



T.C.
Niğde Üniversitesi
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

NARKÖY (Niğde) JEOTERMAL SULARIN HİDROJEOKİMYASI VE
KAYNAK ALANININ ALTERASYON ÖZELLİKLERİ

YUSUF BİLEN

Haziran 2014

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

NARKÖY (NİĞDE) JEOTERMAL SULARIN HİDROJEOKİMYASI VE
KAYNAK ALANININ ALTERASYON ÖZELLİKLERİ

YUSUF BİLEN

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

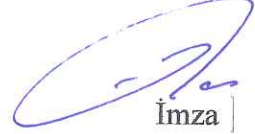
Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

Haziran 2014

Yusuf BİLEN tarafından Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU danışmanlığında hazırlanan "NARKÖY (NİĞDE) JEOTERMAL SULARIN HİDROJEOKİMYASI VE KAYNAK ALANININ ALTERASYON ÖZELLİKLERİ" adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : [Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU (Danışman)  İmza]

Üye : [Prof. Dr. Mehmet ŞENER

 İmza]

Üye : [Prof. Dr. Mustafa AFŞİN (Aksaray Üniv.)

 İmza]

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel 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 atf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Yusuf BİLEN



ÖZET

NARKÖY (NİĞDE) JEOTERMAL SULARIN HİDROJEOKİMYASI VE KAYNAK ALANININ ALTERASYON ÖZELLİKLERİ

BİLEN Yusuf

Niğde Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

Haziran 2014, 54 sayfa

Bu çalışma, yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Narköy Acıgöl ve Ilısu jeotermal alanı ve çevresindeki sıcak ve mineralli sularının hidrojeokimyasal özelliklerini ve kaynakların karşılaştırmalı köken değerlendirmesi yapılmış olup, suların çevre kayalardaki etkileri belirlemeye çalışılmıştır. İnceleme alanındaki sıcak sularının kaynağı 5-10 km derinliklere kadar sokulmuş, katılmış fakat sıcaklığını henüz kaybetmemiş magma sokulumları olabileceği düşünülmektedir.

Bu kapsamda, Narköy-Acıgölde bulunan sıcaklığı 23,8°C ve Ilısu merkezinde yer alan sıcaklığı 34,0°C olan sıcak su kaynakları incelenmiştir.

İnceleme alanının da sıcak sularının yakınında mevsimsel değişikliklere bağlı olan soğuk su kaynakları da gözlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda sıcak suyun kaynak kayalarının Eosen yaşlı kireçtaşı, jips, kumtaşı birimleri ve Miyosen – Pliyosen yaşlı tüf, tüfit, andezit ve ignimbiritler olduğu belirlenmiştir.

Hidrokimyasal analiz sonuçları diyagram üzerinde incelendiğinde katyon bakımından Ca+2-Mg+2, anyon bakımından HCO₃-SO₄ su tipinde olduğu görülmüştür. Ayrıca bunların

katyonlarına göre Ca-Mg-Na, anyonlarına göre HCO₃-SO₄-Cl bölgesinde bulunmakta, Acıgöl göl suyu Na-Mg-Cl-HCO₃, Acıgöl sıcak su Ca-SO₄-HCO₃, Iısu sondaj Na-Ca-HCO₃, Iısu soğuk Ca-Mg-HCO₃, Melendiz Ca-Mg-HCO₃, Sofular Ca-HCO₃ su tipindedirler.

İnceleme alanın koyu siyah renkli ince taneli sert volkanik kayaçlar olan bazalt ve andezitler yüzeylemektedir. Bazaltlar bölgede yer yer andezitlere geçiş göstermektedir. Bazaltları oluşturan koyu renkli minerallerin oranı (piroksen, amfibol, olivin ve biyotit) hacimsel alan olarak % 40 civarındadır. Açık renkli mineraller genellikle plajiooklaslardan (labradorit) oluşmaktadır. Alkali feldspatlar ve feldspatoidler oldukça düşük miktarlarda gözlenmektedir. Bazaltlar içerisinde iri feno kristaller şeklinde sıkça gözlenen olivin ve piroksenler (ojit) nedeniyle kayaç, plajiooklas-olivin piroksen bazalt olarak adlandırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Narköy-Niğde, Acıgöl, ıısu, melendiz, sofular hidrojeoloji, sıcak su kaynakları, volkanik kayaçlar

SUMMARY

NARKÖY (NIGDE) HYDROGEOCHEMISTRY OF GEOTHERMAL WATER AND THE CHARACTERISTICS OF ALTERATION OF THE SOURCE AREA

BİLEN, Yusuf

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geological Engineering

Supervisor : Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

June, 2014, 54 Pages

This study, as a thesis as part of Acıgöl and Ilisu geothermal field and surrounding hot and mineral water hydrochemical characteristics and origin of the comparative origins assessment is made, waters were studied to determine the impact on the surrounding rocks. The source of hot water in the study are at depths of 5-10 km, solidified magma intrusion have not yet lost, but the temperature is thought to be .

In this context, situated in Acıgöl temperature 23.8 ° C and 34.0 ° C Ilisu which is located in the center of the hot water supply temperature were investigated.

In the study area earth warm waters, the cold water supply is connected to seasonal changes were also observed. As a result of the examination, the hot water of source rocks of Eocene limestone, gypsum, sands to neogene and Miocene - Pliocene tuff, tuffite, it was determined that the and ignimbrite .

When analyzed on the diagram hydrochemical Analysis terms cations Ca +2 , Mg +2, HCO₃ - SO₄ anion terms were found to be in water type . In addition, their cation according to the Ca-

Mg – Naani on according to the HCO₃ -SO₄ -Cl located in theregion , the Acıgöl lake water, Na-Mg -Cl - HCO₃ , Acıgöl hot water Ca -SO₄ - HCO₃ Ilisu drilling Na-Ca -HCO₃ , Ilisu cold Ca-Mg - HCO₃ , Ca-Mg - HCO₃ Melendiz , SufiCa - HCO₃ water type .

Dark black colored fine-grained views of the area hard volcanic rocks are exposed in Ilisu Basalt to andesite in there gion suggests switching .Basalts fo rmingtheratio of dark-colored minerals (pyroxene, amphibole, olivine andmica) volumetric area is around 40% . Light colored minerals are usually composed from plagioclase (labradorite) . Alkali feldspar and feldspatiod mikter is observed in fairly low.Working with in the basalt out cropping in the form of large crystals frequently observedphe olivine andpyroxene - olivine pyroxene basalt rock Plagioclase has been called.

Keywords: Narköy-Nigde, Acıgöl, Ilisu, Melendiz, devoteehydrogeology, hot watersupply, volcanicrocks

ÖN SÖZ

Bu çalışma, yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Narköy Acıgöl ve Ilısu jeotermal alanı ve çevresindeki sıcak ve mineralli sularının hidrojeokimyasal özelliklerini ve kaynakların karşılaştırmalı köken değerlendirmesi yapılmış olup, suların çevre kayalarındaki etkileri belirlemeye çalışılmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında önceki çalışmaların ötesinde bilgi sağlayacak güncel verilerin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, bölgede seçilecek su kaynaklarında yerinde fiziksel-kimyasal parametre ölçümünün yanı sıra, majör iyon kimyası, analizleri ile yeraltı suyu beslenme bölgeleri ve beslenme koşulları da belirlenmiştir. Bölgedeki fayların jeotermal sisteme olan etkileri araştırılmış; elde edilecek verilerin diğer bölgelerle karşılaştırmaları yapılarak suların birbirleriyle olan etkileşimleri belirtilmiştir. Jeokimyasal, petrografik ve mineralojik çalışmalar kapsamında alınan kayaç örnekleri ince kesit ve jeokimyasal analizleriyle kaynak alanındaki alterasyonlar saptanmıştır

