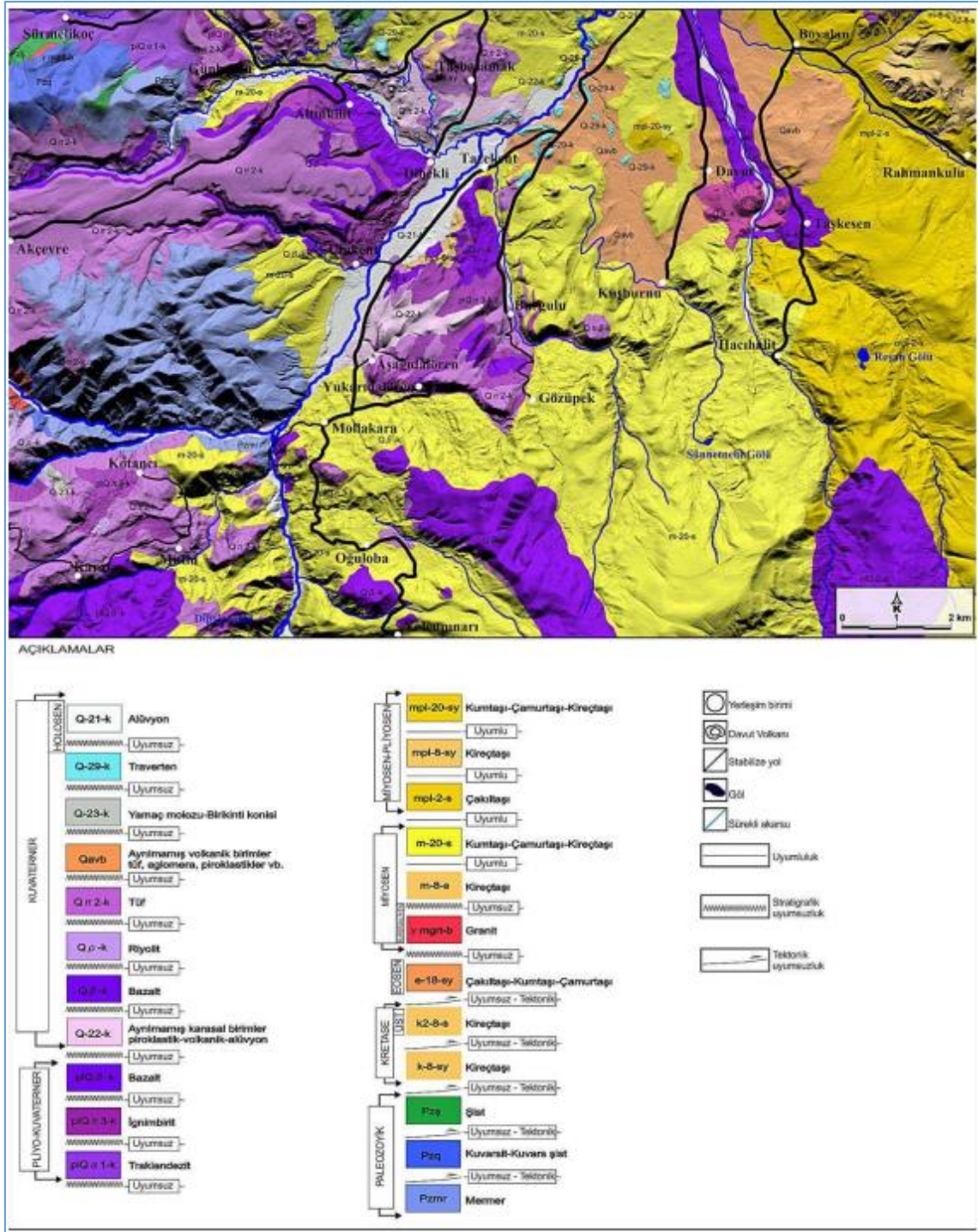
4.1 Çalışma Alanının Stratigrafisi ve Jeolojisi

Bölge ile ilgili yapılan stratigrafik ve jeolojik çalışmalarda (Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986) özet olarak bölgenin jeolojik evriminin dört dönemde oluştuğundan söz edilmiştir.

Yazarların değerlendirmelerinde; birinci dönem kayaçların meta-volkanitler, gnays, mikaşistler ve mermerlerden oluşan Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı metamorfikler olduğu, ikinci dönem kayaçların, Üst Kretase'de birinci dönem kayaçlarının üzerine tektonik dokanak ile yerleşen kumtaşı, pelajik kiretaşı ve serpantinitleten oluşan ofiyolitik kayaçlar olduğu, üçüncü dönem kayaçların Eosen-Alt Miyosen yaşlı miltaşı ve killi kiretaşlarının meydana getirdiği çökel bir istiften oluştuğu, dördüncü dönem kayaçların Üst Miyosen'den günümüze kadar süregelen karasal ve gölsel ortamlarda çökelen birimleri karakterize eden tuf, aglomera, bazalt, andezit ve riyolitten oluştuğu dile getirilmiştir.

Ayrıca (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984) yaptıkları çalışmada Doğu Anadolu'da Orta Miyosen'de başlayan neotektonik rejimin, bölgenin jeolojik gelişimini büyük ölçüde etkilediğini belirterek sıkışma rejimi ile karakterize olan Doğu Anadolu'da kıta-kıta çarpışmalarına bağlı olarak jeolojik zaman boyunca gelişen yapılar K-G yönünde daralmış D-B yönünde genişlemeye, kıta kabuğunun kalınlaşmasına ve yükselmesine neden olduğunu dile getirmişlerdir.

Çalışma alanı ve çevresinde yapılmış son çalışmalardan biri Kıyadeh (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, önceki çalışmalardan ve arazi gözlem verilerinden yararlanılarak ayrıntılı bir jeoloji haritası (Şekil 4.1) ile genelleştirilmiş stratigrafi kesiti oluşturulmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.1 Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Kıyadeh, 2019'dan alınmıştır)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	SİMGİ	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN		Q-21-k		Alüvyon, Karasal, Çökel Kaya
				Q-29-k		Traverten, Karasal, Çökel Kaya
				Q-23-k		Yamaç molozu-Birikinti konisi, Karasal, Çökel Kaya
				Qavb		Ayrılmamış volkanik birimler (tuf-aglomera-piroklastikler vb), Karasal, Volkanik Kaya
				Q π 2-k		Tuf, Karasal, Volkanik Kaya
				Q ρ -k		Riyolit, Karasal, Volkanik Kaya
				Q β -k		Bazalt, Karasal, Volkanik Kaya
				Q-22-k		Ayrılmamış karasal birimler (piroklastik-volkanik-alüvyon), Karasal, Çökel Kaya
				plQ β -k		Bazalt, Karasal, Volkanik Kaya
				plQ π 3-k		İgnimbirit, Karasal, Volkanik Kaya
	TERSİYER	PLİYOKUVATERNER		plQ α 1-k		Trakiandezit, Karasal, Volkanik Kaya
				mpl-20-sy		Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı, Şelf-Yamaç, Çökel Kaya
				mpl-8-sy		Kireçtaşı, Şelf-Yamaç, Çökel Kaya
				mpl-2-s		Çakıltıtaşı, Şelf, Çökel Kaya
		MİYOSEN-PLİYOSEN		m-20-s		Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya
				m-8-s		Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya
				γ mgt-b		Granit, Derinlik Kaya
				e-18-sy		Çakıltıtaşı-Kumtaşı-Çamurtaşı, Şelf-Yamaç, Çökel Kaya
		MİYOSEN		k2-8-s		Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya
				k-8-sy		Kireçtaşı, Şelf-Yamaç, Çökel Kaya
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE		Pzş		Şist, Metamorfik Kaya
				Pzq		Kuvarsit-Kuvars şist, Metamorfik Kaya
PALEOZOYİK				Pzmr		Mermer, Metamorfik Kaya

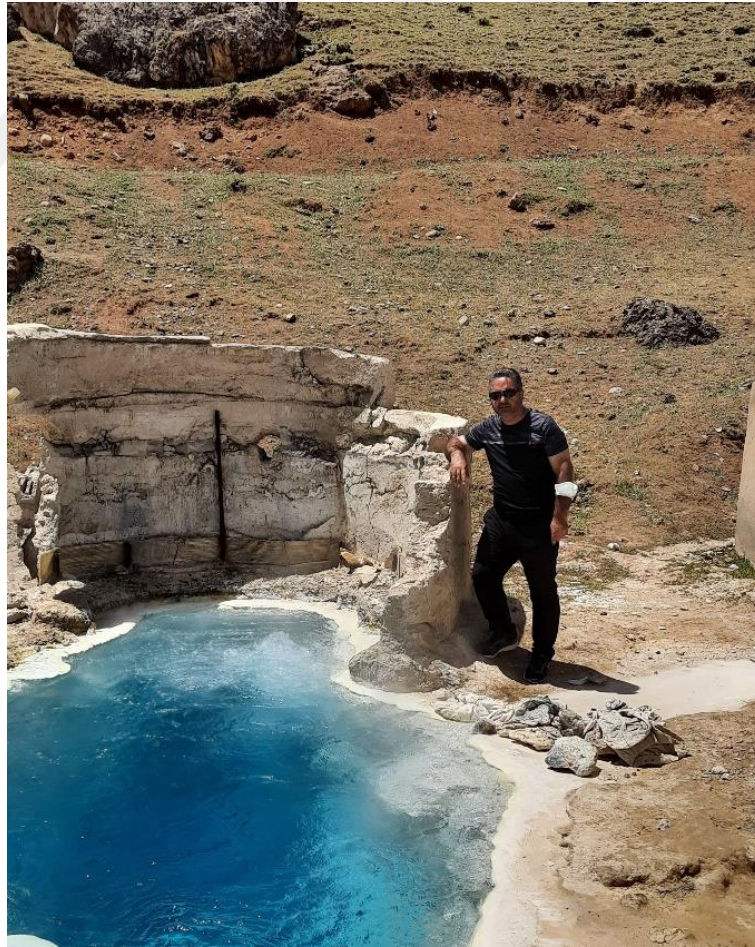
ÖLÇEKSİZ

Şekil 4.2 İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Kıyadeh, 2019'dan alınmıştır)

4.1.1 Metamorfik Kayaçlar

Çalışma alanında gözlenen mermer, kuvarsit, kuvars şist, şist ve dolomitlerin metamorfik kayaçlar birimlerini oluşturduğu görülmektedir. Kayaçlar üzerinde görülen izler jeolojik zaman boyunca kayaçların sert bir şekilde deformasyona uğradıklarını göstermektedir. Bu deformasyonun bindirme veya büyük ölçekli kıvrımlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dolomitik mermerlerin, Mollakara'nın yakınlarında, beyaz ve masif olarak Maden Tepe üzerinde yüzeyletiği görülür. Mollakara köyünün batısı ve güneybatısından Murat nehri vadisinin taban yüzeyine kadar kalsit damarlı ve grimsi renkte mermerler inmektedir. Ayrıca inceleme alanında yer alan mermerlerdeki yoğun kırıklardan dolayı yöredeki jeotermal sistemin ve mineralli suların ana veya ilk kaynağını oluşturdukları değerlendirilmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Çalışma sahasında bulunan bir jeotermal su kaynağı

4.1.2 Kırıntılı Karbonatlı Sedimanter Kayaçlar

Çalışma alanında bulunan Maden Tepede dolomit, dolomitik kireçtaşı birimleri görülmektedir. Ayrıca Murat nehri boyunca breşleşmiş, alterasyona uğramış ayırtlanamayan karbonatlı kayaçlara rastlanılmaktadır.



Şekil 4.4 Murat nehri boyunca görülen kırıntılı sedimanter kayaçlar

4.1.3 Örtü Kayaçlar

Eosen, Miyosen yaşlı sedimanter istifleri oluşturan; kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, çakıltaşı birimleri, çalışma alanımızı çevreleyen Mollakara Köyü, Oğuloba Köyü, Yolcupınarı Köyü, Mutlu Köyü ve Kotancı Köylerinin etrafında yüzeylendiği görülmüştür.

Gedik Köyü yolu boyunca ve Kel Tepe yamaçlarında geniş bir alana yayılmış pekleşmiş tüf yüzeylendiği görülmüştür. Mollakara, Oğuloba yolunun doğusunda ve Kuçtepe dolaylarında afanitik dasit görülmektedir. Murat Nehrinin doğu kısmında yüzeylenen pekleşmiş tüflerin killeşme, serizitleşme alterasyonuna uğradığı görülmüştür (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Çalışma alanında gözlenen örtü kayaçlar

Çalışma alanımızda Diyardin jeotermal sisteminin örtü kayasını Eosen, Miyosen yaşlı karasal kırıntılı ve karbonatlar içindeki kıltaşı, şeyl ve marn gibi hidrojeolojik yönden geçirimsiz birimlerin meydana getirdiği görülmüştür.

4.1.4 Güncel Çökeller

Çalışma alanında, aktif Murat Nehri tarafından taşınan değişik türde çakıl taşları, agregalar ve yamaç molozları yoğun bir şekilde izlenmektedir. Nehir boyunca yamaç molozlarının özellikle karbonatlı yatak kayacıyla yapılan kontaklarda geniş bir alan kapladığı görülmektedir. Lokal olarak gözlenen karbonat konglomera genellikle çakıllar, karbonatlı kumtaşları ve az miktarda tüflerle birlikte görülür.

Murat Nehri kanyonu boyunca bölgedeki yoğun erozyondan kaynaklı değişik türde, farklı boyutlarda volkanik, metamorfik ve serbest sedimanter kırıntılı kayaçlar görülmektedir. Ayrıca çalışma sahası aktif jeotermal bölge olduğu için sıcak su çıkışlarına bağlı olarak, karbonat çökeli ve güncel travertenlerin oluştuğu görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Murat nehri boyunca görülen güncel çökeller

4.2 Tektonizma

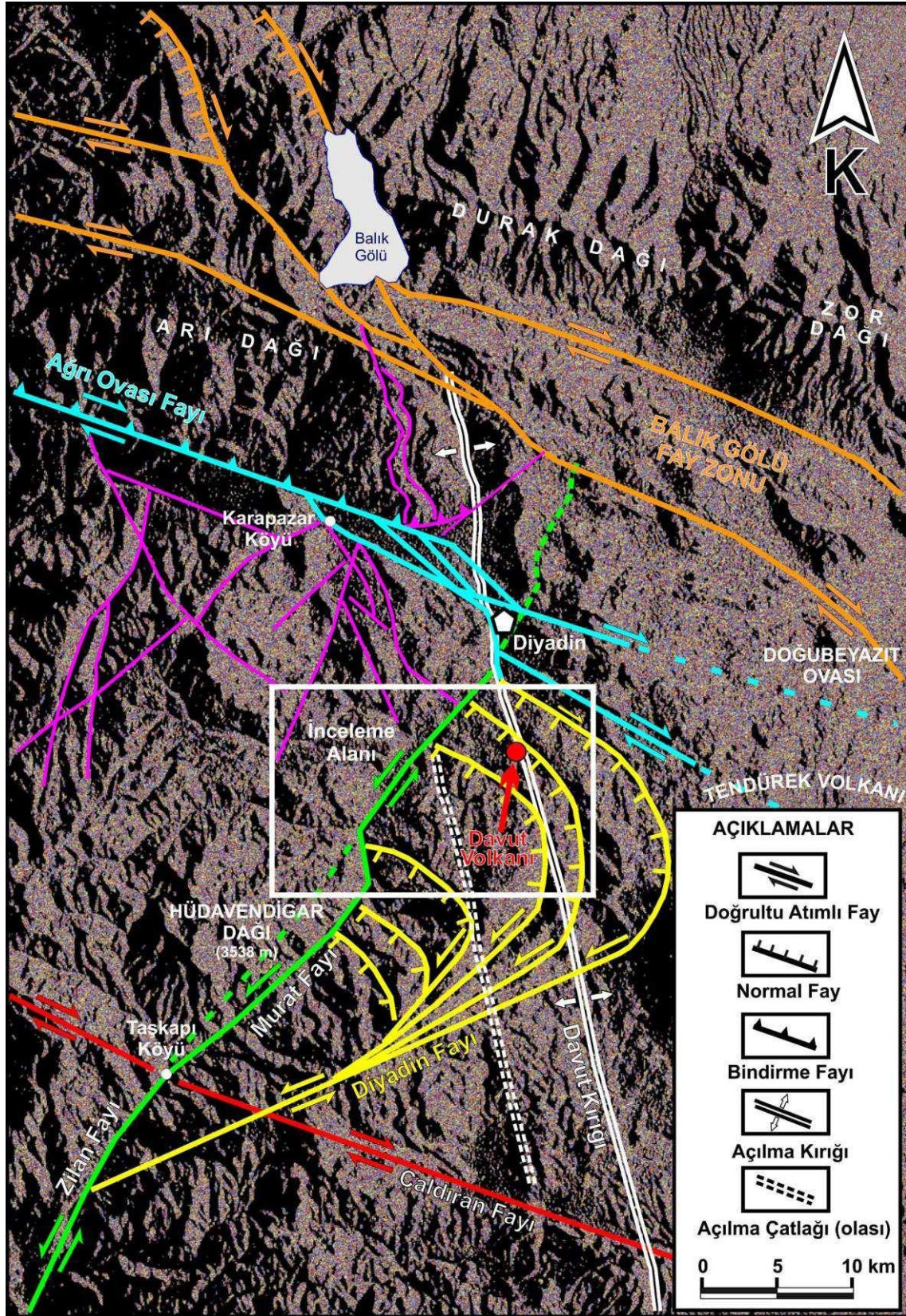
Çalışma sahasında çok fazla kırıklanma gözlemlenmiştir. Kırıklanmanın fazla olmasının büyük ölçekte sıkışma rejimine bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Tektonik olarak derin ve uzun Murat Nehri kırığı üzerinde bulunan çalışma alanı genel olarak doğrultu atımlı Balık Gölü fayı ile Çaldıran Fayı arasında kalmaktadır. Genel olarak çalışma alanında doğrultu atımlı faylar, normal faylar, küçük ölçekte bindirme, budinaj yapıları, kıvrımlar mevcuttur (Şekil 4.7). Tektonik öğeler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, çalışma bölgesi bir makaslama zonu olarak değerlendirilebilir.

Kıyadeh (2019), bölge ile ilgili yaptığı çalışmada Çaldıran Fayı'ndan Balık Gölü Fay Zonu'na doğru yaklaşık K10B doğrultusunda geçiş yapan açılma (tansiyon) kırığından söz ederek sol yönlü doğrultu atımlı Diyadin Fayı'nın atkuyruğu sonlanmasındaki ikinci ana basamak normal fay bileşenli segmentle kesiştiği noktada, bu açılma kırığı üzerinde Davut volkanı adını verdiği küçük bir volkanın faaliyet gösterdiğini belirtmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.7 Çalışma alanında gözlemlenen sıkışma rejimine bağlı çizgisel yapılar

Başlıca Murat Nehri'nin doğusundaki bölge olmak üzere çalışma alanının büyük bölümünün açılma tektoniğinin etkisinde gelişiminde Diyadin Fayı'nın normal fay özelliğindeki at kuyruğu sonlanma segmentleri imkan sağlamaktadırlar. Güneyde daha yüksek kotlu yerlerde bu etki altında kalan bölgelerde Neojen birimlerdeki killi katmanları kullanan, bölgesel ve çok küçük, küçük açılı ve yaklaşık olarak D-B uzanımlı olan aynı düzlemde kesişmeyen normal faylar gözlemlenmiştir.



Şekil 4.8 Çalışma alanının tektonik çözümleme haritası (Kıyadeh, 2019'dan alınmıştır)

4.3 X-Işını Difraksiyonu Analizi (XRD)

İnceleme alanında yapılan çalışmalarda 9 sondaj kuyusundan 46 örnek ve 6 noktada yüzeyden alınan kayaç örnekleri olmak üzere toplam 52 adet kil örneği analiz için alınmıştır (Çizelge 4.1). Kil örneklerinin büyük çoğunluğu fay zonları, litolojik uyumsuzluk bölgeleri ve hidrotermal aktivitenin arttığı bölgelerden alınmıştır.

Alınan kil örnekleri üzerinde tüm kayaç analizi (TK), kil fraksiyonu analizi (KF), etilen glikol, 350 °C ısı ve 550 °C ısı işlem uygulanarak detay kil XRD difraktogram çekimleri yapılmıştır. Mineraller, Çelik-Karakaya (2006)'dan yararlanılarak belirlenmiş, difraktogram üzerinde gösterilen mineral sembolleri Whitney ve Evans (2010) ile Warr (2020)'den alınmıştır.

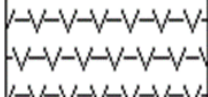
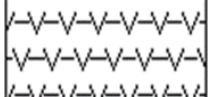
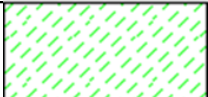
Çizelge 4.1 Çalışma alanından alınan kil örnekleri listesi

Sıra No	Örnek No	Koordinat (X/Y)	MTA Örnek No	Yapılan Analiz
1	MOL-7	378923/4370540	21-H-006317	XRD ve XRF
2	MOL-2	378936/4370847	21-H-006318	XRD ve XRF
3	MOL-8	378936/4372578	21-H-006319	XRD ve XRF
4	MOL-5	378943/4369838	21-H-006320	XRD ve XRF
5	MOL-9	378960/4376908	21-H-006321	XRD ve XRF
6	MOL-6	378943/4370199	21-H-006322	XRD ve XRF
7	D177-A/113m	378939/4371283	21-H-006323	XRD ve XRF
8	D177-A/118,5m	378939/4371283	21-H-006324	XRD ve XRF
9	D183/153,40m	378936/4370847	21-H-006325	XRD ve XRF
10	D053/8m	377000/4362720	21-H-006326	XRD ve XRF
11	D053/21m	377000/4362720	21-H-006327	XRD ve XRF
12	D053/27m	377000/4362720	21-H-006328	XRD ve XRF
13	D053/32m	377000/4362720	21-H-006329	XRD ve XRF
14	D053/45m	377000/4362720	21-H-006330	XRD ve XRF
15	D120/11m	376475/4362779	21-H-006335	XRD ve XRF
16	D120/16m	376475/4362779	21-H-006336	XRD ve XRF
17	D120/22m	376475/4362779	21-H-006337	XRD ve XRF
18	D120/27m	376475/4362779	21-H-006338	XRD ve XRF
19	D120/31m	376475/4362779	21-H-006339	XRD ve XRF
20	D120/41m	376475/4362779	21-H-006340	XRD ve XRF
21	D120/37m	376475/4362779	21-H-006341	XRD ve XRF
22	D120/47m	376475/4362779	21-H-006342	XRD ve XRF
23	D120/52m	376475/4362779	21-H-006343	XRD ve XRF
24	D120/60m	376475/4362779	21-H-006344	XRD ve XRF

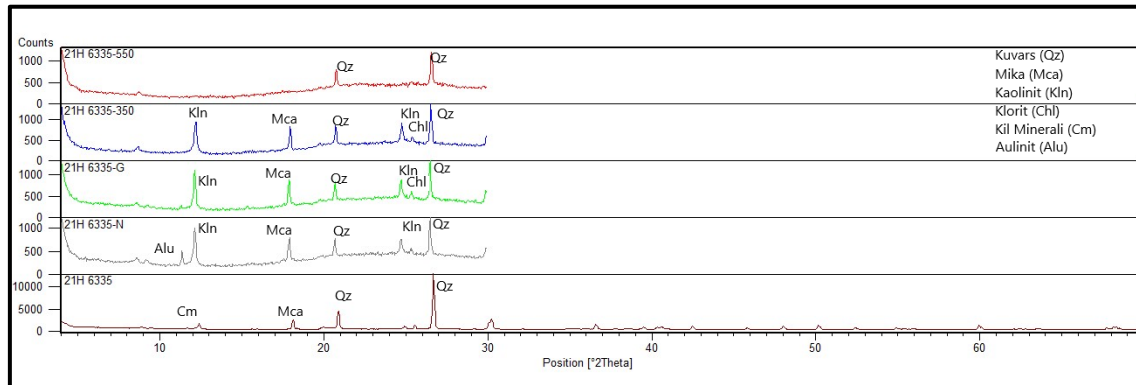
Çizelge 4.1 Çalışma alanından alınan kil örnekleri listesi (devam).

Sıra No	Örnek No	Koordinat (X/Y)	MTA Örnek No	Yapılan Analiz
25	D068/5m	376895/4362577	21-H-006345	XRD ve XRF
26	D068/16m	376895/4362577	21-H-006346	XRD ve XRF
27	D068/27m	376895/4362577	21-H-006347	XRD ve XRF
28	D068/37m	376895/4362577	21-H-006348	XRD ve XRF
29	D068/95m	376895/4362577	21-H-006349	XRD ve XRF
30	D0118/2m	376625/4362764	21-H-006351	XRD ve XRF
31	D0118/8m	376625/4362764	21-H-006352	XRD ve XRF
32	D0118/25m	376625/4362764	21-H-006353	XRD ve XRF
33	D0118/29m	376625/4362764	21-H-006354	XRD ve XRF
34	D0118/39m	376625/4362764	21-H-006355	XRD ve XRF
35	D0118/47m	376625/4362764	21-H-006356	XRD ve XRF
36	D058/02m	376950/4362450	21-H-006357	XRD ve XRF
37	D058/10m	376950/4362450	21-H-006358	XRD ve XRF
38	D058/17m	376950/4362450	21-H-006359	XRD ve XRF
39	D058/48m	376950/4362450	21-H-006360	XRD ve XRF
40	D058/64m	376950/4362450	21-H-006361	XRD ve XRF
41	D065/6m	377125/4362320	21-H-006363	XRD ve XRF
42	D065/15m	377125/4362320	21-H-006364	XRD ve XRF
43	D065/17m	377125/4362320	21-H-006365	XRD ve XRF
44	D065/24m	377125/4362320	21-H-006366	XRD ve XRF
45	D065/40m	377125/4362320	21-H-006367	XRD ve XRF
46	D065/46m	377125/4362320	21-H-006368	XRD ve XRF
47	D065/69m	377125/4362320	21-H-006369	XRD ve XRF
48	D065/77m	377125/4362320	21-H-006370	XRD ve XRF
49	D011/15m	377240/ 4361934	21-H-006371	XRD ve XRF
50	D011/108m	377240/ 4361934	21-H-006372	XRD ve XRF
51	D011/191m	377240/ 4361934	21-H-006373	XRD ve XRF
52	D011/270m	377240/ 4361934	21-H-006374	XRD ve XRF

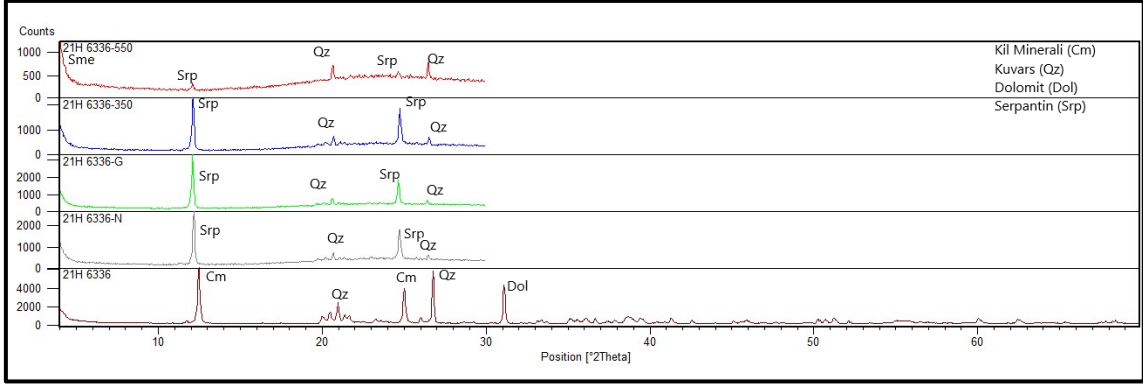
D 120 numaralı sondaj kuyusunun logu ve örnek yerleri şekil 4.9’da sunulmuştur. Bu örneklerin XRD grafikleri şekil 4.10-19’da verilmiştir.

Sondaj No	KOORDİNAT (ED50 UTM Zone38)			Doğrultu /Açı	Derinlik		Alınan Kil Örneği Derinliği
	X	Y	Z		112 m		
	376475	4362779	2080				
	Giriş(m)	Çıkış(m)	Litoloji		Lejant		
D 120	0	8	Alüvyon				
	8	21	Volkanikler			11 m. ve 16 m. Numune	
	21	30	Volkanikler, yer yer karbonat klastlı şist parçaları			22 m. ve 27 m. Numune	
	30	52	Karbonat Klastlı Şist ve Fay zone			31 m., 37 m., 41 m. ve, 47 m. Numune	
	52	58	Karbonat Klastlı Şist			52 m. Numune	
	58	61	Karbonat Klastlı Şist ve Dolomit			60 m. Numune	
	61	112	Dolomit				

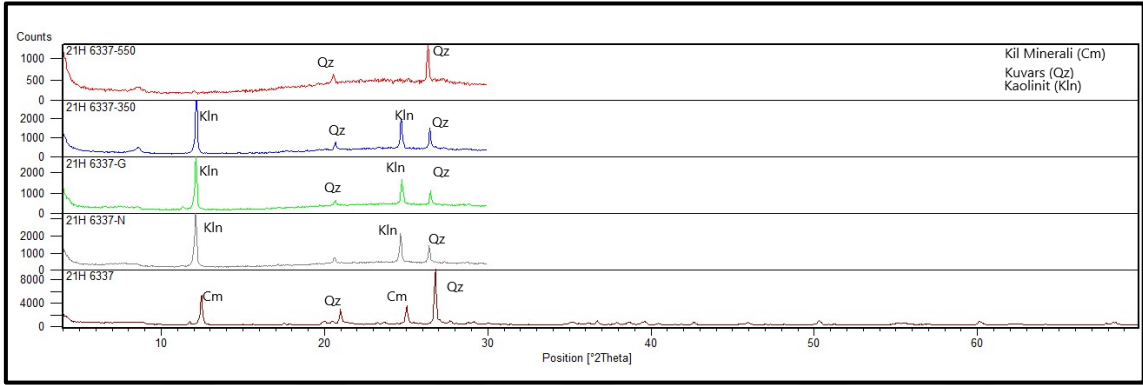
Şekil 4.9 D120 nolu kuyunun sondaj logu



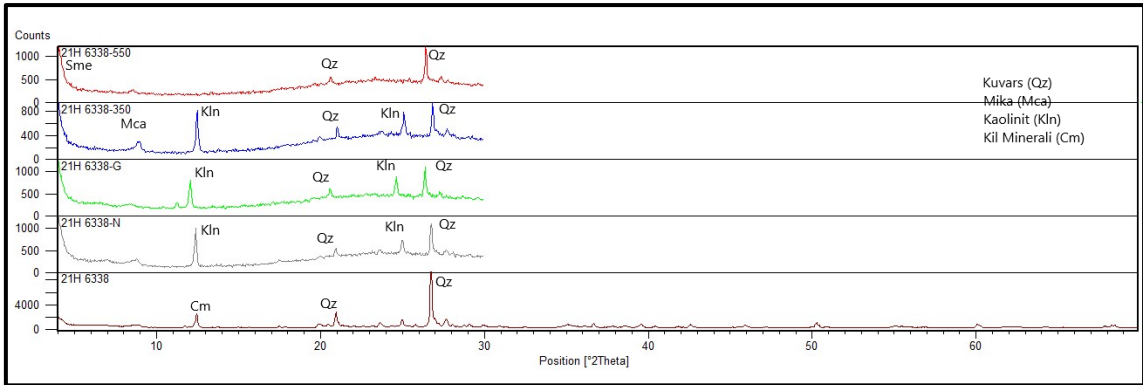
Şekil 4.10 D120 nolu kuyunun 11 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği



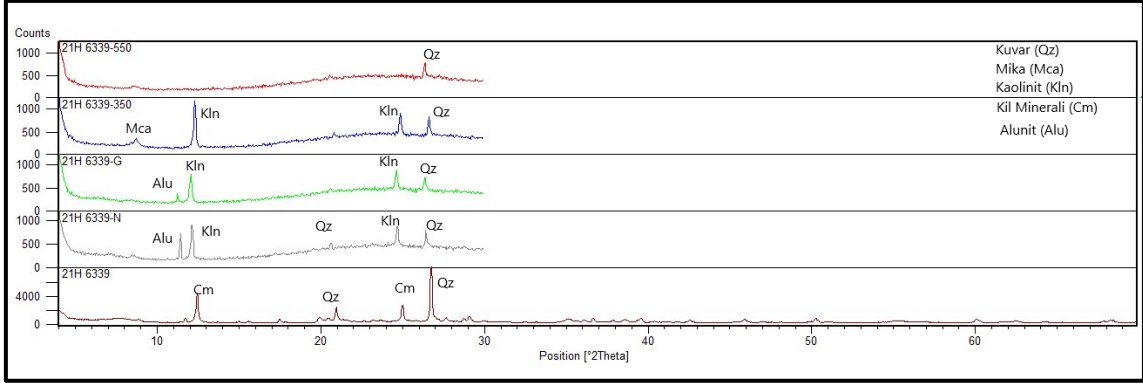
Şekil 4.11 D120 nolu kuyunun 16 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği



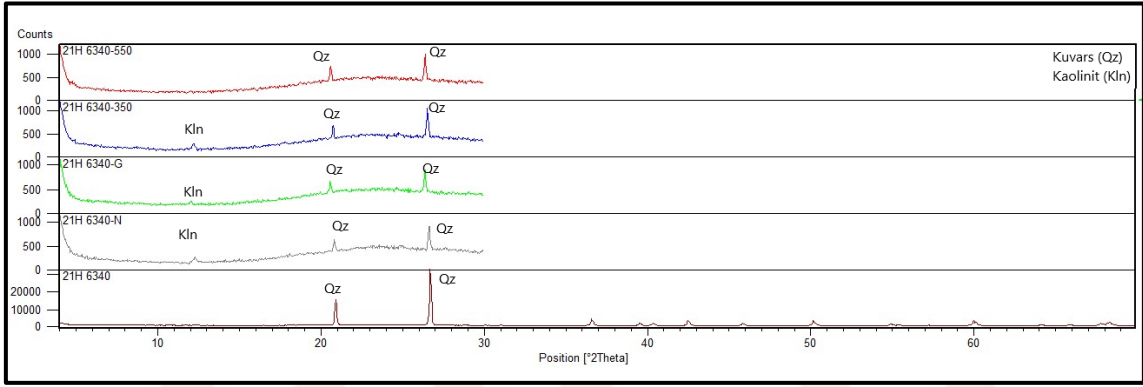
Şekil 4.12 D120 nolu kuyunun 22 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği