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU' na ve Prof. Dr. Mustafa AFŞİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Aynı yörede, iki komşu arazide benzer çalışmalar yürüten ve sık sık yardımına başvurduğum kıymetli meslektaşım Jeo. Yük. Müh. M. Yılmaz EMRE' ye ve FBE 2010/06 nolu BAP projesi kapsamında maddi destek sağlayan Niğde Üniversitesi Rektörlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, bütün eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme, çalışmam sırasında sabırla yardımcı olan aileme, desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	xvi
KISALTMA VE SİMGELER.....	xviii
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Amaç ve Kapsam.....	1
1.3 Önceki Çalışmalar.....	3
BÖLÜM II MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
2.1 Literatür ve Saha Çalışmaları.....	6
2.2 Mineralojik ve Petrografik Çalışma Yöntemi.....	6
2.3 Hidrojeokimyasal Çalışma Yöntemi.....	7
2.4 Büro Çalışmaları.....	7
BÖLÜM III ARAŞTIRMA BULGULARI.....	8
3.1 İnceleme Alanının ve Yakın Çevresinin Genel Jeolojisi.....	8
3.1.1 Kırşehir Masifi.....	8

3.1.2 Kaleboyunu Formasyonu (Pzka).....	11
3.1.3 Bozçaldağ Formasyonu (Pzb).....	11
3.1.4 Mamasun Ofiyolitik Karışığı (Ko).....	11
3.1.5 Orta Anadolu Granitoyitleri (Kog).....	12
3.1.6 Çayraz Formasyonu (Teç).....	12
3.1.7 İncik Formasyonu (Toi).....	13
3.1.8 Keçikalesi Volkaniti (Tmke).....	13
3.1.9 İç Anadolu Grubu (Ti).....	14
3.1.10 İnsuyu Formasyonu (Tmi).....	15
3.1.11 Ürgüp Formasyonu (Tmü).....	15
3.1.12 Erdaşdağ Volkaniti (Tme).....	16
3.1.13 Kulaklıdağ Volkaniti (Tmku).....	17
3.1.14 Kızılkaya İgnimbiriti (Plkı).....	18
3.1.15 Kışladağ Formasyonu (Plk).....	18
3.1.16 Kuvaterner.....	18
3.1.17 Keçiboyduran Volkaniti (Qke, Qkep).....	18
3.1.18 Melendizdağ Volkaniti (Qm).....	19
3.1.19 Göllüdağ Volkaniti (Qgö. Qgp).....	19
3.1.20 Acıgöl Volkaniti (Qac).....	20
3.1.21 Kuyulutatlar Volkaniti (Qku, Qkuc).....	20
3.1.22 Karataş Volkaniti (Qka, Qkac).....	21

3.1.23 Hasandağı Volkanitleri (Qh).....	21
3.1.24 Traverten (Qtr).....	23
3.1.25 Alüvyon (Qal).....	23
3.2 Yapısal Jeoloji.....	23
3.2.1 Diskordanslar.....	23
3.2.2 Kıvrımlar.....	24
3.2.3 Faylar.....	24
3.3 Hidrojeoloji ve Su Kimyası.....	26
3.3.1 Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri.....	26
3.3.1.1 Geçirimli Birimler.....	26
3.3.1.2 Geçirimsiz Birimler.....	26
3.3.2 Bölgedeki Su Durumu.....	26
3.3.2.1 Soğuk Sular.....	26
3.3.2.2 Sıcak ve Mineralli Sular.....	29
3.3.3 Su Kimyası Çalışmaları.....	30
3.3.3.1 Su Kimyası Sınıflandırılması.....	30
3.3.3.1.1 Schoeller Diyagramı.....	32
3.3.3.1.2 Piper Diyagramı.....	34
3.4 Jeotermometre Hesaplamaları.....	36
3.5 Doygunluk İndisi.....	37
3.6 Sıcak Suların Oluşum Modeli.....	39

3.7 Alterasyon.....	41
3.7.1 XRF (x-Ray Flöresans) Çalışmaları.....	41
3.8 Mineralojik Petrografik İncelemeler.....	44
3.8.1 İncekesit Çalışmaları.....	44
3.8.1.1 Bazalt.....	44
3.8.1.2 Andezit.....	46
3.8.1.3 Narköy Traverteni.....	46
3.8.2 Parlak Kesit Çalışmaları.....	48
BÖLÜM IV SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. İnceleme alanındaki soğuk suların koordinatları ve rakımları.....	27
Çizelge 3.2. İncelem alanındaki sıcak suların koordinatları ve rakımları.....	29
Çizelge 3.3. Soğuk, sıcak ve mineralli suların fiziksel özellikleri.....	30
Çizelge 3.4. İnceleme alanı sıcak ve soğuk suların kurak döneme ait kimyasal analiz sonuçları.....	31
Çizelge 3.5. İnceleme alanı sıcak ve soğuk suların yağışlı döneme ait kimyasal analiz sonuçları.....	31
Çizelge 3.6. İnceleme alanındaki suların iyon dizilimleri ile su türleri.....	32
Çizelge 3.7. Akifer sıcaklıklarının tahmin edilmesinde kullanılan kimyasal Jeotermometreler.....	37
Çizelge 3.8. İnceleme alanındaki suların mineral doygunluk değerleri.....	38
Çizelge 3.9. Hidrotermal alterasyon numune alım yerleri.....	41
Çizelge 3.10. Hidrotermal alterasyon mineralleri ve toplulukları ile işaret ettiği sıcaklık aralıkları.....	43
Çizelge 3.11. İnceleme alanına ait numuneleri XRF analiz sonuçları.....	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası ve Orta Anadolu'nun Tektonik Durumu.....	2
Şekil 3.1. Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti.....	9
Şekil 3.2. Çalışma alanı ve çevresinin jeolojik haritası.....	10
Şekil 3.3. Çalışma alanının yapısal jeoloji haritası.....	25
Şekil 3.4. İnceleme alanındaki suların kurak ve yağışlı döneme ait yarı logaritmik Schoeller diyagramı.....	33
Şekil 3.5. İnceleme alanındaki (a) kurak dönemine ait (b) yağışlı döneme ait Piper diyagram.....	35
Şekil 3.6. İnceleme alanındaki suların Giggenbach üçgen diyagramına göre konumları.....	36
Şekil 3.7. İnceleme alanındaki suların mineral doygunluk indisleri.....	39
Şekil 3.8. Kitreli sıcak su kaynağı ile Ilısu sıcak su kaynağı arasında kalan alanının hidrotermal sistem model taslağı.....	40

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 1.1. İnceleme alanında bulunan Narköy sıcak su kaplıcası ve Narlıgöl.....	2
Fotoğraf 3.1. Melendiz Çayı'na ait görüntü.....	28
Fotoğraf 3.2. Ilısu bazaltlarından boşalan soğuk su kaynağı.....	28
Fotoğraf 3.3. Narköy-Acıgöl'e ait görüntü.....	29
Fotoğraf 3.4. İncekesit 1-3 ,a,c,e:+N,b,d,f://N, Bazalt,mikrolitlerin oluşturduğu intersaltal ve akma dokusu, orta derecede alterasyon(c,d), opak mineraller (siyah), ojit(a,e).....	45
Fotoğraf 3.5. İncekesit No:4-5, ISC, a,c:+ N,b,d //N, iri mikrolitlerden oluşan matriskin akma doku(trakitik doku) görünümü. Mafik mineraller akma doku içerisinde geopedal dokuya benzer bir yapı göstermektedir.....	47
Fotoğraf 3.6. İncekesit 6,(NA-1) a:+N,b://N,Narköy Acıgöl traverteni mozaik dokulu kalsit kristalleri.....	47
Fotoğraf 3.7. Parlak kesit 1,//N,Ilısu bölgesi volkanik kayalar içerisindeki ince taneli saçınımlı(a) ve manyetit ve hematit, ilmenit lamelleri içeren öz yarıöz . şekilli manyetit(b).....	48
Fotoğraf 3.8. Parlak kesit 2,//N,Ilısu bölgesi volkanik kayalar içerisindeki öz, yarıöz şekilli manyetiti(a,b).....	48

KISALTMA VE SİMGELER

Kısaltmalar	Açıklamalar
KAF	Kuzey Anadolu Fay Hattı
DAF	Doğu Anadolu Fay Hattı
OAVP	Orta Anadolu Volkanik Provensi
KMF	Keçiboyduran-Melendiz Fayı
TFZ	Tuzgölu Fay Zonu
K-G	Kuzey-Güney
KB-GD	Kuzeybatı-Güneydoğu
GD-KB	Güneydoğu-Kuzeybatı
XRF	X-Ray Fleurosans
LOI	Ateş Kaybı
T	Sıcaklık
EC	Özgül Elektriksel İletkenlik (Mikrosiemens/cm)
TDS	Toplam Çözünmüş Madde
m	Metre
cm	Santimetre
km	Kilometre
MPa	Magapaskal
mek/I	Litrede Miliekivalen Değeri
I/s	Litre/saniye