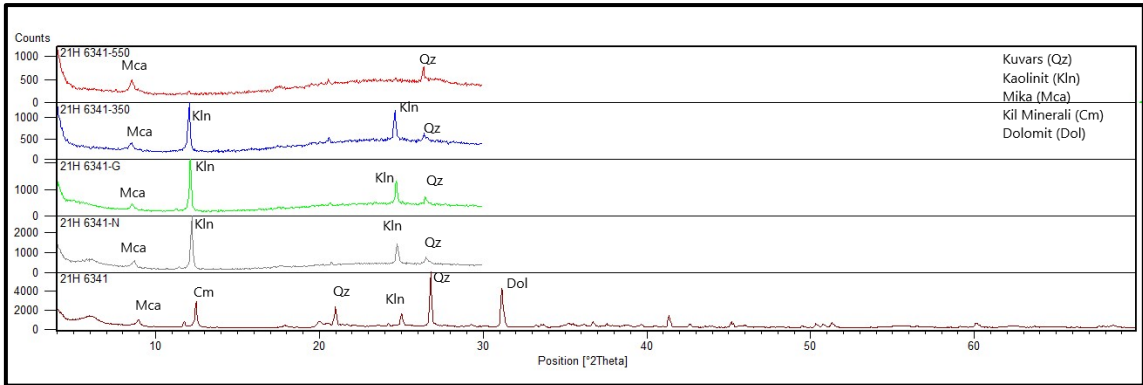
Şekil 4.13 D120 nolu kuyunun 27 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği



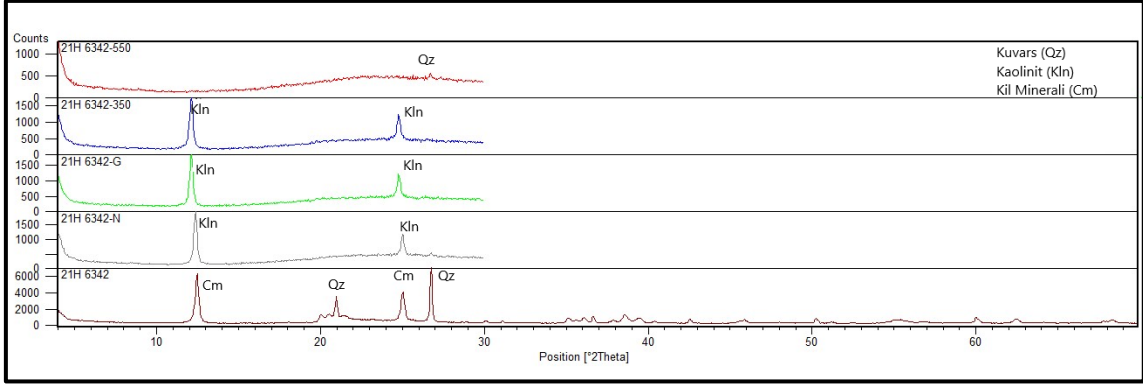
Şekil 4.14 D120 nolu kuyunun 31 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği



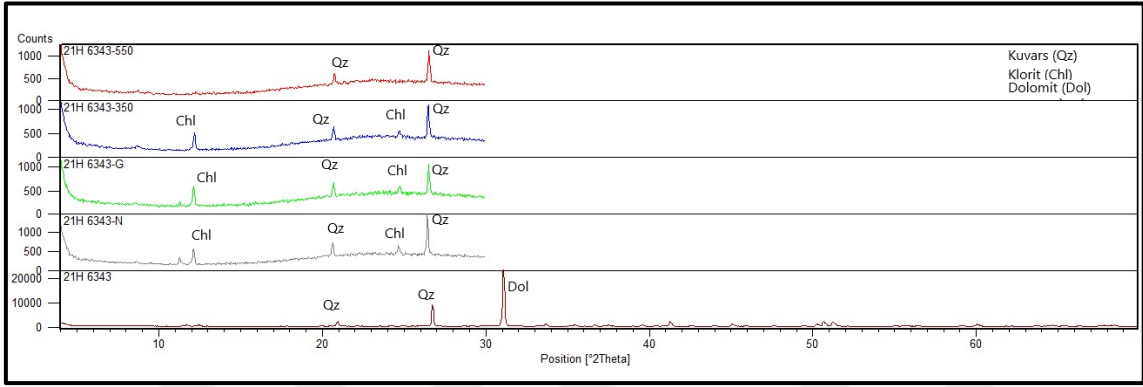
Şekil 4.15 D120 nolu kuyunun 41 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği



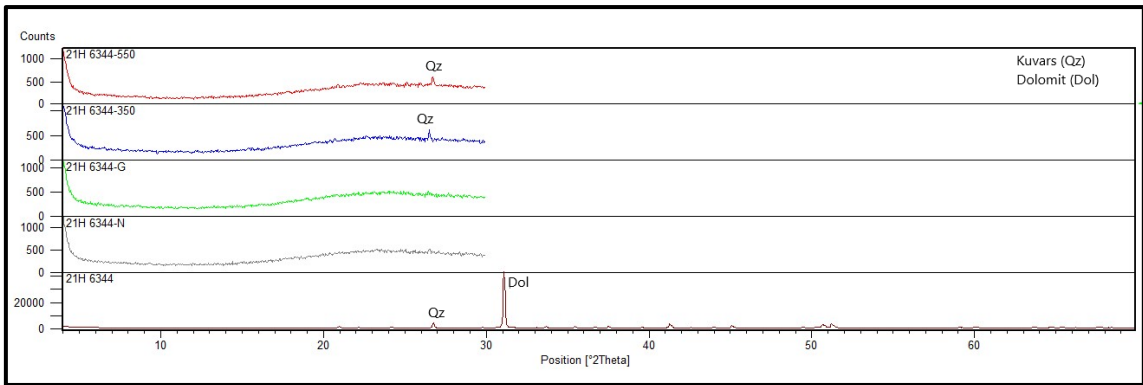
Şekil 4.16 D120 nolu kuyunun 37 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği



Şekil 4.17 D120 nolu kuyunun 47 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği



Şekil 4.18 D120 nolu kuyunun 31 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği



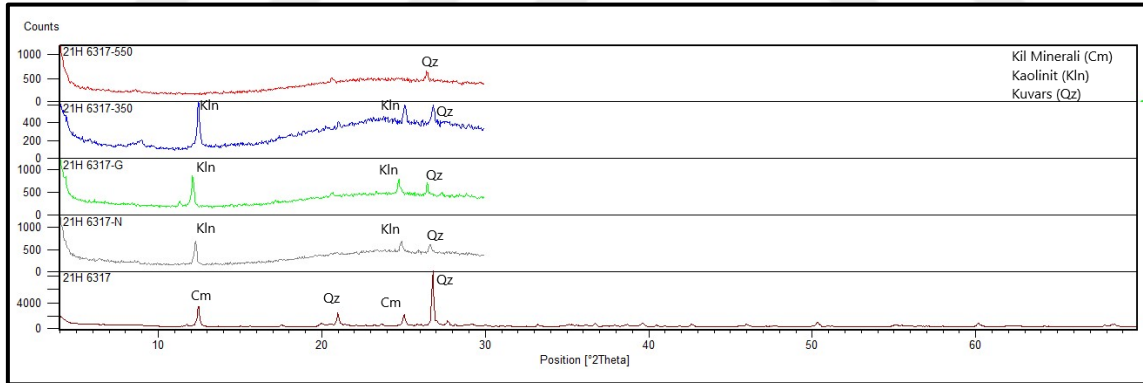
Şekil 4.19 D120 nolu kuyunun 60 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D120 nolu sondaj kuyusundan farklı derinlik ve litolojilerden alınan 10 adet kil örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında; örneklerin tüm kayaç analizleri (TK) incelendiğinde kil mineralleri, mika, kuvars, dolomit ve kaolinit minerallerinin yüksek pik verdiği görülmüştür. Kil fraksiyonu analizlerinde kuvars, mika, kaolinit ve serpantin

mineralleri düzgün ve yüksek pik vermişlerdir. Aynı örneklere etilen glikol verilerek yapılan analizlerde kuvars, mika, kaolinit minerallerinin pik verdiği tespit edilmiştir. 350 °C ısıtma işlemi uygulanarak yapılan analizlerde kuvars, mika, kaolinit ve klorit mineralleri pik vermiştir. Son olarak 550 °C ısıtma işlemi uygulanarak yapılan analizlerde ise kuvars, mika ve serpantin minerallerinin pik verdiği görülmüştür.

Tüm kayaç analizlerinde; kil mineralleri 3.17 Å, 3.57 Å, 7.16 Å ve 7.18 Å pikleriyle tanımlanmıştır. Kuvars mineralleri 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle simetrisi düzgün ve şiddetli pikler vermiştir. 2.88 Å pik değeriyle dolomit minerali tanımlanmıştır. Mika mineralleri 4.91 ve 10.0 Å pikler sunmuşlardır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; kuvars mineralleri normal, etilen glikol, 350 °C ve 550 °C difraktogramlarında 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle şiddetli pikler vermiştir. Mika mineralleri normal, etilen glikol ve 350 °C difraktogramlarında 4.91 ve 10.0 Å pik genişliği fazla simetrisi düzgün pikler vermektedir. Kaolinit mineralleri normal, etilen glikol ve 350 °C difraktogramlarında 3.58 Å, 7.18 Å, ve 7.20 Å, pikleri ile tanımlanmıştır. Serpantin mineralleri 7.18 Å ve 3.57 Å simetrisi düzgün ve şiddetli pikler vermiştir. Alunit minerali 7.68, 4.91 ve 3.49 pikleriyle tanımlanmıştır.

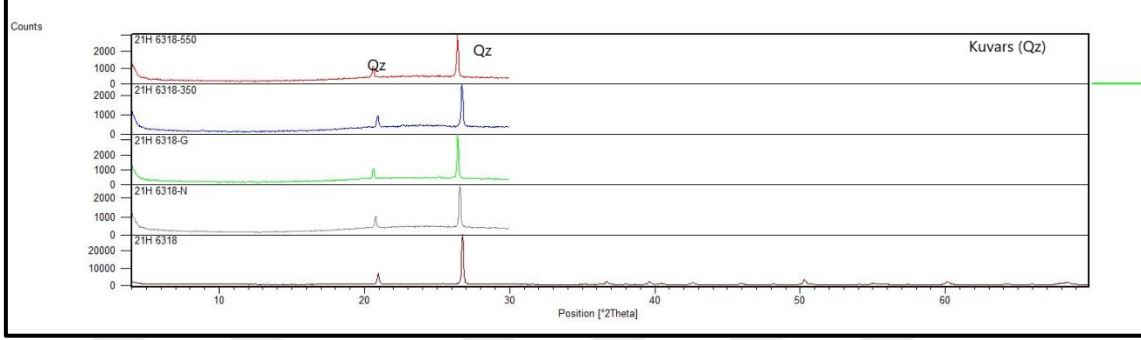


Şekil 4.20 MOL-7 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği

Mol-7 nolu yüzeyden alınan kil örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.20); örneklerin tüm kayaç analizleri (TK) incelendiğinde kil mineralleri, kuvars ve kaolinit minerallerinin yüksek pik verdiği görülmüştür.

Tüm kayaç analizlerinde; kil mineralleri 7.17 Å pikleriyle tanımlanmıştır. Kuvars mineralleri 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle simetrisi düzgün ve şiddetli pikler vermiştir.

Kil fraksiyonu analizlerinde; kuvars mineralleri normal, etilen glikol, 350 °C ve 550 °C difraktogramlarında 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle şiddetli pikler vermiştir. Kaolinit mineralleri normal, etilen glikol ve 350 °C difraktogramlarında 3.58 Å, 7.19 Å, ve 7.17 Å, pikleri ile tanımlanmıştır.

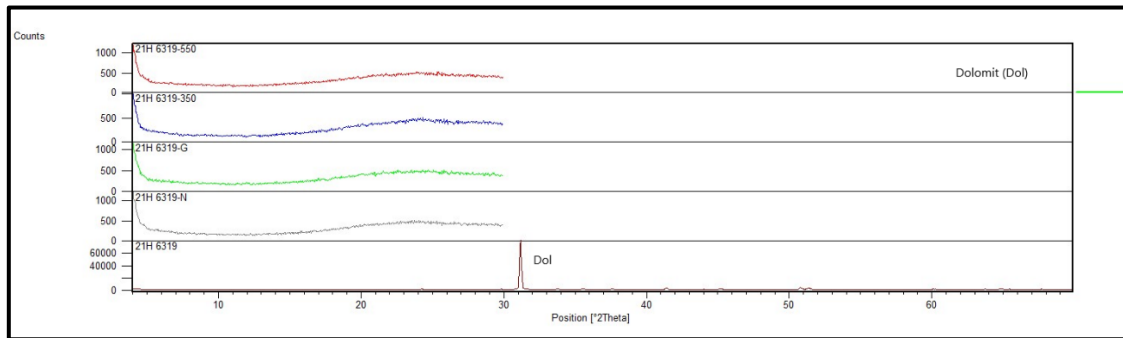


Şekil 4.21 MOL-2 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği

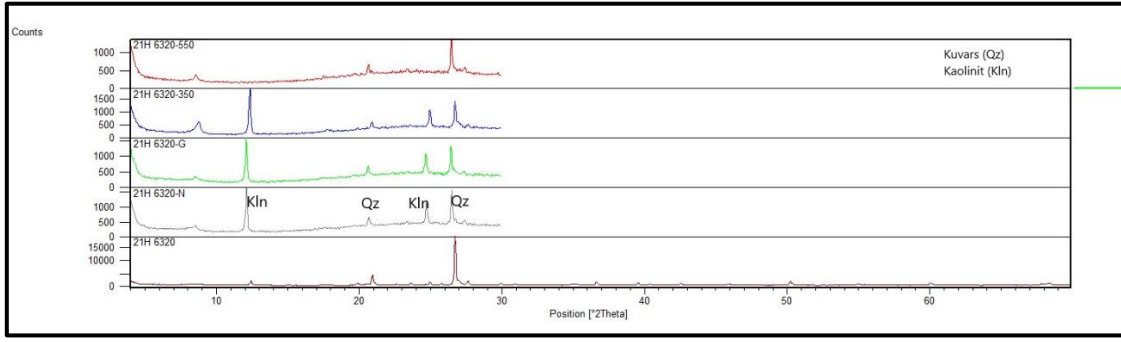
Mol-2 nolu yüzeyden alınan kil örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.21); örneklerin tüm kayaç analizleri (TK) incelendiğinde sadece kuvars mineralinin yüksek pik verdiği görülmüştür.

Tüm kayaç analizleri, kil fraksiyonu analizleri, etilen glikol, 350 °C ve 550 °C difraktogramlarında kuvars mineralleri 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle simetrisi düzgün ve şiddetli pikler vermiştir.

Mol-8 nolu yüzeyden alınan kil örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.22); örneklerin tüm kayaç analizinde (TK) incelendiğinde sadece dolomit mineralinin 7.28Å yüksek pik verdiği görülmüştür. Kil fraksiyonu analizlerinde herhangi bir mineral tanımlanmamıştır.



Şekil 4.22 MOL-8 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği

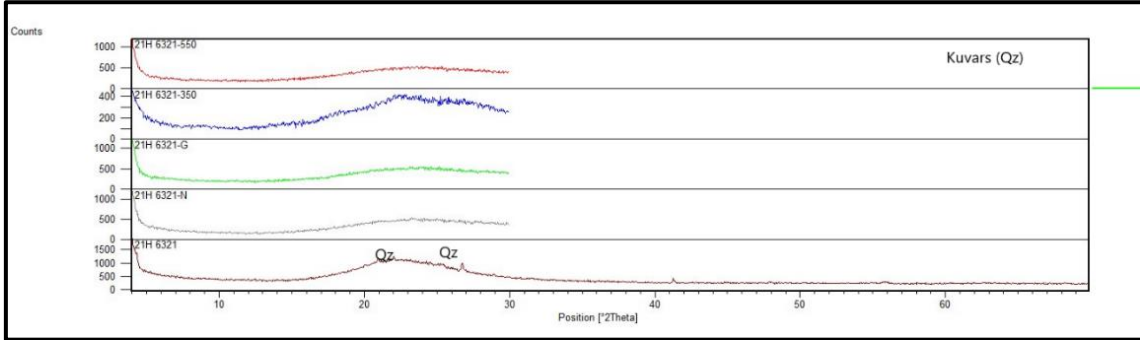


Şekil 4.23 MOL-5 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği

Mol-5 nolu yüzeyden alınan kil örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.23);

Tüm kayaç analizlerinde; kuvars mineralleri 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; kuvars mineralleri normal, etilen glikol, 350 °C ve 550 °C difraktogramlarında 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle şiddetli pikler vermiştir. Kaolinit mineralleri normal, etilen glikol ve 350 °C difraktogramlarında 3.57 Å ve 7.20 Å pikleri ile tanımlanmıştır.

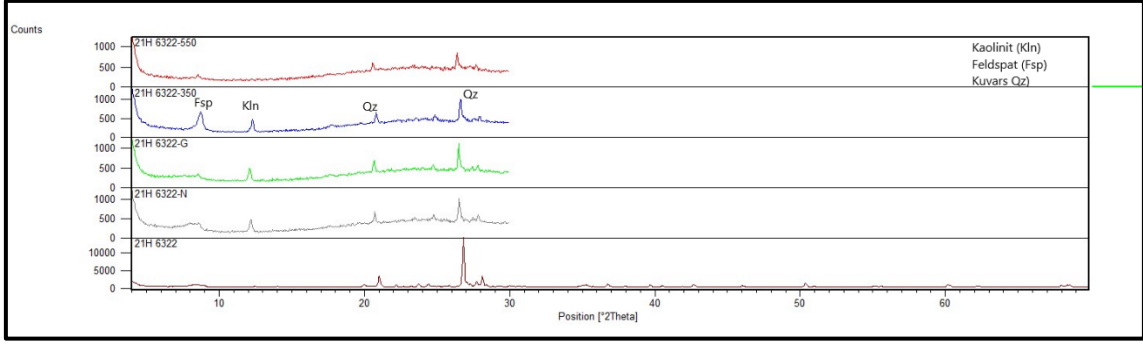


Şekil 4.24 D120 nolu kuyunun 60 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

Mol-9 nolu yüzeyden alınan kil örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.24);

Tüm kayaç analizlerinde; kuvars mineralleri 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle simetrisi düzgün ve zayıf pikler ile tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; herhangi bir mineral tanımlanmamıştır.

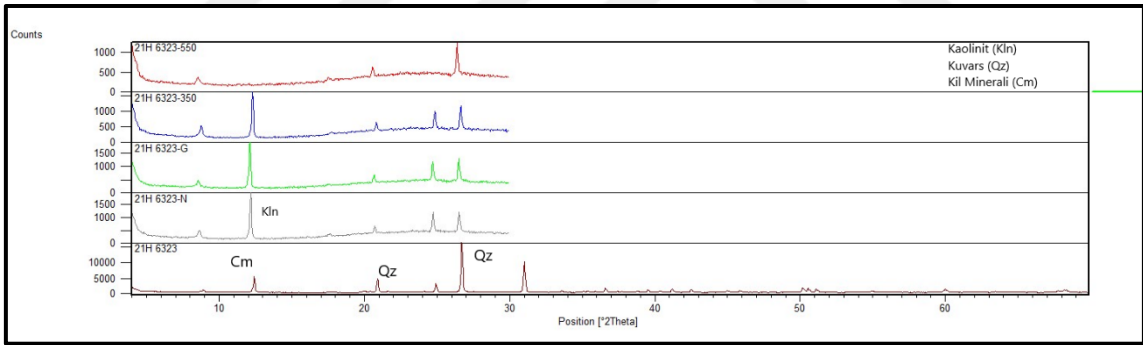


Şekil 4.25 MOL-6 nolu yüzey numunesine ait kil örneğinin XRD grafiği

Mol-6 nolu yüzeyden alınan kil örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.25);

Tüm kayaç analizlerinde; kuvars mineralleri 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; kuvars mineralleri normal, etilen glikol, 350 °C ve 550 °C difraktogramlarında 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle şiddetli pikler vermiştir

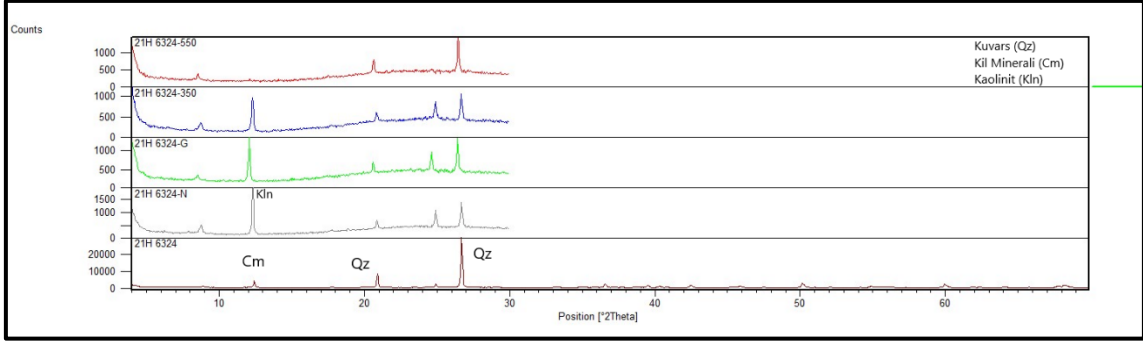


Şekil 4.26 D177-A nolu kuyunun 113 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği

D177-A nolu kuyunun 113 m. de alınan kil örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.26);

Tüm kayaç analizlerinde; 3.34 ve 4.26 Å kuvars, 7.2 Å değeriyle kil minerali düzgün ve şiddetli pikler ile tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; kuvars mineralleri normal, etilen glikol, 350 °C ve 550 °C difraktogramlarında 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle şiddetli pikler vermiştir. 7.2 Å değeriyle kaolinit belirlenmiştir.



Şekil 4.27 D177-A nolu kuyunun 118 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği

D177-A nolu kuyunun 118 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.27);

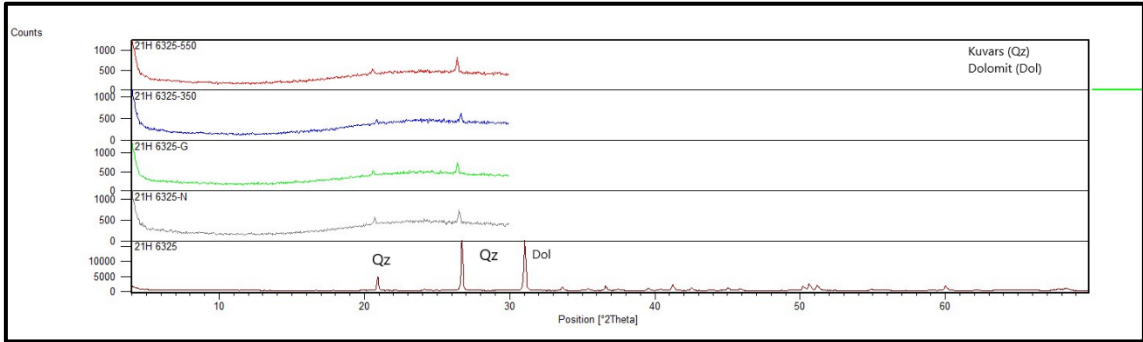
Tüm kayaç analizlerinde; kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; kuvars mineralleri normal, etilen glikol, 350 °C ve 550 °C difraktogramlarında 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle şiddetli pikler vermiştir. Normal, etilen glikol ve 350 °C difraktogramlarında 7.18 Å ve 3.58 Å değeriyle kaolinit minerali tanımlanmıştır.

D183 nolu kuyunun 153 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.28);

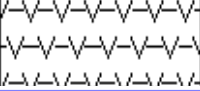
Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; kuvars mineralleri normal, 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle pikler vermiştir.

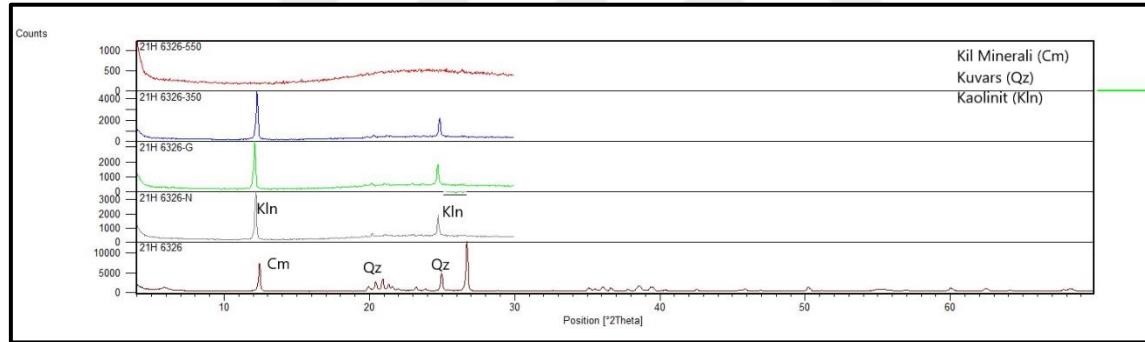


Şekil 4.28 D183 nolu kuyunun 153 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği

D053 numaralı sondaj kuyuna ait sondaj logu şekil 4.29’da, sondaj örneklerinin XRD grafikleri şekil 4.30-34’de verilmiştir.

Sondaj No	KOORDİNAT (ED50 UTM Zone38)			Doğrultu /Açı	Derinlik	Alınan Kil Örneği Derinliği
	X	Y	Z			
	377000	4362720	2133	360/90°	73 m	
	Giriş(m)	Çıkış(m)	Litoloji		Lejant	
D 053	0	3	Alüvyon			8 m. Numune
	3	12	Volkanikler ve Fay zonu			
	12	73	Dolomit			21m., 27m., 32 m. ve 45 m. Numune

Şekil 4.29 D053 nolu kuyunun sondaj logu

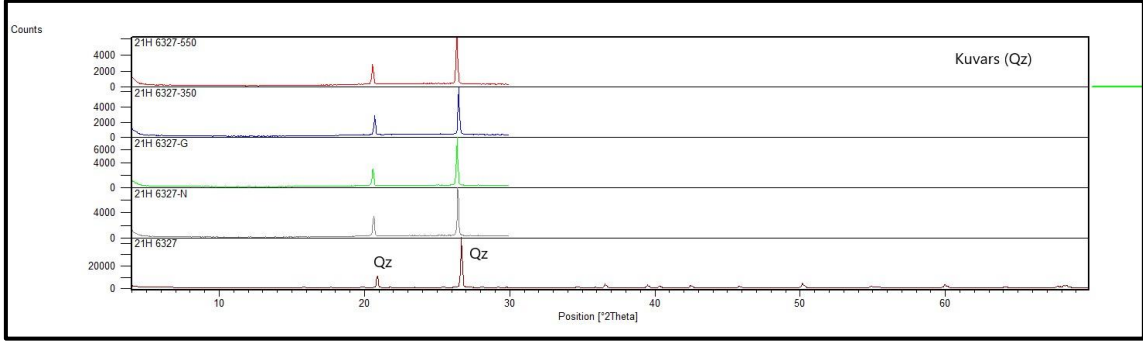


Şekil 4.30 D53 nolu kuyunun 8 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği

D53 nolu kuyunun 8 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.30);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle, kil mineralleri 3.58 Å ve 7.15 Å değeriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; kaolinit 3.58 Å ve 7.20 Å değerleriyle simetrisi düzgün ve şiddetli pikler vermiştir.

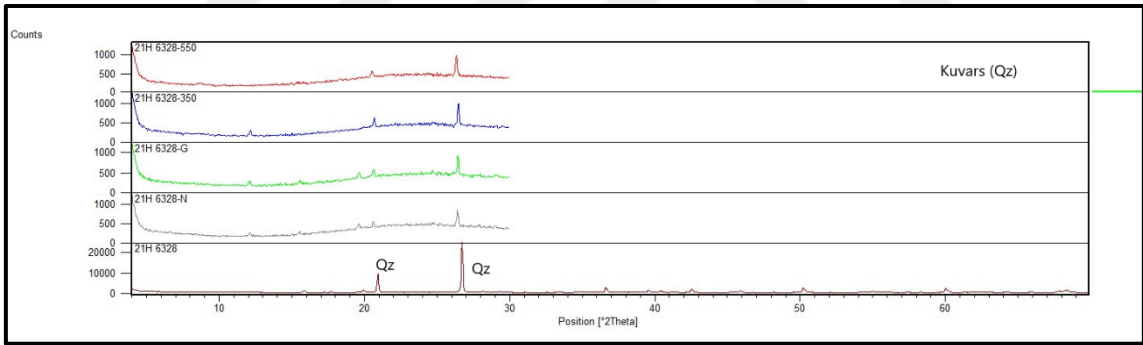


Şekil 4.31 D53 nolu kuyunun 21 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D53 nolu kuyunun 21 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.31);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

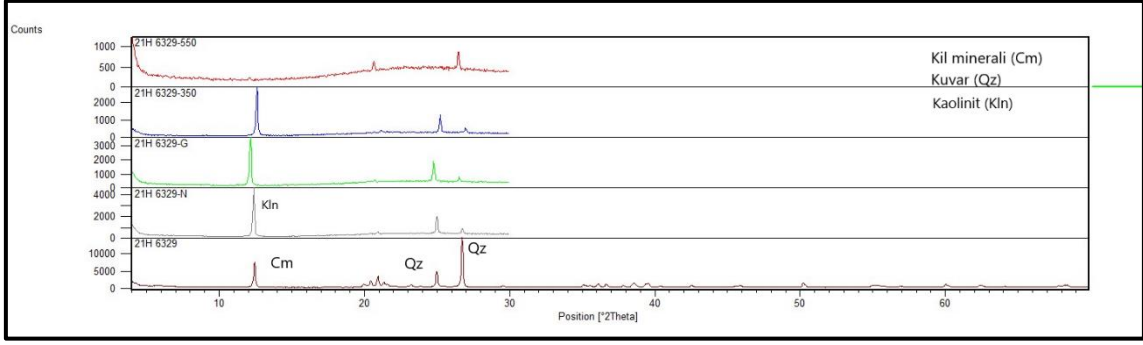


Şekil 4.32 D53 nolu kuyunun 27 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D53 nolu kuyunun 27 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.32);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

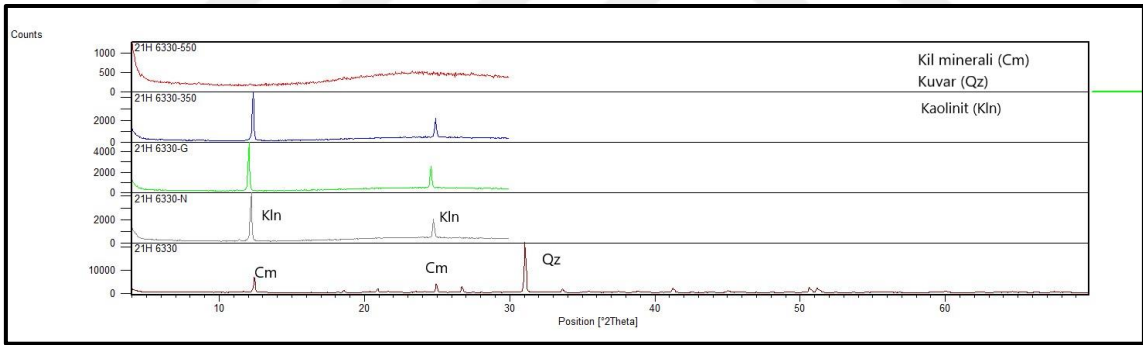


Şekil 4.33 D53 nolu kuyunun 32 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D53 nolu kuyunun 32 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.33);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle, kil mineralleri 3.58 Å ve 7.15 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle, 7.22 Å değeriyle kaolinit minerali tanımlanmıştır.



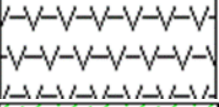
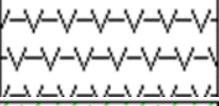
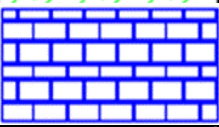
Şekil 4.34 D53 nolu kuyunun 45 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D53 nolu kuyunun 45 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında;

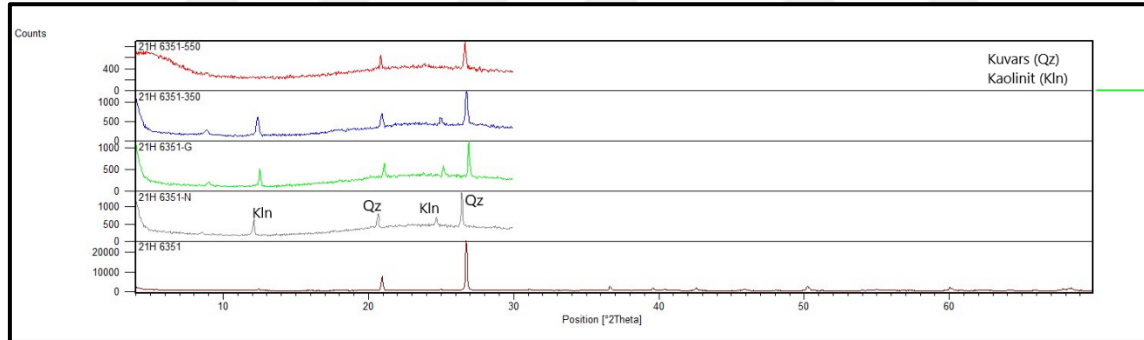
Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 ve 4.26 Å değerleriyle, kil mineralleri 7.15 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.22 Å değeriyle tanımlanmıştır.