⁰ C	Derecede Santigrat
DI	Doygunluk İndisi
N	Nikol
APHA	Amerikan Public Health Association
MTA	Maden Teknik Arama
AWWA	American Water Work Association
WPCF	Water Pollution Control Federation

BÖLÜM I

GENEL BİLGİLER

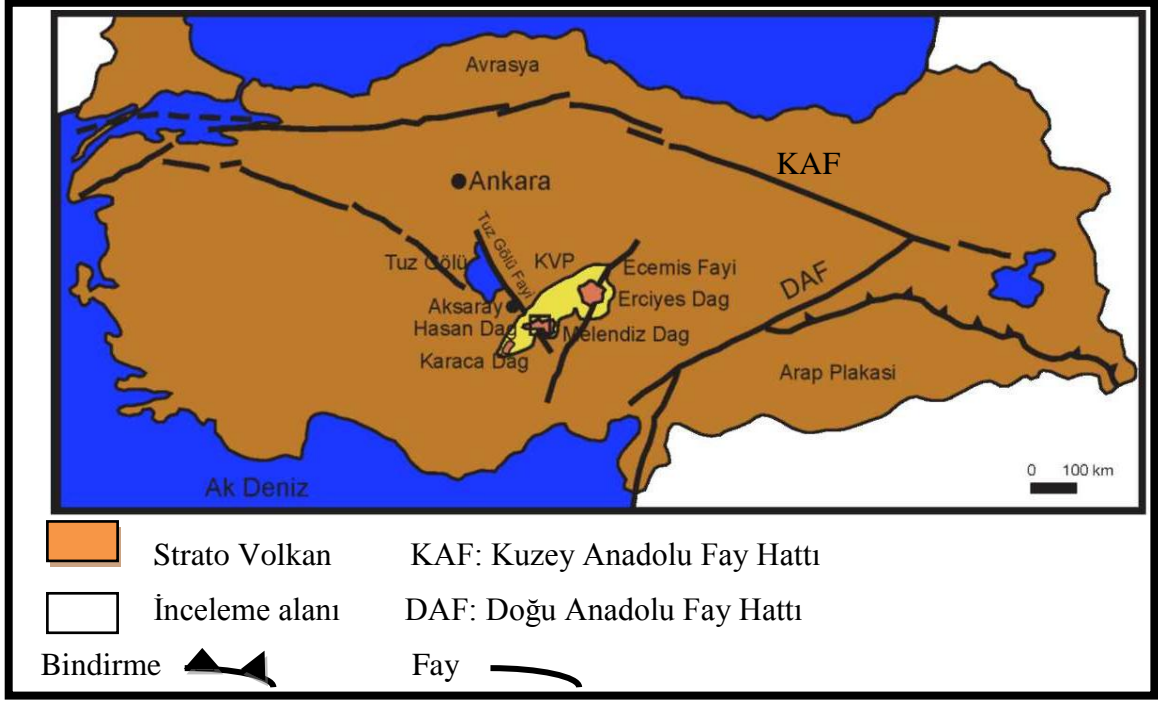
1.1 Giriş

1.2 Amaç ve Kapsam

Yüksek lisans tez çalışması kapsamında, yapılan bu çalışma, Narköy Acıgöl ve Ilisu jeotermal alanı ile çevresindeki sıcak ve mineralli sularının hidrojeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve kaynakların karşılaştırmalı köken değerlendirmesinin yapılarak suların çevre kayalarındaki etkilerini belirlemeyi amaç edinilmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında önceki çalışmaların ötesinde bilgi sağlayacak güncel verilerin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, bölgede seçilecek su kaynaklarında yerinde fiziksel-kimyasal parametre ölçümünün yanı sıra, majör iyon kimyası, analizleri ile yeraltı suyu beslenme bölgeleri ve beslenme koşulları da belirlenmiştir. Bölgedeki fayların jeotermal sisteme olan etkileri araştırılmış; elde edilecek verilerin diğer bölgelerle karşılaştırmaları yapılarak suların birbirleriyle olan etkileşimleri belirtilmiştir. Jeokimyasal, petrografik ve mineralojik çalışmalar kapsamında alınan kayalar örnekleri ince kesit ve jeokimyasal analizleriyle kaynak alanındaki alterasyonlar saptanmıştır.

Çalışma sahasının volkanik bir arazi olma özelliğinden dolayı bölgede yapılan çalışmaların çoğunun buradaki volkanik birimlerin mineralojik-petrografik özellikleri ve bölgenin genel jeolojisi üzerine yapılmış çalışmaları kapsamaktadır (Şekil 1.1; Foto 1.1).



Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası ve Orta Anadolu'nun Tektonik durumu. (McKenzie, 1972; McKenzie ve Yılmaz, 1991'den değiştirilerek alınmıştır)



Fotoğraf 1.1. İnceleme alanında bulunan Narköy sıcaksu kaynak alanı ve Narlıgöl

1.3 Önceki Çalışmalar

Mc. Kenzie (1972), Üst Miyosen sonlarına doğru Arap levhası ile Anadolu levhası arasındaki kıta-kıta çarpışması ile Anadolu levhası K-G yönlü sıkışmanın etkisi altına girmiş ve bunun sonucu iki ana fay (KAF ve DAF) oluşmuş, Anadolu levhasının bu iki fayla sınırlı kesimi batıya doğru kaymaya başladığı belirtilmiş olup, bu hareketin sonucunda Anadolu levhasının batıya doğru kaçışı ve Yunan makaslama zonunun gösterdiği direnç ile K-G yönlü gerilmeye bağlı önemli deformasyonlar meydana geldiğini belirtmiştir.

Mc. Kenzie ve Yılmaz, (1991), Orta Anadolu'da Üst Miyosen-Kuvaterner aralığında etkili olan volkanik aktivitenin Anadolu levhasının KAF ve DAF'ın oluşumu ile batıya doğru hareketi ile doğrudan ilişkili olduğunu ifade etmiştir.

Aydar ve Guarol (1998), "Kapadokya Volkanik Provensi" olarak da bilinen. Orta Anadolu Volkanik Provensi'nin geniş alanlara yayılan birkaç safhalı ignimbrit çıkışları, Miyosen- Pliyosen yaşlı iki stratovolkan (Karacadağ ve Melendiz) ile monojenetik bacaları (bazaltik maar, piroklastik konileri, lav domlan) ve yine stratovolkan tipinde Kuvaterner yaşlı iki adet volkandan (Hasan dağı ve Erciyes dağı) oluştuğu ifade edilmiştir. Bu çalışma ile volkanik yapı ve dinamik açıdan Hasandağ Volkanizması merkezi volkanla ilgili dört safhaya ayrılmıştır. Bu çalışmada Kronostratigrafi ve kayaç yaş analizleri ile Paleovolkan ve Keçikalesi volkanının Mezo ve Neovolkan ile temsil edilen güncel volkandan oluştuğu ifade edilmiştir.

Göncüoğlu vd. (1992), Çalışma alanında temeli Orta Anadolu Kristalin Kompleksi ve bunun Alt Tersiyer yaşlı örtü kayaları oluşturur. Orta Anadolu Kristalin Kompleksi kayaçları bölgede en yaşlı kayaçları oluşturan Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Orta Anadolu metamorfik kayaçları ve Üst Kretase-Paleosen Orta Anadolu granitoidleri ile temsil edildiği belirtilmiş olup, örtü kayaçlarının, Kristalin Kompleks içinde Üst Kretase-Alt Palaosen sırasındaki çarpışma sonrasında meydana gelen çöküntü havzalarında oluştuğunu ileri sürmüştür.

Seymen (1981), Çalışma alanı ve çevresinde Tersiyer öncesi temel kayaları ayrıntılı olarak çalışmış ve adlandırmıştır. Bölgede temel kayaçların Paleozoyik yaşlı,

altta gnays ve şistlerle temsil edilen Tamadağ, üstte mermerlerden oluşan Bozçaldağ birimleri ve bunları kesen Kretase yaşlı Baranadağ granitik intrüzyonundan oluştuğunu ifade etmiştir.

Ayhan ve Papak (1988), Bu çalışma ile alandaki kayaçlar köken ve litolojik özelliklerine göre sınıflandırılmış formasyon ve kaya birimleri olarak ayırtlanmıştır. Buna göre, bölgede-temeli Paleozoyik yaşlı metamorfik kaya birimlerinin oluşturduğu bunların Alt Eosen yaşlı kireçtaşı, kum taşı, marnlardan oluşan Çayraz formasyonu ve Üst Eosen- Alt Miyosen yaşlı karasal kırıntılı ve evaporitlerden oluşan Mezgit grubu kayaları tarafından uyumsuzlukla örtüldüğü, bunların da üzerinde Orta Miyosen-Kuvaterner yaşlı Kapadokya Volkanik Provansine ait yer yer kireçtaşı, taşınmış tuf-tüfit gibi sedimanter ara seviyeler de içeren tuf, ignimbrit, bazalt lavları, volkanik kül, pomza, dasit ve riyodasit lav domlarından oluşan birimlerin yer aldığı belirlenmiştir.

Pasquare (1968) ve Pasquare vd (1988), Orta Anadolu'da Neojen-Kuvaterner arasında etkili olmuş volkanizma Avrasya plakası ile Afro-Arap plakası arasındaki kıtasal çarpışma ile ilişkili Anadolu volkanik arkının merkezi kesimlerini temsil ettiği ileri sürülmüştür. Bu volkanizmanın Üst Miyosen'de başlayan gerilmeye bağlı kırılma deformasyonu ile yakın ilişkili olduğunu belirlemiştir. Yazar volkanizma aktivitesinde deformasyon ve erozyon ile birbirinden ayrılan üç ana dönem belirlemiştir. Birinci dönem andezit volkanizması; İkinci dönem ignimbrit çıkışlarının olduğunu; üçüncü dönem ise andezitik-bazaltik stratovolkanlar ve asit monojenetik volkanların etkili olduğunu belirlemiştir.

Innocenti vd. (1975), Orta Toroslarda Neojen volkanik aktivitenin evrimini araştırmışlardır. Stratigrafik ve radyometrik yaş verileri ile sahada volkanizmanın Üst Miyosen'de başlamış olabileceğini ve tarihsel çağlara kadar devam ettiğini belirtmişlerdir. Volkanizmanın kalkalkalen karakterde olduğunu ve Afro-Arap plakasının Afro-Asya plakasının altına dalmasıyla ilişkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Batum (1978), çalışma alanında volkanik kayaçlarda yaptığı çeşitli jeokimyasal araştırmalar ile hafif alkalin karakterli bazaltlar dışında tüm volkanitlerin kalkalkalen karakterli olduğunu tespit etmiştir. Yazar, bu volkanitlerin Afro-Arap plakası ile

Anadolu plakası arasındaki kıta-kıta bindirmesi ile meydana geldiğini, Üst Miyosen'de başlayan volkanizmanın tarihsel çağlara kadar etkinliğini sürdürdüğü belirtilmiştir.

Le Pennec vd. (1994), Orta Anadolu'da Neojen Kuvaterner aralığında kıtasal çarpışma ile ilgili genişlemelere bağlı olarak kalkalkalin bir volkanizma oluştuğu, Orta Anadolu Volkanik Provensi olarak adlandırılan bu kuşak birçok monojenetik volkan merkezini, stratovulkanları, yaygın riyolitik ignimbritik çıkışlar ile temsil edildiği belirlenmiştir. Bu çalışma ile Nevşehir Platosundaki ignimbritlerin volkanik stratigrafisi belirlenmiş ve çıkış yerleri tanımlanmıştır.

Ölmez ve Gevrek (1991), Çalışma alanı sınırları içinde 4 gradyan sondajı açılmıştır. Ziga alanında açılan gradyan kuyularından ZBG1 kuyusunda (209 m) $0.629 \text{ }^{\circ}\text{C}/10 \text{ m}$ ve ZBG2 kuyusunda $0.53 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{m}$ gibi normal jeotermal gradyanın iki katına yakın gradyan artışı ölçülmüştür. Acıgöl alanında açılan (SFG1:123 m) ve (SFG2: 244 m) iki adet gradyan kuyusundan sırasıyla $3 \text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{m}$ ve $0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}/10 \text{ m}$ gradyan artışları ölçülmüşlerdir.

Ercan vd. (1992), Orta Anadolu'da Kuvaterner volkanizmasına ait lavların çoğunlukla bazalt, daha iyi olarak da andezit, traki-andezit türünde ve subalkalen nitelikte olduklarını belirtmişlerdir. K/Ar yöntemi ile lavlarda $1.151.000 \pm 76.000$ ile $64.000 - 15.000$ yıl yaşlar alınmıştır.

Akdoğan vd. (2002), Ziga-Acıgöl sahalarında daha önce yapılan gravite ve manyetik çalışmalar yeniden yorumlanarak belirlenen yüksek gravite ve düşük manyetik anomalilerin; jeotermal sistemler için ısı kaynağını oluşturan, kabuk içine sokulmuş, henüz sıcaklığını koruduğu düşünülen mağma sokulumlarına işaret edebileceği ifade etmişlerdir.

Göçmez (1994) çalışma alanının Ziga bölümünde, silis jeotermometresine göre 98-151 $^{\circ}\text{C}$ rezervuar sıcaklığı hesaplamış ve alanda sıcak sulara % 80 oranında soğuksu karıştığını ifade etmiştir.

BÖLÜM II

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Literatür ve Saha Çalışmaları

İnceleme alanı ile ilgili hidrojeokimyasal, mineralojik-petrografik, coğrafik, jeokimya ve fotojeolojik veriler derlenmiştir. Analizler için su örneklerinin alınması ve kaynak başında suların pH, sıcaklık, debi, tuzluluk, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, CO₂ ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca suların yağışlı-kurak dönemlerdeki kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için su numuneleri ve suların kayalar üzerindeki alterasyon etkilerinin belirlenmesi için kayalar örnekleri de alınmıştır. Örnek noktalarının koordinatları Magellan 600 GPS cihazı ile belirlenmiştir. Saha çalışmaları 2010 yılı Kasım ve 2011 yılı Mayıs aylarında gerçekleştirilmiştir.

2.2 Mineralojik ve Petrografik Çalışma Yöntemi

İnceleme alanı olan sahadan yüzey hidrotermal alterasyona neden olan akışkanların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla etrafındaki alterasyona uğramış birimlerden ve alterasyona uğramamış birimlerden Kasım 2010'daki arazi çalışmalarıyla alınan 10 adet kayalar örneklerinin XRF (X-Ray Fluorescence) ve LOI deneyleri Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji ve Petrografi Laboratuvarlarında, numuneleri hazırlanarak sonuçları alınmıştır. Sonuçlar farklı diyagramlarda incelenip değerlendirilmiştir. Araziden alınan kayalar numunelerinden seçilen 7 tanesinin incekesiti, 2 adette parlak kesit MTA Genel Müdürlüğü (Ankara) laboratuvarlarında hazırlanmıştır. Bu kesitler Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Optik laboratuvarında Olympus BH2 ve Nikon E460 marka araştırma mikroskopları ile incelenerek mikro fotoğrafları çekilmiştir.