D118 numaralı sondaj kuyusunun logu şekil 4.35’de, karot örneklerinin xrd grafikleri şekil 4.36-41’de sunulmuştur.

Sondaj No	KOORDİNAT (ED50 UTM Zone38)			Doğrultu /Açı	Derinlik	Alınan Kil Örneği Derinliği
	X	Y	Z			
	376625	4362764	2148	360/90°	103.20 m	
	Giriş(m)	Çıkış(m)	Litoloji		Lejant	
D 118	0	32	Volkanikler			2, 8, 25 ve 29 m. Numune
	32	36,5	Karbonat Klastlı Şist			
	36,5	53	Volkanikler			39 m. ve 47 m. Numune
	53	65	Karbonat Klastlı Şist			
	65	103,2	Dolomit			

Şekil 4.35 D118 nolu kuyunun sondaj logu

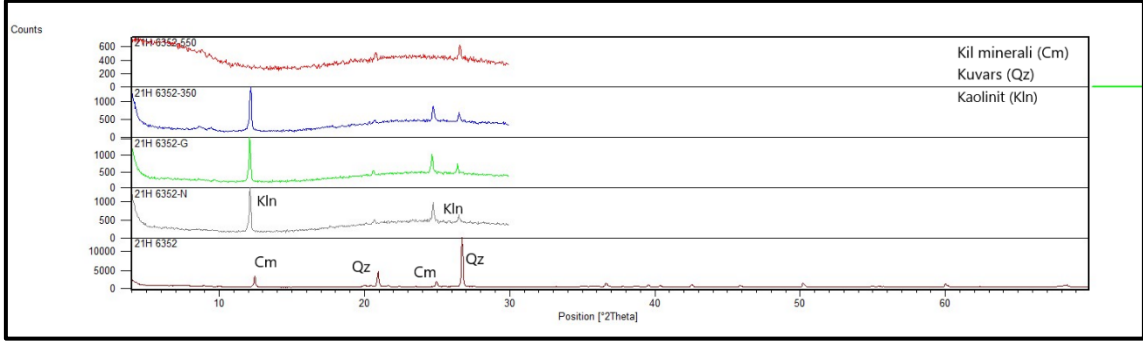


Şekil 4.36 D118 nolu kuyunun 2 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği

D118 nolu kuyunun 2 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.36);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.22 Å değeriyle tanımlanmıştır.

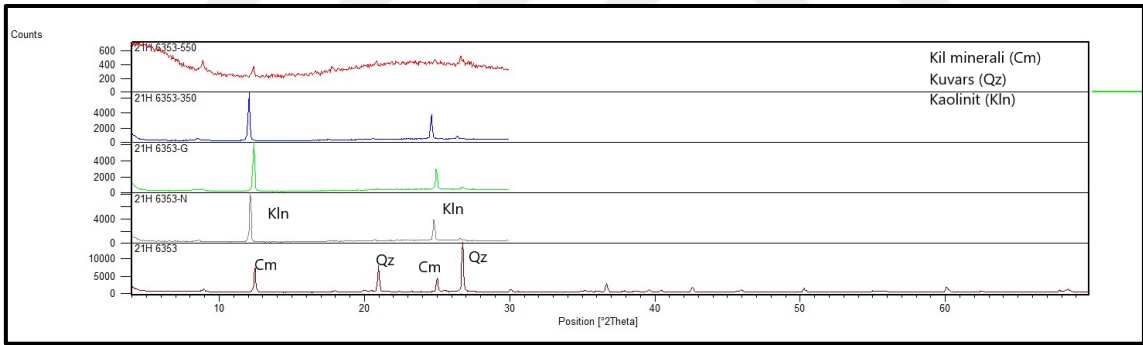


Şekil 4.37 D118 nolu kuyunun 8 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D118 nolu kuyunun 8 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.37);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.15 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.

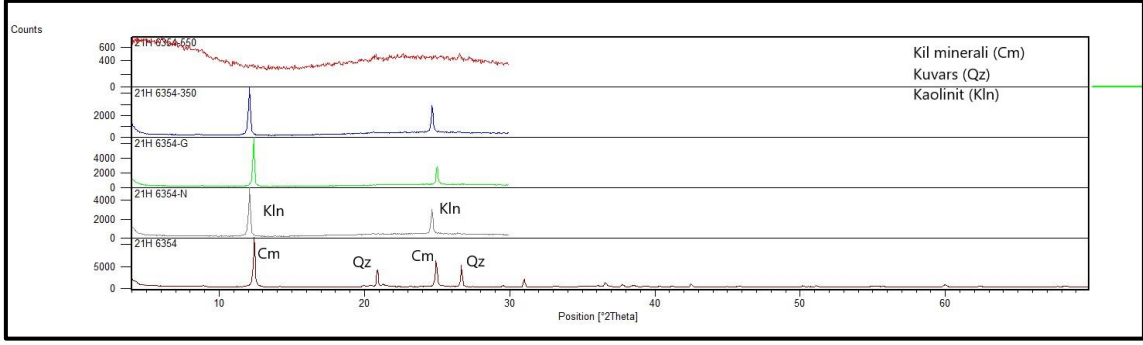


Şekil 4.38 D118 nolu kuyunun 25 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D118 nolu kuyunun 25 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.38);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.18 Å ve 3.58 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.

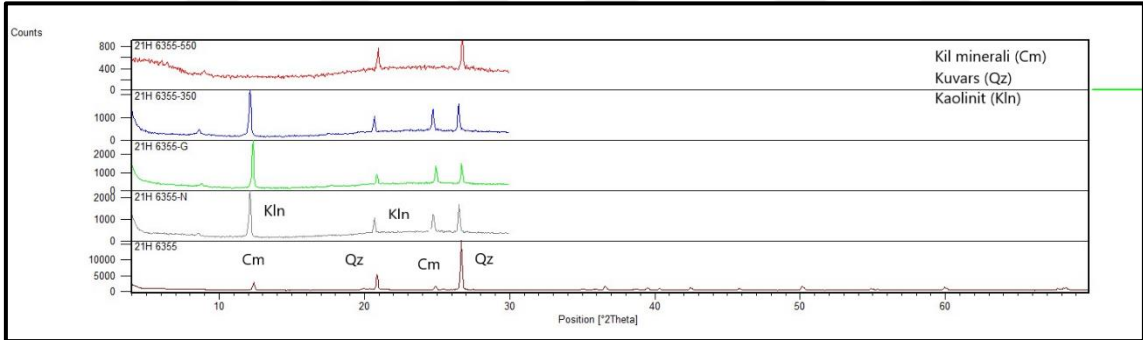


Şekil 4.39 D118 nolu kuyunun 29 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D118 nolu kuyunun 29 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.39);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.18 Å ve 3.58 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.

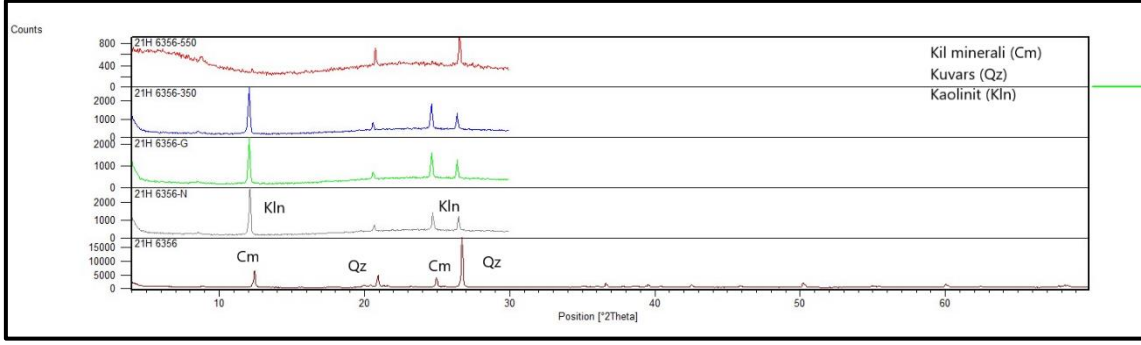


Şekil 4.40 D118 nolu kuyunun 39 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D118 nolu kuyunun 39 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında;

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.58 Å ve 7.15 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.



Şekil 4.41 D118 nolu kuyunun 47 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D118 nolu kuyunun 47 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.41);

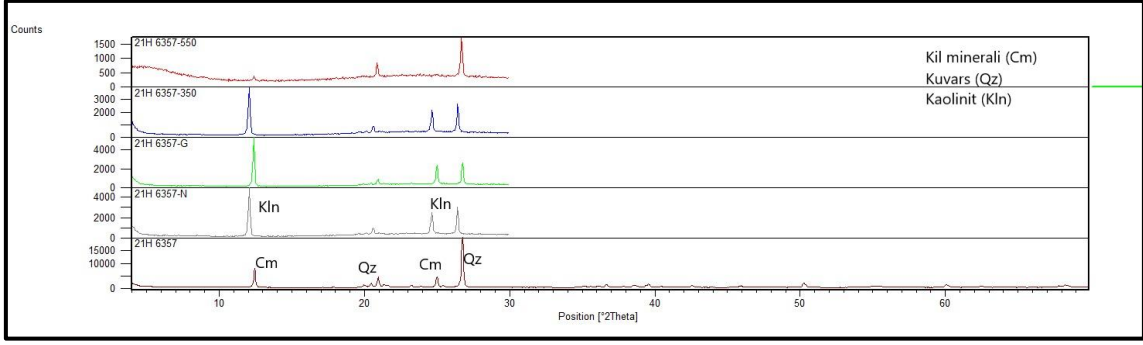
Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.58 Å ve 7.15 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.

D058 nolu kuyunun sondaj logu şekil 4.42’de, karot örneklerinin xrd grafikleri şekil 4.43-47’de verilmiştir.

Sondaj No	KOORDİNAT (ED50 UTM Zone38)			Doğrultu /Açı	Derinlik		Alınan Kil Örneği Derinliği
	X	Y	Z		108.60 m		
	376950	4362450	2122				
	Giriş(m)	Çıkış(m)	Litoloji		Lejant		
D058	0	1	Alüvyon				
	1	19	Volkanikler ve Fay zone			2 m., 10 m. ve 17 m. Numune	
	19	88,3	Karbonat Klastlı Şist			48 m. ve 64 m. Numune	
	88,3	108,6	Dolomit				

Şekil 4.42 D058 nolu kuyunun sondaj logu

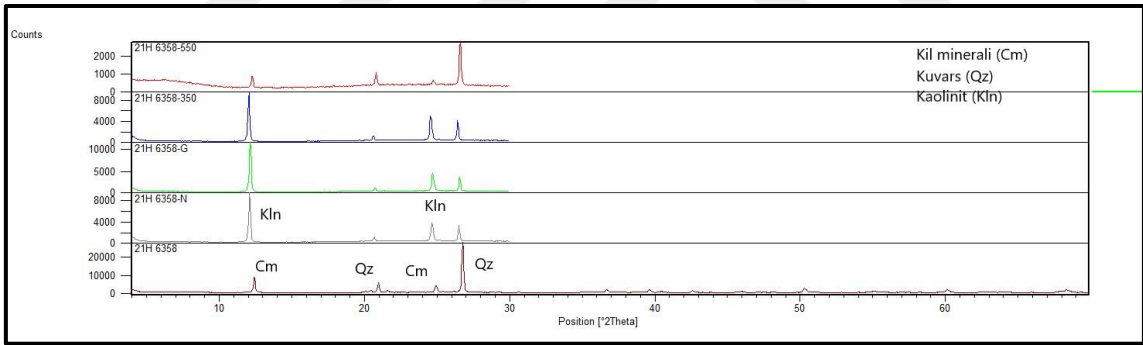


Şekil 4.43 D058 nolu kuyunun 2 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği

D058 nolu kuyunun 2 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.43);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.58 Å ve 7.18 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.

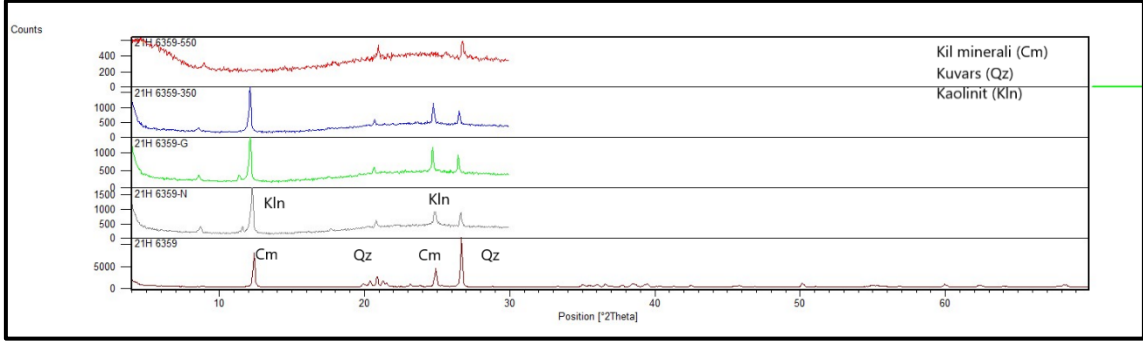


Şekil 4.44 D058 nolu kuyunun 10 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D058 nolu kuyunun 10 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.44);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.59 Å ve 7.19 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.

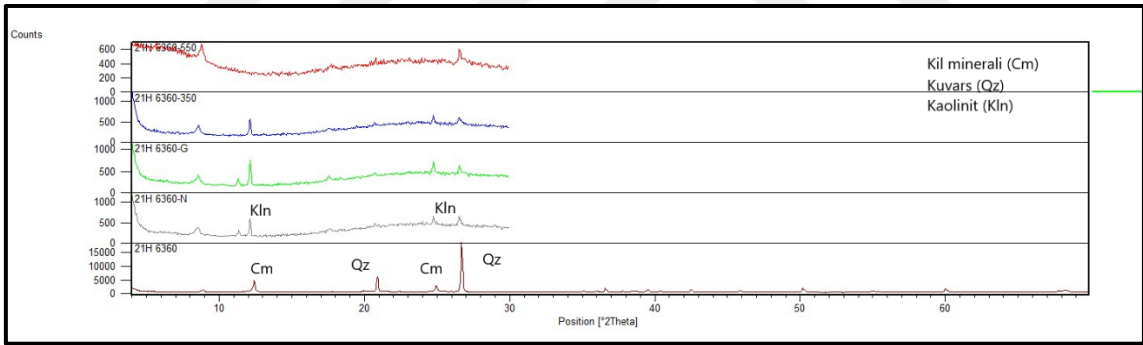


Şekil 4.45 D058 nolu kuyunun 17 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D058 nolu kuyunun 17 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.45);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.58 Å ve 7.17 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.

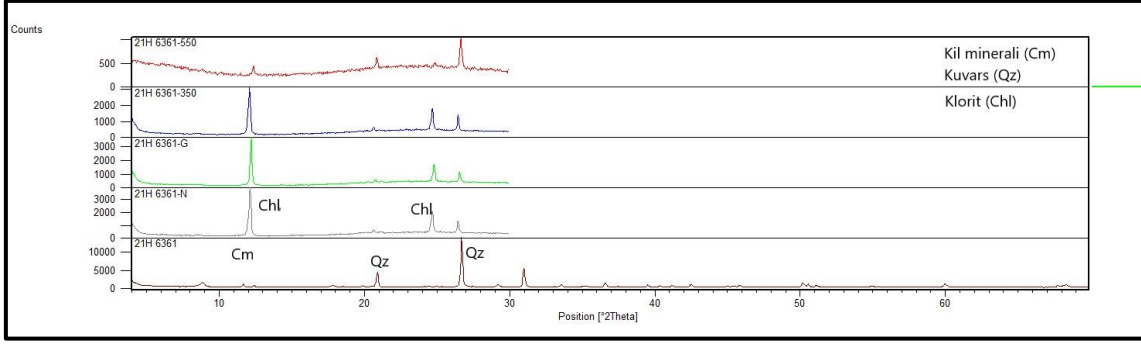


Şekil 4.46 D058 nolu kuyunun 48 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D058 nolu kuyunun 48 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.46);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.58 Å ve 7.16 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.16 Å değeriyle tanımlanmıştır.