2.3 Hidrojeokimyasal Çalışma Yöntemi

İncelenen sahada seçilmiş su noktalarından örneklemeler mevsimsel değişimleri yansıtacak şekilde kurak (Kasım 2010) ve yağışlı (Mayıs 2011) dönemlerde toplamda 12 adet numune alınmıştır. İnceleme alanındaki soğuk ve jeotermal suların beslenme alanından itibaren dolaşım yolu boyunca kayaç-su-gaz etkileşimi sonucu bünyesine almış olduğu iyonları ve su kimyası türlerini belirlemek amacıyla yağışlı ve kurak dönemlerde örnekler asitli (HNO₃) ve asitsiz olarak çift kapaklı polietilen şişelere alınmıştır. Sıcaklık ve pH ölçümleri WTW pH 330i / SET; çözünmüş oksijen WTW OXI 340i / SET; elektriksel iletkenlik, WTW LF 330i / SET ve Bulanıklık WTW TURB 355 IR (Portable Turbidimeter / 0-1100 NTU) cihazları kullanılarak arazide yapılmıştır. Kimyasal (majör-minör iyonlar, ağır metal, kırıllılık, iz element) analizler Kasım 2010 (kurak) döneminde alınan su örnekleri Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği laboratuvarında APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Work Association) ve WPCF (Water Pollution Control Federation) standartlarına uygun şekilde yapılmıştır. Mayıs 2011 (yağışlı) dönemde alınan su numuneleri Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği Bölümü APHA, AWWA ve WPCF tarafından hazırlanan Standard Methods For the Examination of Water and Waste Water test standartları uygun şekilde yapılmıştır.

2.4 Büro Çalışmaları

Bu çalışmalar daha çok elde edilen tüm verilerin jeolojiyle ilgili paket programlar kullanılarak çizelge ve grafikler değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yapılan önceki çalışmalardan yararlanılarak ve arazide yapılan gözlemlerle bölgeye ait jeolojik haritalar yeniden düzenlenmiştir. Literatürden ve araziden derlenen veriler ile hidrojeolojik, hidrojeokimyasal, mineralojik-petrografik çalışmalardan elde edilen sonuçlar, çalışmanın her aşamasından itibaren büroda değerlendirilip ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Son olarak da bu çalışma Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirtmiş olduğu tez yazım kurallarına göre yazılmıştır.

BÖLÜM III

ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 İnceleme Alanının ve Yakın Çevresinin Genel Jeolojisi

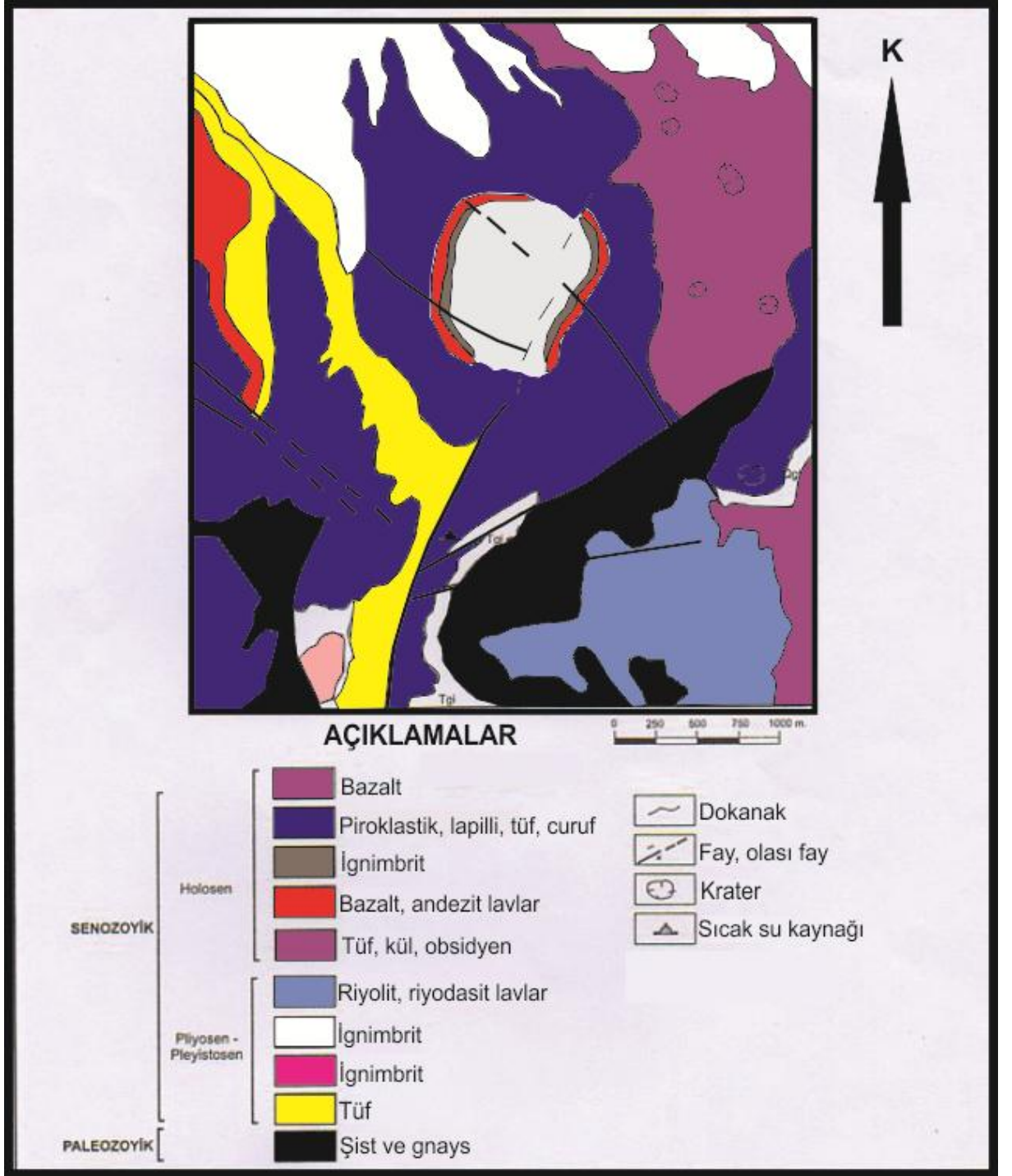
Çalışma sahasının yakın çevresinin stratigrafik dizilimi yaşlıdan gence doğru (Şekil 3.1) ve çalışma alanının jeolojik haritası (Şekil 3.2) de kısa açıklamalarıyla Dönmez vd. (2005)'ten yararlanılarak hazırlanmaya çalışılmıştır.

3.1.1.Kırşehir masifi

Orta Anadolu'da Kırşehir masifi olarak bilinen metamorfik kayalar, bölgenin en yaşlı kaya topluluğudur. Niğde grubu (Göncüoğlu, 1977), Kaman grubu (Seymen, 1982) gibi adlarla tanımlanmış olan Kırşehir masifi, magmatik katkılı platform çökellerinin metamorfizmaya uğramasıyla oluşmuştur (Kara, 1997). Kırşehir masifi, Kaleboynuformasyonu (Göncüoğlu, 1977) ve Bozçaldağ formasyonu (Seymen, 1982) olmak üzere iki birime ayrılarak incelenmiştir. Bunlar birbirleri ile yanal ve düşey geçişlidir. Kırşehir masifi genelde yeşilşist, almandin-amfibolit ve yer yer granülit fasiyesindemetomorfizma özelliklerini gösterir ve gnays, şist, mermer, amfibolit, kuvarsit gibi kaya türlerinden oluşur. Birimin tabanı izlenemez. Tüm istif Alt Senoniyen yaşlı Orta Anadolu granitoyitleri tarafından kesilmiş ve kontaktmetamorfizmaya uğratılmıştır. Birimi Eosen ve Miyosen yaşlı kayalar uyumsuz olarak üzerler. Ofiyolitik kayalarla olan dokanağı net olmayıp olasılıkla tektoniktir. Günümüze değin Kırşehir masifinin yaşı kesin olarak saptanamamıştır. Bolcardağı birliğinin bir bölümü ile olan litosratigrafik benzerliği, Liyas-Kretase yaşlı Neotetis ürünü kayalarla farklı oluşum özellikler sunması, birimin Paleozoyik yaşlı olduğunu düşündürmektedir (Kara, 1997).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	GRUP	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR		
S E N O Z O Y İ K	KUVATERNER				Alüvyon Yamaç molozu Traverten		Qal Qym Qtr		Çakıl, kum, kil, mil Blok, çakıl, kum Traverten UYUMSUZLUK		
					Hasandağ Volkanitleri	II.E.D.	Qht2		Kül, tuf, volkanik kum Andezitik çakıl, blok, kül		
						II.E.	Qhb2				
						Baz.	Qhb		Bazalt, bazaltik piroklastikler		
						A.R.D.	Qhard		Andezit, riyolit		
						I.E.D.	Qht1		Kül, tuf, volkanik kum		
						Ak.	Qha		Riyolit		
						I.Ev.	Qhb1		Andezitik çakıl, blok, kül		
					Karataş Vol.		Qka Qkac		Bazalt, curuf konisi		
					Kuyulutallar Vol.		Qku Qku		Bazalt, curuf konisi		
					Acıgöl Vol.		Qac		Bazalt, bazaltik piroklastikler		
					Göllüdağ Vol.		Qgö Qgp		Riyolit, riyolitik piroklastikler		
					Melendiz Vol.		Qm		Andezit, andezitik piroklastikler		
					Keciboyduran Vol.		Qke Qkep		Andezit, bazaltikandezit, piroklastikler UYUMSUZLUK		
	T E R S İ Y E R	ÜST MİYOSEN			IÇ ANADOLU	Kışladağ		plk		Gösel kireçtaşı UYUMSUZLUK	
						Kızılkaya		plk1		İgnimbirit UYUMSUZLUK	
						Kulaklıdağ Vol.		Tmku		Andezit, bazaltik andezit	
						Erdaşdağ Vol.		Tme		Andezit, bazaltik andezit	
						Balcı Vol.		Tmb		Altere volkanik kayalar	
		ORTA MİYOSEN					Ürgüp İnsuyu	Gör.	Tmüg		İgnimbirit ve lav ara seviyeli gösel çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ardalanması
								Cem.	Tmüc		
								Gel.	Tmügl		
								Sar.	Tmüsa		
									Tmü - Tmi		
E O S E N					Keçikalesi Volkaniti		Tmke		Andezit, bazaltik andezit UYUMSUZLUK		
						İncik	Sekili evaporit	Toi		Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	
								Tois		Jips	
Çayraz		Teç		Çakıltaşı, kumtaşı, kilitaşı, kireçtaşı UYUMSUZLUK							
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE			Orta Anadolu Granitoyiti		Kog		Granit, Granodiyorit		
					Mamasun Ofiyolitik Karışığı		Ko		Diyabaz, gabro, serpantin TEKTONİK DOKANAK		
PALEOZOYİK				KIRŞEHİR MASIFI	Bozçaldağ		Pzb		Mermer		
					Kaleboynu		Pzka		Kalkşist, kuvarşist, gnays		

Şekil 3.1. Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti MTA (2005).



Şekil 3.2. Çalışma alanı ve çevresinin jeolojik haritası (Burçak vd. 2004).

3.1.2.Kaleboynu Formasyonu (Pzka)

Kırşehir masifinde, mermer ara katkılı kuvarsit, kuvarşist, kalkşist, gnays vb kaya türlerinden oluşan birim, Göncüoğlu (1977) tarafından Kaleboynuformasyonu olarak adlandırılmıştır. Kaleboyuformasyonu, Kervansaraydağ formasyonu (Kara ve Dönmez, 1990), Tamadağ formasyonu (Seymen, 1982) ve Kervansaraydağ şistleri (Kara, 1997) ile eşdeğerdir.

Dış görünümü yeşil, sarı ve kahverenkli olup ince tabakalıdır. Kayaçlardaki başlıca mineraller albit, oligoklas, kuvars, biyotit, muskovit ve klorittir (Ayhan ve Papak, 1988). Birimin tabanı gözlenmemektedir. Mostra verdiği alanda Üst Miyosen yaşlı Ürgüp formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Birim, Bozçaldağformasyonu ile yanall ve düşey yönde geçişlidir.

3.1.3.Bozçaldağ Formasyonu (Pzb)

Gri, beyaz renkli, orta-kalın tabakalı, yer yer erime boşluklu mermerler ve çok az oranda şistlerden oluşan birim, Seymen (1982) tarafından Bozçaldağformasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, Aşıgediğiformasyonu (Göncüoğlu, 1977) ve Bozçaldağ mermerleri (Kara, 1997) ile eşdeğerdir.

Orta-iri kristalli olan mermerler, yer yer granitoyitik kayaçlarla kesilmiş ve ayrıca kontaktmetamorfizmaya uğramıştır. Bu bölümlerde skarnlaşma ve yeniden kristalleşmeler gelişmiştir. İnceleme alanı içerisinde yüzeyde görülememesine rağmen çalışma alanınınında ki revervuar kayaç olarak düşünülmektedir.,

3.1.4.Mamasun Ofiyolitik Karışığı (Ko)

Gabro, pegmatitik gabro, diyabaz, çört ve serpantinit karmaşığından oluşan birim, Mamasunofiyolitik karışığı olarak tanımlanmış olup birimin adı çalışma alanında en iyi gözlendiği yer olan Mamasun barajından alınmıştır. Birim, Seymen (1982) in Karakaya ultramafitinin bir bölümü, Ayhan ve Papak (1988) inOfiyolit karmaşığı ile eş değerdir.

Gabrolar, plajiyoklas ve amfibol mineralleri içerir. Plajiyoklaslarda hidrogranat ve zoisit dönüşümleri gözlenmektedir. Birim, Mamasun barajı, Akmezar, Delihebil, Ağzıkarahan, Demirci köyleri civarında geniş yayılıma sahiptir. Bu ofiyolitik kayaçlar yer yer granitoyitik kayaçlarla kesilmiştir. Bu ilişki Delihebil ve Akmezar köyleri arasındaki Çalarkaştepe’de izlenir (Ayhan ve Papak, 1988). Çalışma alanında net olmamakla birlikte birimin Kırşehir masifi üzerinde tektonik olarak yer aldığı bilinmektedir. Birim, Eosen, Miyosen ve Kuvaterner yaşlı çökel ve volkanik kayaçlarla uyumsuz olarak örtülür. Ofiyolitik karışık, bölgeye büyük olasılıkla Üst Kretase’de tektonik olarak yerleşmiştir (Ayhan ve Papak, 1988).

3.1.5.Orta Anadolu Granitoyitleri (Kog)

Çalışma alanındaki granit, granodiyorit, mikrodiorit ve mikromonzogranit, bileşimindeki derinlik ve yer yer yarı derinlik kayaçları, Orta Anadolu granitoyitleri olarak tanımlanmıştır. Birim, Baranadağ granitoyidi (Seymen, 1982), Cefalıkdağ granitoyidi (Ataman, 1972), Karacaali plütunu (Norman, 1972), Üçkapılı granitoyidi (Göncüoğlu, 1977) ve Yozgat granitoyidi (Kara, 1997) ile eşdeğerdir.

Birimin egemen kayatürünü granit ve granodiyoritler oluşturur. Kayacı oluşturan başlıca mineraller, kuvars, oligoklas, homblend, plajiyoklas, alkali feldispat ve biyotittir. Çalışma alanında yüzeylendiği görülmesinde sıcak sularda ısıtıcı kaya olarak düşünülmektedir.

3.1.6.Çayraz Formasyonu (Teç)

Denizel kumtaşı, kıltaşı, mam ve kireçtaşından oluşan birim, Schmidt (1960) tarafından Çayraz formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çayraz formasyonu, Çevirme formasyonu Kara (1991), Eskipolatlı formasyonu (Rigo de Righi ve Cortesini, 1959) ve Meşeköy formasyonu (Kara ve Dönmez, 1990) ile eşdeğerdir.

Birimin alt seviyelerinde kumtaşları, üst kesimlerinde ise mam ve kireçtaşları egemendir. Formasyon yeşil, gri, sarı renklerde olup kumtaşları, orta-kalın tabakalı, mamlar, ince tabakalı, kireçtaşları ise ince-orta tabakalıdır.

3.1.7.İncik Formasyonu (Toi)

Kırmızı, kirli sarı renkli karasal çakıltası ve kilttaşlarından oluşan ve beyaz, yeşil renkli jips seviyeleri içeren birim, Birgili ve diğ. (1975) tarafından İncik formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim içerisindeki jips seviyesi Sekili evaporit üyesi olarak ayrılanmıştır. Formasyon, Aksaray ili ve güneydoğusunda yayılım gösterir. İncik formasyonu, Deliceirmak formasyonu (Kara ve Dönmez, 1990), Mezgit formasyonu (Rigo de Righi ve Cortesini, 1959) ve Mezgit grubu (Uygun ve diğ., 1981) ile eşdeğerdir.