Şekil 4.47 D058 nolu kuyunun 64 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

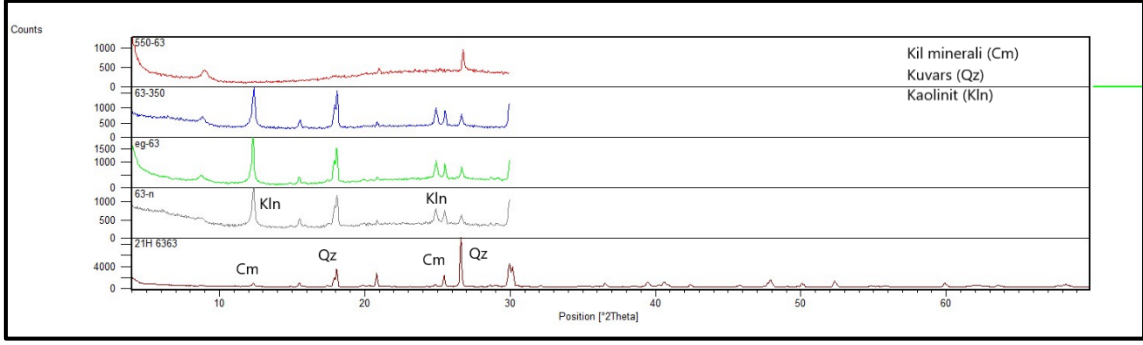
D058 nolu kuyunun 64 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında; Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 2.89 Å ve 7.62 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kıl fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å ve klorit minerali 7.20 Å değeriyle tanımlanmıştır.

Şekil 4.48’de D0065 numaralı kuyunun sondaj logu verilmiştir. Karot örneklerine ait xrd grafikleri şekil 4.49-4.56’da sunulmuştur.

Sondaj No	KOORDİNAT (ED50 UTM Zone38)			Doğrultu /Açı	Derinlik		Alınan Kil Örneği Derinliği
	X	Y	Z		104 m		
	377125	4362320	2127	360/90°			
	Giriş(m)	Çıkış(m)	Litoloji		Lejant		
D 065	0	5,2	Alüvyon				6, 15, 17, 24, 38, 69, ve 77 m. Numune
	5,2	94	Karbonat Klastlı Şist				
	94	104	Dolomit				

Şekil 4.48 D065 nolu kuyunun sondaj logu

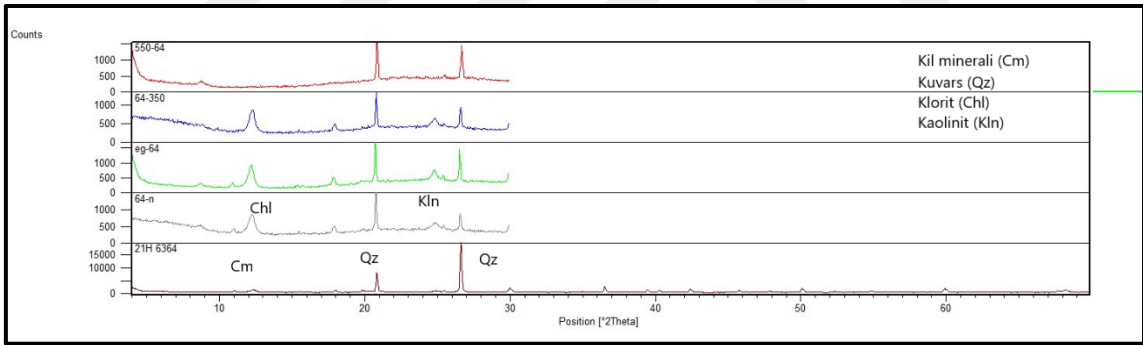


Şekil 4.49 D065 nolu kuyunun 6 m. de alınan kil örneğinin XRD grafiği

D065 nolu kuyunun 6 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.49);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 4.90 Å, ve 2.95 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 7.15 Å ve 3.58 Å değeriyle tanımlanmıştır.

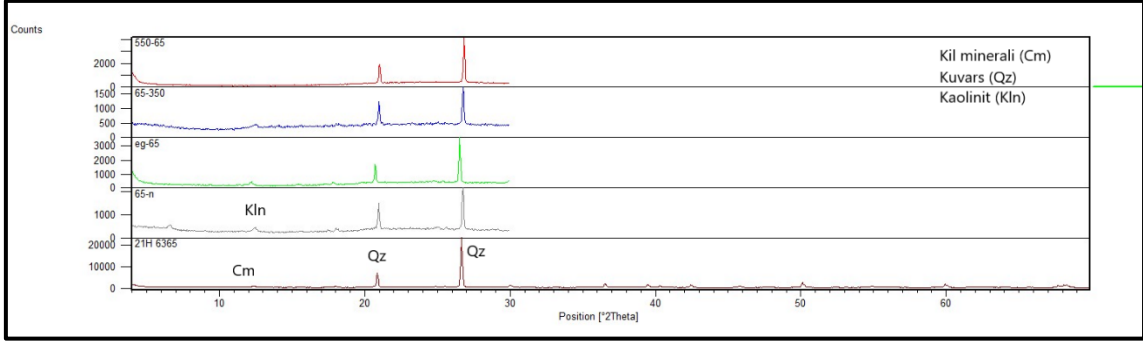


Şekil 4.50 D065 nolu kuyunun 15 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D065 nolu kuyunun 15 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.50);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 2.98 Å ve 2.46 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, klorit minerali 7.20 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.18 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

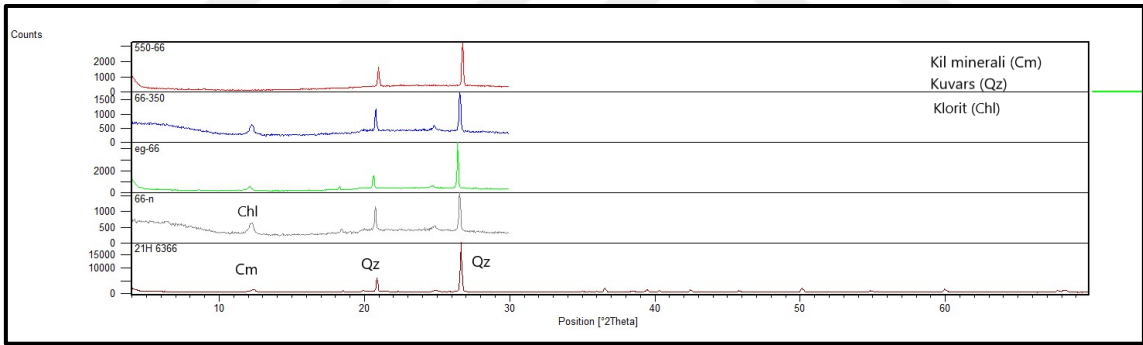


Şekil 4.51 D065 nolu kuyunun 17 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D065 nolu kuyunun 17 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.51);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 7.15 Å değeriyle tanımlanmıştır.

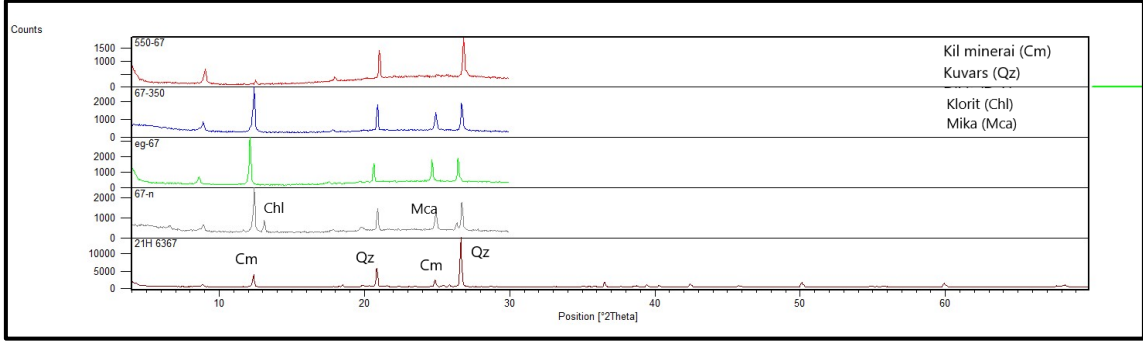


Şekil 4.52 D065 nolu kuyunun 24 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D065 nolu kuyunun 24 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.52);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å değeriyle tanımlanmıştır.

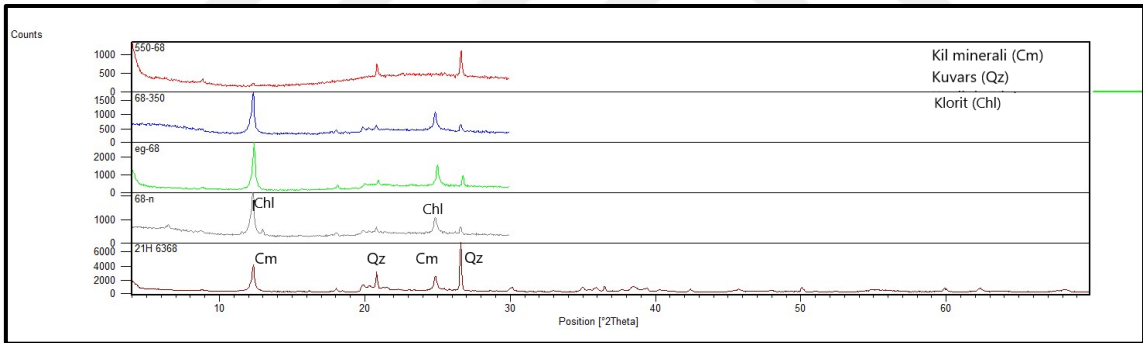


Şekil 4.53 D065 nolu kuyunun 40 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D065 nolu kuyunun 40 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.53);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.15 Å ve 3.58 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å klorit minerali 7.16 Å ve 3.58 Å değeriyle tanımlanmıştır.



Şekil 4.54 D065 nolu kuyunun 46 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

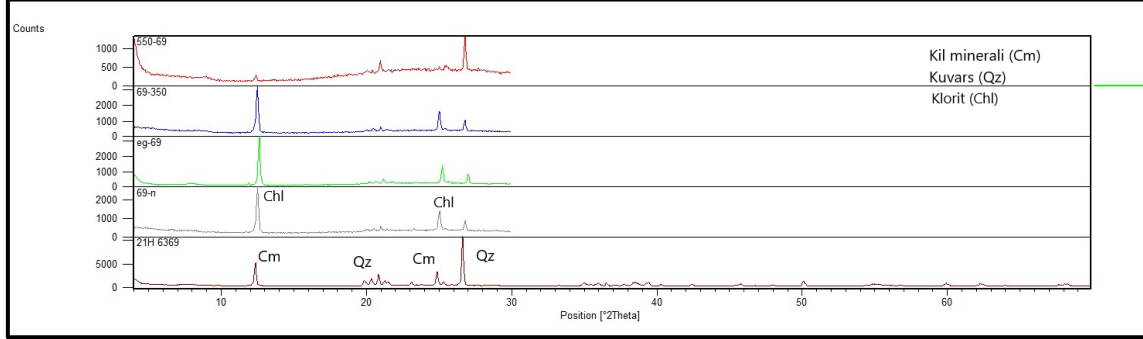
D065 nolu kuyunun 46 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.54);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.16 Å ve 3.58 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

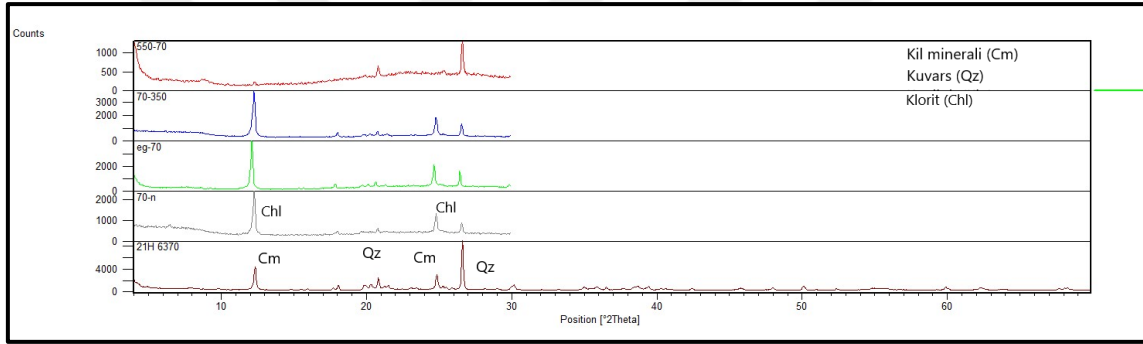
D065 nolu kuyunun 69 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.55);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.15 Å ve 3.58 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, klorit minerali 7.16 Å ve 3.58 Å değeriyle tanımlanmıştır.



Şekil 4.55 D065 nolu kuyunun 69 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği



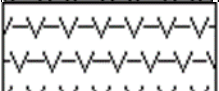
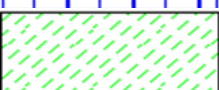
Şekil 4.56 D065 nolu kuyunun 77 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D065 nolu kuyunun 77 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.56);

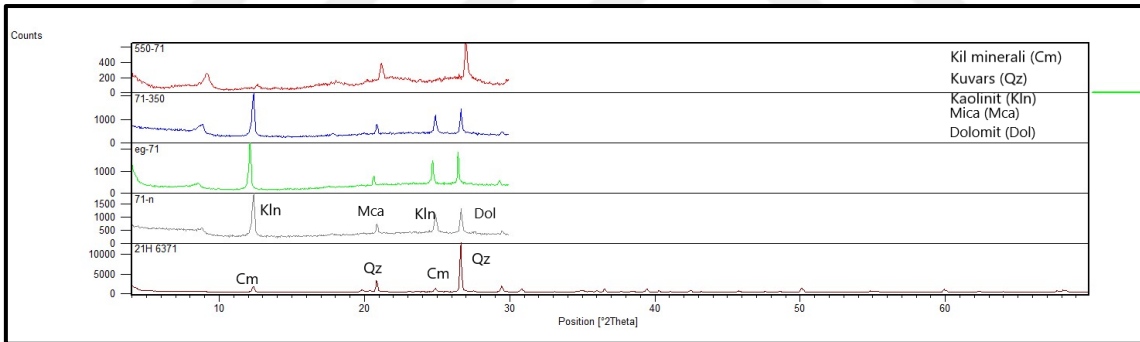
Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.15 Å ve 3.58 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, klorit minerali 7.18 Å ve 3.58 Å değeriyle tanımlanmıştır.

D011 numaralı sondaj kuyusunun logu şekil 4.57’de, karot örneklerine ait xrd grafikleri şekil 4.58-61’de verilmiştir.

Sondaj No	KOORDİNAT (ED50 UTM Zone38)			Doğrultu /Açı	Derinlik	Alınan Kıl Örneği Derinliği
	X	Y	Z			
	377240	4361934	2070	360/90°	276.30 m	
	Giriş(m)	Çıkış(m)	Litoloji		Lejant	
D011	0	17	Alüvyon			15 m. Numune
	17	60	Karbonatlı klastik konglomera			
	60	60,5	Volkanik			
	60,5	172,5	Dolomit			108 m. Numune
	172,5	179,5	Karbonat Klastik şist			
	179,5	276,3	Dolomit			191 ve 270 m. Numune

Şekil 4.57 D011 nolu kuyunun sondaj logu

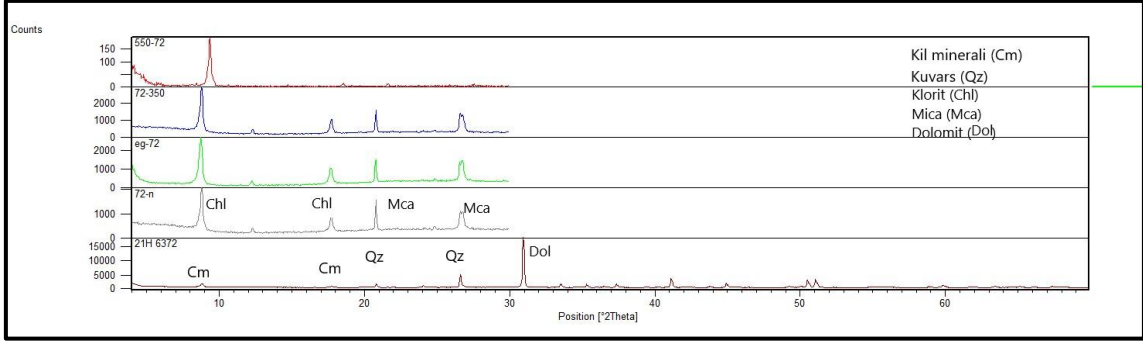


Şekil 4.58 D011 nolu kuyunun 15 m. de alınan kıl örneğinin XRD okuma grafiği

D011 nolu kuyunun 15 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.58);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.15 Å, mika mineralleri 10 Å, dolomit 2.89 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

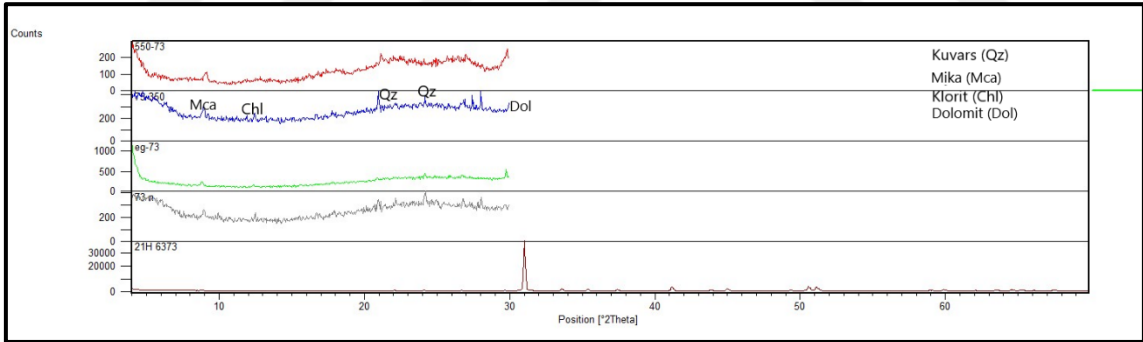
Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3,34 Å ve 4,26 Å, kaolinit minerali 7,15 Å ve 3,58 Å değeriyle tanımlanmıştır.