Formasyondaki çakıltaları kötü boylanmalı olup başlıca granit, gabro, diyabaz türü kayaların çakıllarını içermektedir. Ayhan ve Papak (1988) bölgede yaptıkları çalışmada formasyonda Lütésiyen yaşlı kireçtaşlarına ait çakılların bulunduğunu belirtir. Kumtaşları da benzer kökenli kayalardan türemiş, kaba taneli olup ve gevşek çimentoludur. Birim içindeki kilttaşları ince tabakalı olup bazen laminalıdır. Göl ve akarsu ortamında çökelmiş olan İncik formasyonu yer yer kömür seviyeleri kapsar.

Sekili Evaporit Üyesi (Tois): İncik formasyonunun kırmızı-kahverengi, gri, beyaz, yeşil renkli, orta-kalın katmanlı jips ve çamurtaşlardalanmasından oluşan kesimi Sekili evaporit üyesi olarak adlanmıştır (Kara, 1991).

3.1.8.KeçikalesiVolkaniti (Tmke)

Gri, siyah renkli, bazaltik andezit ve bazalt bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşan birim, Keçikalesivolkaniti olarak tanımlanmıştır (Ercan ve diğ., 1990). Birim, Hasandağ'ın güneybatısı, Keçikalesi köyü ile kuzeybatısında ve Dikmen köyünde yüzeylenir. Keçikalesivolkanitlerinin kaynağı yaklaşık 3-3.5 km çapındaki Keçikalesikalderasıdır. Keçikalesi ve Dikmen köyleri civarında ise Kuvatemer yaşlı Hasandağivolkanitlerince uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Keçikalesivolkanitlerinden Akçakent yöresinde K/Ar yöntemiyle yaptırılan radyometrik yaş tayininde $13.7-12.4\pm 0.6$ my yaşlar saptanmıştır (Besang ve

diğ., 1977). Buna göre birimin yaşı Orta Miyosen'dir. Keçikalesivolkanitleri, Beekman (1966) ile Ayhan ve Papak'ın (1988) Hasandağivolkanitlerinin bir bölümüne karşılık gelir.

3.1.9. İç Anadolu Grubu (Ti)

İç Anadolu bölgesinde Neojen yaşlı karasal çökeller bazı alanlarda ayrıntılı olarak çalışılmasına karşın, bazı alanlarda özellikle fasiyes ve stratigrafik özellikleri yeterince ayrıntılı çalışılmamıştır. Bu nedenle 1/100 000 ölçekli jeoloji haritalarında farklı fasiyeslerin kenarlaştırılmalarında çıkan sorunların çözümü için İç Anadolu bölgesindeki Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı ayrılmamış karasal fasiyesler, bu çalışmada, İç Anadolu grubu adı altında toplanmıştır. Daha önceki yıllarda hazırlanmış olan diğer paftalardaki özdeş kaya birimleri Kara (1997) tarafından Kızılırmak formasyonu adı altında anlatılmıştır. Karasal koşullarda çökelen birimin, yamaç moluzu ile temsil edilen kesimleri kırmızı renkli, tane desteksiz çakıltaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Kanal fasiyeslerini oluşturan kesimleri kızıl, kahve renkli, çapraz katmanlı, çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı bant ve mercekleri şeklindedir. Göreceli olarak birimin üst kesimlerini oluşturan ve havza ortası gölsel fasiyeslerle temsil edilen kesimleri, bazı yerlerde tutturulmamış kumtaşı, çamurtaşı, jips ve anhidritlerden, bazı yerlerde ise çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve ignimbirit ara düzeylerinden oluşmaktadır. İç Anadolu grubuna ait çökeller Miyosen öncesi kayaları uyumsuzlukla örter. Üstünde ise uyumsuz olarak Kuvaterner çökelleri yer alır.

Araştırmacılar tarafından birimin yayılım gösterdiği değişik yerlerden elde edilen, ostrocodlardan *Cyprideis cf. vetroundulate* KIRSTIC (det: GÖKÇEN, 1980), *Cyprideistorosa* JONES, *Cyprideistuberculata* (MEHES), *Jlyocypris gibba* (det: ERKAN, 1980), memeli fosillerden Equidae ailesine ait *Hipparion gracile* KAUP (det: OZANSOY, 1980), Proboscidae (hortumlu memeliler) takımına ait *Choerolophodon pentelici* azı dişi ile bunların diğer kemik ve diş parçaları, kömür bantlarından alınan *Monopollenites solaris*, *Pityosporites microalatus*, *Periporopollenites multiparatus* gibi polenlere göre İç Anadolu grubunun yaşı Üst Miyosen-Pliyosen'dir. Ancak Özcan ve diğ. (1990) tarafından Konya, Kadınhanı, Ilgın dolaylarında yapılan araştırmalarda İç Anadolu grubu içerisinde değerlendirilebilecek

çökellerle geçişli ve ardalınlı yüzeylemeleri bulunan volkanitlerin yaşları da göz önüne alınarak çökellerin yaşı Orta Miyosen-Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

3.1.10.İnsuyu formasyonu (Tmi)

Beyaz, gri renkli kalın-orta katmanlı gösel kireçtaşı, mam, çakıtaşı, kumtaşı, kıltaşı ve yer yer volkanik ara katkılardan oluşan birim, Ulu ve diğ. (1994) tarafından İnsuyuformasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, Özcan ve diğ. (1990) tarafından tanımlanan Dilekçi formasyonunun bir kısmı ile, Hakyemez ve diğ. (1992) tarafından tanımlanan Apaformasyonu ve Uygun ve diğ. (1981) tarafından İnsuyu kireçtaşı olarak adlandırılan birim ile deneştirilebilir.

Formasyon genellikle ince marn ve kil ara katmanlı kireçtaşları ile temsil edilir. Kireçtaşları, beyaz, gri renkli, mikritik ve sparitik dokulu, yer yer silisifiye ve bol gastropodludur. İnsuyuformasyonu temel kayalar üzerinde diskordanslı olarak yer alır. Üst Miyosen yaşlı kabul edilen İnsuyuformasyonu, karbonat çökelinin yoğun olduğu bir göl ortamının ürünüdür. Silisifiye düzeyler volkanik etkinin varlığını, marn ve kil ara katmanları karadan gelen malzemenin zaman zaman baskın olduğunu yansıtmaktadır.

3.1.11.Ürgüp Formasyonu (Tmü)

Karasal çakıtaşı, kumtaşı, kıltaşı, kireçtaşı ile ignimbirit ara seviyeleri ve andezitik lav dilleri içeren birim, Pasquare (1968) tarafından Ürgüp formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Tabanda kırmızı ve kahve renkli alüvyal yelpaze çökelleri ile başlayan birim, yanal ve düşey olarak kumtaşı, kıltaşı ve kireçtaşlarına geçiş gösterir. Birimde ignimbiritik ve andezitik lav düzeyleri izlenmekte olup bunlar Sarımadentepeignimbirit üyesi, Gelveri lav üyesi, Cemilköy ve Gördeleignimbirit üyeleri olarak ayırtlanmıştır.

Sarımadentepeİgnimbirit Üyesi (Tmüsa): Gri renkli, pomza, volkanik kayaç ve obsidiyen parçaları içeren ignimbiritik kayaçlar, Pasquare (1968) tarafından Sarımadentepeignimbirit üyesi olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanında Tepesidelik,

İmampınarı, Dođantarla ve Kızılkaya köyleri civarında geniş yayılım gösterir. Ürgüp formasyonunda ara düzey olarak gözlenen birimin üzerine bazen doğrudan Cemilköyignimbiriti gelir. Üye içindeki obsidiyenler yer yer yoğunlaşarak ignimbiritin siyah bir görünüm kazanmasını sağlar. Obsidiyenler Sarımadentepeignimbiriti için ayırtman özelliktedir. Diğer ignimbirit üyelerinde bu yoğunlukta obsidiyen izlenmez. Birim Beekman (1966) m Göstükignimbiriti ile eşdeğerdır.