Şekil 4.59 D011 nolu kuyunun 108 m. de alınan kıl örneğinin XRD okuma grafiği

D011 nolu kuyunun 108m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.59);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kıl mineralleri 10.01 Å ve 2.58 Å, dolomit 2.89 Å pikiyle tanımlanmıştır. Kıl fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, klorit minerali 7.18 Å, mika mineralleri 4.99 Å ve 10.02 Å değeriyle tanımlanmıştır.

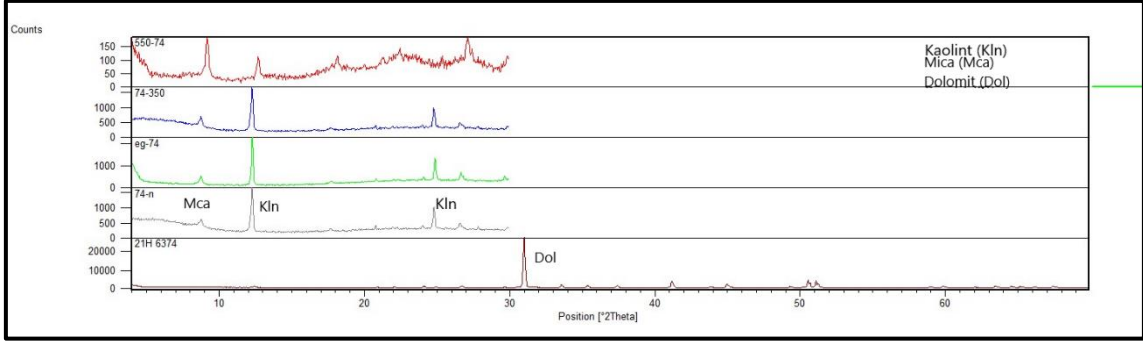


Şekil 4.60 D011 nolu kuyunun 191 m. de alınan kıl örneğinin XRD okuma grafiği

D011 nolu kuyunun 191m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.60);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kıl mineralleri 2.58 Å değeriyle, dolomit 2.89 Å pikiyle tanımlanmıştır.

Kıl fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, klorit minerali 7.20 Å ve mika minerali 10.02 Å değeriyle tanımlanmıştır.



Şekil 4.61 D011 nolu kuyunun 270 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D011 nolu kuyunun 270m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.61);

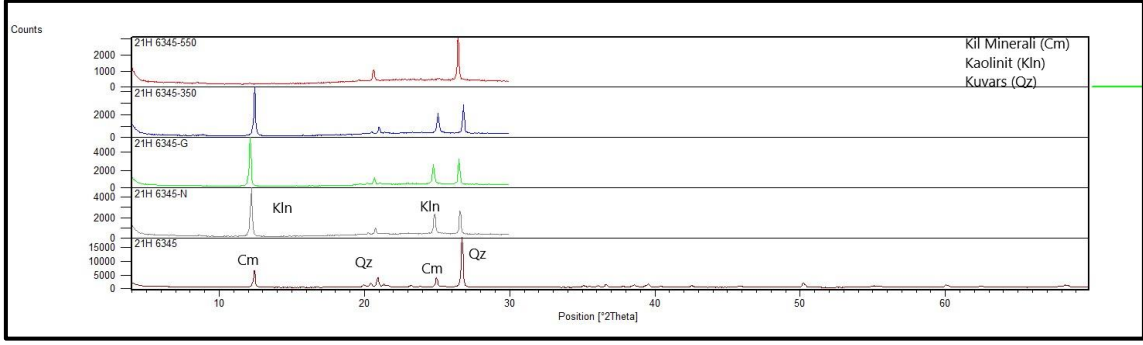
Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kil mineralleri 2.59 Å değeriyle, dolomit 2.89 Å pikiyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.18 Å ve mika minerali 10.01 Å değeriyle tanımlanmıştır.

D068 numaralı sondaj kuyusunun logu şekil 4.57’de, karot örneklerine ait xrd grafikleri şekil 4.63-67’de verilmiştir.

Sondaj No	KOORDİNAT (ED50 UTM Zone38)			Doğrultu /Açı	Derinlik	Alınan Kil Örneği Derinliği
	X	Y	Z		119.70 m	
	376895	4362577	2167			
	Giriş(m)	Çıkış(m)	Litoloji	Lejant		
D 068	0	1,2	Alüvyon		5, 16, 26 ve 37 m. Numune	
	1,2	48,5	Volkanikler			
	48,5	110	Karbonat Klastlı Şist		95 m. Numune	
	110	119,7	Dolomit			

Şekil 4.62 D068 nolu kuyunun sondaj logu

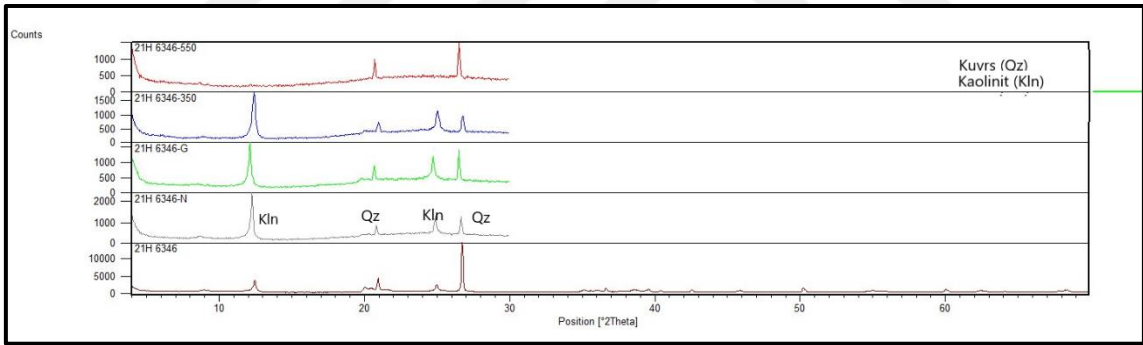


Şekil 4.63. D068 nolu kuyunun 5 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D068 nolu kuyunun 5 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.63);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.57 Å ve 7.15 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.22 Å değeriyle tanımlanmıştır.

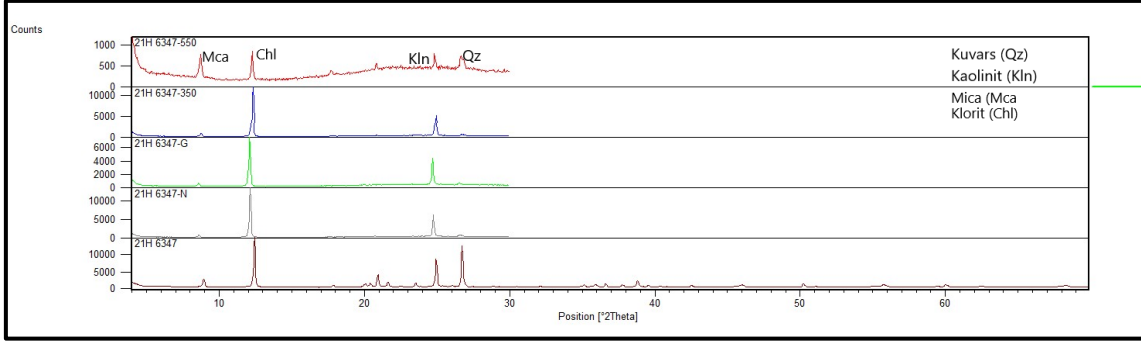


Şekil 4.64. D068 nolu kuyunun 16 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D068 nolu kuyunun 16 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.64);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.58 Å ve 7.18 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.22 Å değeriyle tanımlanmıştır.

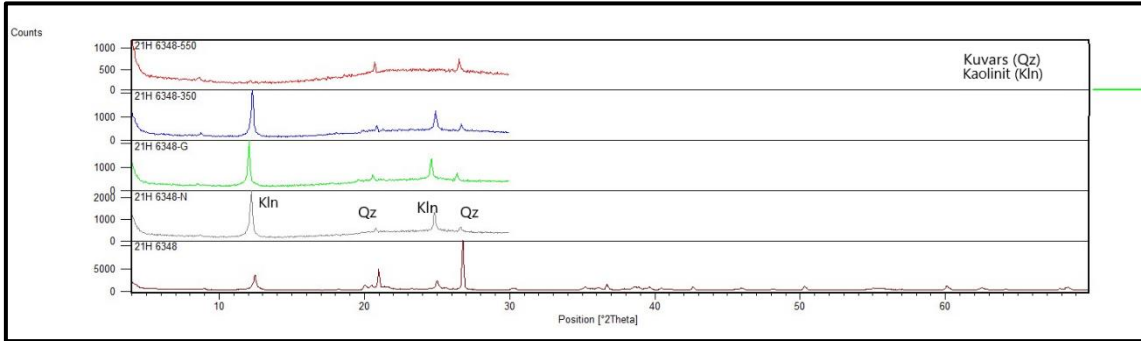


Şekil 4.65 D068 nolu kuyunun 26 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D068 nolu kuyunun 26 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.65);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.58 Å, ve 7.14 Å, mika mineralleri 9.95 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, mika minerali 10.16 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve klorit minerali 7.22 Å değeriyle tanımlanmıştır.

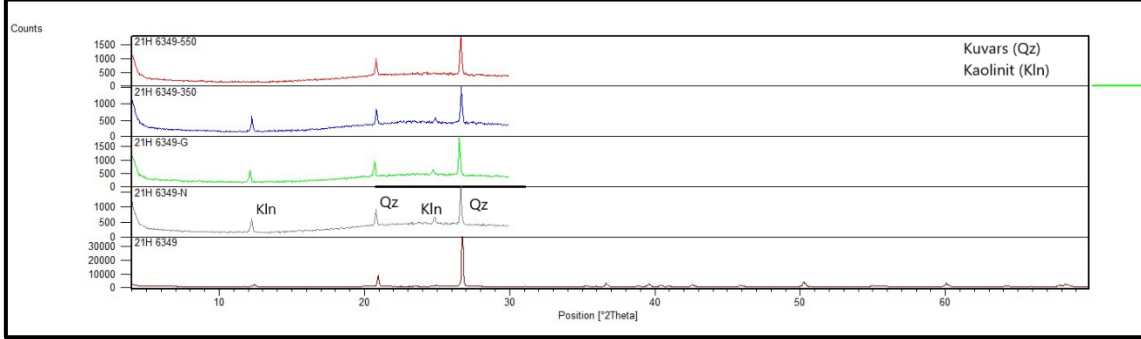


Şekil 4.66 D068 nolu kuyunun 37 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D068 nolu kuyunun 37 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmalarında (Şekil 4.66);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 3.58 Å, 2.46 Å ve 7.17 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, mika minerali 10.16 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve klorit minerali 7.22 Å değeriyle tanımlanmıştır.



Şekil 4.67 D068 nolu kuyunun 95 m. de alınan kil örneğinin XRD okuma grafiği

D068 nolu kuyunun 95 m. de alınan örneği üzerinde yapılan XRD çalışmaları (Şekil 4.67);

Tüm kayaç analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kil mineralleri 7.2 Å değerleriyle tanımlanmıştır.

Kil fraksiyonu analizlerinde; simetrisi düzgün ve şiddetli pikler ile kuvars minerali 3.34 Å ve 4.26 Å, kaolinit minerali 3.58 Å ve 7.2 Å değeriyle tanımlanmıştır.

4.4 XRF Analizi

Çalışma sahasındaki stratigrafik kesitlerden toplanan 52 adet kil örneği içerisindeki formasyonları oluşturan minerallerin element kompozisyonlarını öğrenmek için jeokimyasal analizleri, MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı Mineraloji-Petrografi Araştırmaları Birimi laboratuvarlarında yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Örnekleri genel olarak incelediğimizde ana bileşen olarak Fe₂O₃, Al₂O₃ ve SiO₂ içerdiği görülmektedir. Örnekler daha az oranda CaO, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅ ve TiO₂ içermektedir. İncelediğimiz örneklerin tamamında kuvars bulunması ve kil minerali içeren örnek sayısının da fazla olması nedeniyle SiO₂ oranları yüksek çıkmıştır.

Alınan tüm kil örneklerinin kimyasal analizleri incelendiğinde ateş kaybı değerlerinin genel olarak yüksek olduğu görülmüştür. Buna karşın Al₂O₃ ve SiO₂

değerlerinin beklenen değerlere yakın olduğu görülmektedir. Ateş kaybı oranının normalin üzerinde tespit edilmesi aldığımız kil minerallerinin karbonat ve organik madde ihtiva ettiğini göstermektedir.

Çizelge 4.2 XRF analizi sonuçları

S.No	Örnek No	MTA Örnek No	A.Za (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Mg O (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)
1	MOL-7	21-H-006317	7.95	15.0	0.9	4.3	2.4	0.5	<0.1	0.2	0.1	60.2	0.3
2	MOL-2	21-H-006318	2.40	1.5	0.8	0.3	0.2	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	92.9	0.9
3	MOL-8	21-H-006319	46.35	0.3	32.6	0.1	<0.1	19.3	<0.1	<0.1	<0.1	1.2	<0.1
4	MOL-5	21-H-006320	3.05	16.5	0.4	0.4	4.8	0.4	<0.1	0.1	0.1	73.8	0.2
5	MOL-9	21-H-006321	9.55	2.1	0.3	0.1	0.8	0.2	<0.1	0.4	<0.1	81.0	0.7
6	MOL-6	21-H-006322	2.8	13.6	0.5	1.0	3.7	0.5	<0.1	1.4	<0.1	74.6	0.2
7	D177A/113 m	21-H-006323	12.75	11.7	9.8	4.4	0.9	4.1	<0.1	0.1	0.5	52.0	0.6
8	D177A/118 m	21-H-006324	3.65	8.6	0.7	2.3	1.1	0.3	<0.1	0.1	0.1	80.9	0.3
9	D183/ 153m	21-H-006325	29.55	1.9	23.2	0.2	0.3	12.1	0.2	<0.1	<0.1	32.2	0.1
10	D053/ 8m	21-H-006326	9.2	26.3	0.5	2.6	0.1	0.4	<0.1	0.1	0.3	59.7	0.6
11	D053/ 21m	21-H-006327	6.05	1.1	0.1	6.4	0.1	<0.1	<0.1	0.0	0.0	78.1	0.4
12	D053/ 27m	21-H-006328	5.35	5.7	0.3	3.8	0.4	0.4	<0.1	0.1	0.1	80.3	0.6
13	D053/ 32m	21-H-006329	7.90	19.4	1.2	1.9	0.3	0.3	<0.1	0.1	0.1	67.9	0.6
14	D053/ 45m	21-H-006330	39.75	6.8	24.4	1.2	0.1	11.9	0.1	0.2	0.1	11.7	0.2
15	D120/ 11m	21-H-006335	11.95	23.4	0.7	1.7	0.6	0.4	<0.1	1.0	0.6	46.0	0.2
16	D120/ 16m	21-H-006336	11.00	18.2	10.6	9.6	0.2	3.7	<0.1	<0.1	0.2	38.1	0.1
17	D120/ 22m	21-H-006337	8.95	17.0	0.4	2.8	2.8	0.4	<0.1	0.3	0.1	61.6	0.4
18	D120/ 27m	21-H-006338	6.60	15.4	0.2	2.2	4.0	0.4	<0.1	0.6	0.1	65.7	0.4
19	D120/ 31m	21-H-006339	10.5	16.6	0.3	3.8	3.0	0.4	<0.1	0.2	0.2	57.6	0.4
20	D120/ 41m	21-H-006340	1.65	1.7	0.2	0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1	94.8	<0.1
21	D120/ 37m	21-H-006341	23.85	12.7	14.4	3.2	1.1	5.3	<0.1	0.1	0.2	35.2	0.4
22	D120/ 47m	21-H-006342	6.80	18.4	0.2	0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.1	72.6	<0.1
23	D120/ 52m	21-H-006343	28.75	3.4	20.4	2.5	0.2	12.1	<0.1	0.1	<0.1	28.9	0.1
24	D120/ 60m	21-H-006344	39.70	0.9	28.2	0.8	<0.1	15.8	<0.1	0.1	<0.1	12.1	<0.1
25	D068/ 5m	21-H-006345	6.95	16.4	0.4	1.0	0.6	0.3	<0.1	<0.1	0.1	73.2	0.8
26	D068/ 16m	21-H-006346	10.30	25.9	0.3	0.6	0.3	0.3	<0.1	<0.1	0.2	61.6	0.2
27	D068/ 27m	21-H-006347	4.95	16.4	0.3	0.3	1.0	0.9	0.3	<0.1	0.1	74.2	0.6
28	D068/ 37m	21-H-006348	8.25	21.3	0.3	1.3	0.7	0.3	<0.1	0.2	0.4	64.9	0.2
29	D068/ 95m	21-H-006349	1.5	5.0	0.2	0.3	0.3	0.2	<0.1	0.2	<0.1	90.8	0.1

Çizelge 4.2. XRF analizi sonuçları (devam)

S.No	Örnek No	MTA Örnek No	A.Za (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)
30	D0118/2m	21-H-006351	2.70	6.1	0.9	1.6	0.5	0.4	<0.1	0.1	0.2	85.6	0.6
31	D0118/8m	21-H-006352	4.05	10.9	0.9	4.7	0.8	0.6	0.5	0.1	0.3	75.6	0.4
32	D0118/25m	21-H-006353	5.25	17.1	0.6	1.0	2.0	0.6	<0.1	0.1	0.6	69.6	0.6
33	D0118/29m	21-H-006354	17.10	14.0	11.0	11.4	0.5	3.3	0.4	<0.1	0.4	39.8	0.3
34	D0118/39m	21-H-006355	4.25	10.6	0.7	3.9	0.7	0.4	0.2	0.1	0.2	77.2	0.6
35	D0118/47m	21-H-006356	7.15	17.6	0.7	3.9	1.1	0.5	<0.1	0.1	0.3	67.5	0.6
36	D058/ 02m	21-H-006357	6.8	17.5	0.2	0.4	0.7	0.3	<0.1	<0.1	0.1	72.8	1.0
37	D058/ 10m	21-H-006358	4.45	11.7	0.2	0.3	0.3	0.2	<0.1	0.1	0.1	81.4	1.0
38	D058/ 17m	21-H-006359	8.70	20.1	0.1	7.9	0.5	0.2	<0.1	<0.1	0.1	61.1	0.7
39	D058/ 48m	21-H-006360	8.00	13.9	0.2	2.8	0.9	0.3	<0.1	0.1	0.2	66.0	0.4
40	D058/ 64m	21-H-006361	9.40	7.5	7.0	2.9	1.6	3.0	<0.1	0.1	0.2	58.7	0.4
41	D065/ 6m	21-H-006363	24.60	17.5	0.3	4.2	1.7	0.3	<0.1	1.7	0.5	30.6	0.2
42	D065/ 15m	21-H-006364	15.80	17.2	<0.1	4.6	1.1	0.2	<0.1	0.6	0.2	47.9	0.1
43	D065/ 17m	21-H-006365	11.35	11.2	0.2	3.09	0.6	0.2	<0.1	0.4	0.1	61.3	<0.1
44	D065/ 24m	21-H-006366	10.80	13.0	0.1	2.3	0.3	0.2	<0.1	0.1	<0.1	62.3	0.1
45	D065/ 40m	21-H-006367	11.25	9.5	0.1	3.9	0.6	0.3	<0.1	0.2	<0.1	62.5	0.3
46	D065/ 46m	21-H-006368	15.55	22.0	<0.1	4.1	0.4	0.2	<0.1	0.3	0.2	47.2	0.3
47	D065/ 69m	21-H-006369	17.12	20.5	<0.1	3.9	0.7	0.2	<0.1	<0.1	0.2	48.5	1.5
48	D065/ 77m	21-H-006370	21.15	19.7	0.3	4.2	0.6	0.2	<0.1	0.1	0.2	41.8	0.9
49	D011/ 15m	21-H-006371	8.75	14.8	8.1	3.1	2.7	1.2	<0.1	0.4	0.2	59.6	0.4
50	D011/ 108m	21-H-006372	32.05	6.3	24.1	0.2	1.4	7.8	<0.1	0.2	0.1	26.8	0.2
51	D011/ 191m	21-H-006373	46.15	0.6	33.6	0.1	0.0	17.4	<0.1	0.2	<0.1	1.5	<0.1
52	D011/ 270m	21-H-006374	43.80	2.7	32.0	0.4	0.0	15.4	<0.1	0.1	<0.1	5.0	0.1

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bilindiği gibi killeri yer kabuğunda bulunan ikincil minerallerdir ve bozunma süreçleri ile oluşmaktadır bu süreçler yer altı kaynaklı hidrotermal sıcak sular olabildiği gibi atmosferik koşullarda yüzeylenen kayaların bozunması ile de oluşabilmektedir. Jeotermal sahalarda bu iki süreç birlikte gözlenmektedir.

Bu tez çalışması Ağrı ili Diyadin İlçesi'nin Mollakara köyü civarında bulunan ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün 1/25.000 ölçekli Ağrı J51-a1 paftasının güney kesiminin yaklaşık 10 km²'lik alanını kapsamaktadır. Tektonik olarak derin ve uzun Murat Nehri kırığı üzerinde bulunan çalışma alanı genel olarak doğrultu atımlı Balık Gölü fayı ile Çaldıran Fayı arasında kalmaktadır. Genel olarak çalışma alanında doğrultu atımlı faylar, normal faylar, küçük ölçekte bindirme, budinaj yapıları, kıvrımlar mevcuttur. Tektonik öğeler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, çalışma bölgesi bir makaslama zonu olarak değerlendirilebilir.

Diyadin (Ağrı) Jeotermal sahasında hidrotermal akışkanların neden olduğu kil mineralleri ile yüzeyde atmosferik koşulların etkisi ile oluşan kil minerallerini ayırt ederek mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin X-Işını Difraksiyon analizi (XRD) ve kimyasal analizlerle (XRF) saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla yapılan sondajlardan ve çalışma alanında yüzeyden alınan numunelerin analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

Sondajlarla kesilen;

Volkanik birimlerden alınan örnekler kuvars, mika, kaolinit minerallerini bol olarak içermektedir. Birkaç örnekte alunit ve klorit belirlenmiştir.

Volkaniklerle birlikte yer yer karbonat klastlı şist parçalarının kesildiği seviyelerden alınan örneklerde kuvars, kaolinit, mika mineralleri ve dolomit saptanmıştır.

Fay zonundaki karbonat klastlı şistlerden alınan örneklerde kuvars, mika mineralleri, kaolinit ve alunit tespit edilmiştir.

Karbonat klastlı şist örneklerinde klorit, alunit ve dolomit mineralleri belirlenmiştir.

Karbonat klastlı şist ve dolomit içeren seviyelerden alınan örnekler yalnızca kuvars ve dolomit mineralleri içermektedir.

Fay zonundaki volkaniklerden alınan örneklerde kuvars ve kaolinit belirlenmiştir.

Dolomit seviyelerinden alınan örneklerde saptanan mineral doğal olarak dolomit mineralidir. Kuvars ve kaolinit dolomite eşlik etmektedir.

Yüzeyden alınan örneklerin (6 örnek) mineral çeşitliliği sondaj örnekleri kadar zengin değildir. 2 örnekte sadece kuvars ve 1 örnekte sadece dolomit belirlenmiştir. Ayrıca kuvars, kaolinit, mika ve feldspat mineralleri saptanmıştır.

Bu tez çalışmasında çalışma alanındaki killerde atmosferik bozunma ve hidrotermal akışkanların neden olduğu değişimin ve etkilere bağlı olarak alınan örneklerdeki kil mineralleri tespit edilmiştir. Hidrotermal akışkanın kimyası ve sıcaklığı, etkilediği kayacın litolojisi, geçirgenliği yeni oluşan veya birincil minerallerden dönüşen kil mineralleri belirlenmiştir. Jeolojik zaman içinde Diyadin hidrotermal akışkanlarının yukarıda sayılan özellikleri değişmiştir, Yörede yapılan “altın cevherleşmesi ile ilgili” çalışmada (Oruç, 2011) sahada ilk hidrotermal süreçlerin başlaması Miyosen yaşlı granitler ile ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmada bugünkü jeotermal akışkanların cevherleşmeye etkisi tam olarak aydınlatılamamıştır. Bu çalışma ile bugünkü jeotermal sahanın özelliklerinin belirlenmesi ile jeolojik zaman boyunca özelliklerinde nasıl değişiklikler olduğu konusunda veriler ortaya konulmuştur.

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1. İnceleme alanında yapılan çalışmalarda 9 sondaj kuyusundan 46 örnek ve 6 noktada yüzeyden alınan kayaç örnekleri olmak üzere toplam 52 adet kil örneğinin X-Işını Difraksiyon analizi (XRD) ve kimyasal analizleri (XRF) yapılmıştır. Kil örneklerinin büyük çoğunluğu fay zonları, litolojik uyumsuzluk bölgeleri ve hidrotermal aktivitenin arttığı bölgelerden alınmıştır.
2. Çalışma alanının yoğun bir sıkışmaya maruz kaldığı sahada görülen bindirme, kıvrımlar, mikro ölçekteki fay ve tektonizma izleri ile görülmüştür. Çalışma sahası canlı bir hidrotermal alanda yer almakta ayrıca kırık üzerinde sıcak su ve buhar çıkışları ile jeotermal açıdan güncel karbonat çökelimleri görülmüştür.
3. Çalışma sahasında yapılan sondajlarda yüzeyden derine doğru; alüvyon, volkanikler, volkaniklerle birlikte yer yer karbonat klastlı şist parçaları, karbonat klastlı şist ve fay zonu, karbonat klastlı şist ile dolomit seviyeleri kesilmiştir.
4. Volkanik birimlerden alınan örnekler kuvars, mika, kaolinit minerallerini bol olarak içermektedir. Birkaç örnekte alunit ve klorit belirlenmiştir. Çalışma

alanının halen aktif olan bir hidrotermal saha içinde olması nedeniyle kaolinit minerallerinin feldspatların hidrotermal alterasyonu sonucu oluştuğu yorumu yapılabilir. Alunit, riyolit, dasit ve andezit türü volkanik kayaların hidrotermal alterasyonu sonucunda oluşan bir mineraldir. Çalışma alanında bu türden volkanik kayaların bulunması örneklerde belirlenen alunit minerallerinin hidrotermal alterasyonla oluştuğunu göstermektedir.

5. Volkaniklerle birlikte yer yer karbonat klastlı şist parçalarının kesildiği seviyelerden alınan örneklerde kuvars, kaolinit, mika mineralleri ve dolomit saptanmıştır. Dolomit mineralinin varlığı, volkanikler içine içindeki karbonat klastlarının dolomit kayalarından geldiğini göstermektedir.
6. Karbonat klastlı şist örneklerinde klorit, alunit ve dolomit mineralleri belirlenmiştir. Volkaniklerde belirlenmemiş olan klorit minerali şist örnekleriyle ilişkilendirilmiştir.
7. Karbonat klastlı şist ve dolomit içeren seviyelerden alınan örnekler yalnızca kuvars ve dolomit mineralleri içermektedir.
8. Fay zonundaki volkaniklerden alınan örneklerde sadece kuvars ve kaolinit belirlenmiştir.
9. Dolomit seviyelerinden alınan örneklerde saptanan mineral doğal olarak dolomit mineralidir. Kuvars ve kaolinit dolomite eşlik etmektedir.
10. Yüzeyden alınan örneklerin (6 örnek) mineral çeşitliliği sondaj örnekleri kadar zengin değildir. 2 örnekte sadece kuvars ve 1 örnekte sadece dolomit belirlenmiştir. Ayrıca kuvars, kaolinit, mika ve feldspat mineralleri saptanmıştır. Alındıkları kaya türüne bağlı olarak mineral türleri değişmektedir. Yüzey örneklerinde belirlenen feldspat minerallerinin sondaj örneklerinde saptanmamış olması, feldspatların alterasyonla farklı minerallere (Ör. kaolinit) dönüştüğünü göstermektedir.
11. XRF analizlerinde; alınan kil örneklerinin ana bileşen olarak Fe_2O_3 , Al_2O_3 ve SiO_2 içerdiği görülmektedir. Örnekler daha az oranda CaO , K_2O , MgO , MnO , Na_2O , P_2O_5 ve TiO_2 içermektedir. Yüksek orandaki SiO_2 değerleri kuvars ile birlikte kil minerallerinin örneklerde bol bulunmasını yansıtmaktadır.
12. Alınan tüm kil örneklerinin kimyasal analizleri incelendiğinde ateş kaybı değerlerinin genel olarak yüksek olduğu izlenmiştir. Buna karşın Al_2O_3 ve SiO_2

değerlerinin beklenen değerlere yakın olduğu görülmektedir. Ateş kaybı oranının normalin üzerinde tespit edilmesi aldığımız kil numunelerinde karbonat ve organik madde ihtiva ettiğini göstermektedir.



KAYNAKLAR

- Akkuş, İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A., Tekin, Z. (2005). *Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: Ankara, Türkiye.
- Bozdağ, S., Aydoğan, B. M. (2009). Assessment of groundwater quality of Diyadin springs, East part of Turkey for human consumption. *Asian Journal of Chemistry*, 21(7), 5571-5579.
- Çelebi, H., Utlu, F., Peker, İ. (1997). Murat Nehri'nin hidrojeokimyasal özellikleri. *Ekoloji ve Çevre Dergisi*, 22, 14-20.
- Çelik-Karakaya, M. (2006). *Kil minerallerinin özellikleri ve tanımlama yöntemleri*. Bizim Büro: Ankara, Türkiye.
- Çolakoğlu, A.R., Oruç, M., Arehart, G.B., Poulson, S. (2011). Geology and isotope geochemistry (C-O-S) of the Diyadin gold deposit, Eastern Turkey: a newly discovered carlin-like deposit. *Ore Geology Reviews*, (40), 27-40.
- Erişen, B., Akkuş, İ., Uygur, N., Koçak, A. (1996). *Türkiye Jeotermal Envanteri*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: Ankara, Türkiye.
- Kardaş, S. (2019). *Diyadin (Ağrı) kuzeyinin tektonik özellikleri ve jeotermal potansiyeli*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Kıral, K., Çağlayan, A. (1980). Kağızman (Kars)-Ağrı-Taşlıçay (Ağrı) dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: Ankara, Türkiye.
- Kıyadeh, A.A.H. (2019). *Diyadin (Ağrı) güneyinin tektonik özellikleri ve jeotermal potansiyeli*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Oruç, N., Alpman, N., Karamanderesi, İ.H. (1976) Tendürek volkanı çevresindeki yüksek florür içerikli kaynak suların hidrojeolojisi. *TJK Bülteni*, 19, 1-18.
- Oruç, M. (2011). *Diyadin (Ağrı) altın cevherleşmesinin jeolojik ve jeokimyasal incelemesi*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Ölmez, E., Ercan, T., Yıldırım, T. (1994). Tendürek (Doğu Anadolu) jeotermal alanının (Diyadin, Zilan, Çaldıran) volkanolojisi ve jeotermal olanakları. *TJK Bülteni*, 9, 48-55.
- Pasvanoğlu, S., Güler, S. (2010). Hydrogeological and geothermal features of hot and mineralized waters of the Ağrı- Diyadin (Turkey). **World Geothermal Congress**. Bali, Indonesia.
- Pasvanoğlu, S., Vural, S. (2012). Diyadin (Ağrı) ve Erciş (Zilan-Van) sıcak ve mineralli suların karşılaştırmalı incelenmesi. **5. Jeokimya Sempozyumu**, Denizli, Türkiye.
- Pasvanoğlu, S. (2013). Hydrogeochemistry of thermal and mineralized waters in the Diyadin (Ağrı) area, Eastern Turkey. *Applied Geochemistry*, 38, 70-81.
- Saygılı, R. (2020). Türkiye il haritaları. Erişim tarihi: 13.12.2022. Erişim adresi: <http://www.cografyaharita.com/haritalarim/4l-agri-ili-haritasi.png>
- Şaroğlu, F., Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden ögeler: jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. *TJK Bülteni*, (24), 39-50.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y. (1984). Doğu Anadolu'nun neo-tektoniği ve ilgili magmatizması. **Ketin Sempozyumu**, Ankara, Türkiye.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y. (1986). Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri. *MTA Dergisi*, 107, 73-94.

- Warr, L. N. (2020). Recommended abbreviations for the names of clay minerals and associated phases. *Clay Minerals*, 55, 261 – 264.
- Whitney, D., Evans, B. W. (2010). Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95, 185–187.
- Zaman, M., Polat, S., Özdemir, M. (2000). Diyadin Kaplıcaları. *Atatürk Üniv. Doğu Coğrafya Derg.*, 8, 350-377.



ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Mehmet Şerif YILDIZ

Eğitim Bilgileri

Lisans :
Üniversite : Batman Üniversitesi
Fakülte : Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Bölüm : Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Mezuniyet Yılı : 2015

Yüksek Lisans :
Üniversite : Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Enstitü : Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı : Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Mezuniyet Yılı : 2023

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih. 24/04/2023

Tez başlığı DİYADİN (AĞRI) JEOTERMAL SAHASINDA OLUŞAN KİLLERİN MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın, kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan toplam 57 (elli yedi) sayfalık kısmına ilişkin, 13/04/2023 tarihinde enstitü yetkilisi tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre tezimin benzerlik oranı % 13 (yüzde on üç) dür.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve imza
24.04.2023

Adı soyadı: Mehmet Şerif YILDIZ

Öğrenci no: 19910001023

Anabilim dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı: Jeoloji Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans

Statüsü: (X) Yüksek lisans () Doktora

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Türker YAKUPOĞLU

UYGUNDUR

ENSTİTÜ ONAYI