Gelveri Lav Üyesi (Tmügl): Gelveri (Güzelyurt) köyünde sınırlı bir alanda yüzeyleyen gri renkli, yer yer gaz boşluklu, andezit bileşimli lavlar, Ayhan ve Papak (1988) tarafından Gelveri lav üyesi olarak adlandırılmıştır. Mikroskopik incelemesinde pilotaksitik dokuda olduğu saptanan Gelveri lav üyesinin başlıca fenokristallerini plajiyoklas ve piroksen (klinoproksen) oluşturur. Hamurda mikrolit ve latalar halinde plajiyoklas ve granüle opak mineraller ile az oran da volkanik cam gözlenir. Üye, Pasquare (1968) nin Sarıca aglomerası ve Damsa bazaltı, Dönmez ve diğ. (2003) nin Sarıca volkaniti ile eşdeğer olabileceğı düşünölmektedir.

Cemilköyİgnimbirit Üyesi (Tmüc): Beyaz, pembe, sarı renkli, yer yer peribacalarının geliştiğı pomza, bazalt, obsidyen ve andezit türü kayaç parçaları içeren birim, Pasquare (1968) tarafından Cemilköyignimbiriti olarak adlandırılmıştır. Ürgüp formasyonu çökelleri ile ardalanmalı olarak izlenir. Birim üzerine bazen doğrudan Gördelesİgnimbirit üyesi veya uyumsuz olarak Kızılkaya ignimbiriti ile Kuvatemer yaşlı volkanik kayaçlar yer alır. Cemilköyignimbirit üyesinde, Schummacher ve Schummacher (1996) tarafından K/Ar yöntemi ile yapılan yaş tayinlerinden 6.78 ± 0.2 my ve 6.51 ± 0.2 my yaşlar saptanmıştır. Bu verilere göre birimin yaşı Üst Miyosen'dir. Cemilköyignimbirit üyesi, Batum (1978) un Pembe tüfleri, Beekman (1966) ın Selime tüfü ile eşdeğerdır.

3.1.12. Erdaşdağ Volkaniti (Tme)

Gri, sarı, pembe renkli, andezitik bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşan birim, Erdaşdağvolkaniti olarak tanımlanmıştır. Karaçalı mevki kuzeyinde çok sınırlı bir alanda yayılım gösterir. Burası Erdaşdağvolkanitinin batıya doğru uzanan uç noktasını oluşturur. Erdaşdağvolkanit, Ercan (1987) nın Kızılcinvolkanitinin bir bölümü, Ayhan ve Papak (1988) ın Ağılı

formasyonu ve Ercan ve diğ. (1991) nin Kevence andeziti ile eşdeğerdir. Mikroskobik incelemelerinde kayaçlar, porfirik dokulu olup fenokristal olarak plajiyoklas, ojit, biyotit, homblend ve hipersten içerir. Hamur, bol plajiyoklas ve piroksen mikrolitlerinden oluşur. Alt dokanağı net olarak izlenmeyen birim. Kızı İkaya ignimbiriti tarafından uyumsuz olarak üzerlenir.

Erdaşdağ volkanitinden Olanca (1994) tarafından K/Ar yöntemi ile yapılan yaş tayininden 4.51 ± 0.17 my yaş saptanmıştır. Buna göre birimin yaşı Alt Pliyosen olmalıdır. Ancak bölgesel stratigrafik konumuda gözönüne alınarak volkanizmanın Üst Miyosen'de etkin olmaya başladığı, bu nedenle de Erdaş dağ volkanitlerinin yaşı Geç Miyosen-Erken Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

3.1.13. Kulaklıdağ Volkaniti (Tmku)

Siyah, gri, koyu kahve renkli, yer yer levha eklemli, andezitik bileşimli lav ve piroklastikler, Gevrek (1997) tarafından Kulaklıdağvolkaniti olarak adlandırılmıştır. Birim, Ercan (1987) nınGelverivolkanitinin bir bölümüne karşılık gelmektedir.

Mikroskobik incelemelerinde kayaç porfirik dokulu olarak tanımlanmış olup, başlıca fenokristalleriplajiyoklas, klinopiroksen, ortopiroksen, homblend ve opak minerallerdir. Volkanitin alt dokanağında Ürgüp formasyonuna ait Gördeles ve Cemilköyignimbirit üyeleri yer alır. Kulaklıdağvolkaniti, Kızılkaya ignimbiriti, Hasandağ volkanitlerive Göllüdağvolkanitlerininpiroklastikleri tarafından uyumsuz olarak örtülür. Birimden Şahinkalesi tepe civarından K/Ar yöntemi ile yaptırılan radyometrik yaş tayininden 3.9 ± 0.4 my yaş bulunmuştur (Dönmez ve diğ., 2003). Ancak volkanizmanın Ürgüp formasyonu ve Kızılkaya ignimbiriti ile olan stratigrafik ilişkileri, volkanik aktivitenin Üst Miyosen'de başladığını gösterir.

3.1.14.Kızılkaya İgnimbiriti (plkı)

Oluşum şekilleri ile birbirinden farklı en az beş seviyeden oluşan kırmızı, kahverengi ve beyaz renkli, üst kesimleri iyi kaynaklaşmış, yer yer sütunsal ayrışmalı ignimbiritler, Beekman (1996) tarafından Kızılkaya ignimbiriti olarak adlandırılmıştır.

Kızılkaya ignimbiritinde taban akıntı ürünleri, havadan düşme ürünleri ve akma ürünlerini üst üste görmek mümkündür. Kayaç pomza ve volkanik kayaç parçaları içermekte olup bu parçalar volkanik cam hamurla birbirlerine bağlanmıştır. Çoğu yerde geniş düzlükleri oluşturur. Kızılkaya ignimbiritinden Innocenti ve diğ. (1975) Karahüyük’de 4.4 ± 0.1 ve Başköyde 5.4 ± 1.1 ve 5.1 ± 0.3 milyon yıl yaşlar saptamıştır. Buna göre birimin yaşı Alt Pliyosen olmalıdır. Birim kendinden önceki tüm kaya birimlerini uyumsuz olarak üzerlerken, üzerinde Kışladağ formasyonuna ait gölssel kireçtaşları ile Hasandağ ve Göllüdağ volkanitlerine ait piroklastikler uyumsuz olarak yer alır.

3.1.15.Kışladağ Formasyonu (plk)

Sarı, beyaz renkli yer yer alt kesimlerinde kıltaşı, killi kireçtaşımn yer aldığı, egemen olarak gölssel kireçtaşlarından oluşan birim, Kışladağ formasyonu olarak tanımlanmıştır. Kışladağ formasyonu Pasquare (1968) nin Akdağ kireçtaşı, Temel (1992) in Kışladağ üyesi, Beekman (1966) m Karakaya formasyonunun kireçtaşı üyesinin bir bölümü, Türkecan ve diğ. (1998) nin Yücekayalar formasyonu ile eşdeğerdir.

3.1.16.Kuvaterner

3.1.17.Keçiboyduran Volkaniti (Qke, Qkep)

Keçiboyduran tepeyi oluşturan kirli beyaz, sarı, kahverengi renkli piroklastikler ile gri, siyah renkli andezit, bazaltik andezit bileşimli lavlar, Keçiboyduran volkaniti olarak tanımlanmıştır. Birim, Beekman (1966) ve Ayhan ve Papak (1988) m Melendiz volkanitlerinin bir bölümüne karşılık

gelir. Keçiboyduran tepe aynı zamanda volkanizmanın çıkış yerlerinden biridir. Kayaçlar mikroskopik incelemelerinde porfirik dokulu olup başlıca fenokristalleri, plajiyoklas, piroksen, biyotit, hornblend ve ojitir. Keçiboyduran volkanitlerinin tabanında Balcı volkanitleri yer alır. Volkanizma Hasandağ volkanitlerinin piroklastikleri tarafından örtülür. Keçiboyduran volkanitlerine ait lavlardan K/Ar yöntemiyle yaptırılan yaş tayininde 1.5 ± 0.1 my yaş saptanmıştır (Dönmez ve diğ., 2003). Bu veri, şimdiye kadar daha yaşlı olduğu varsayılan Keçiboyduran volkanizmasının Kuvaterner yaşlı olduğunu göstermektedir.

3.1.18. Melendizdağ Volkaniti (Qm)

Gri, siyah renkli andezitik lav ve piroklastiklerden oluşan birim, Beekman (1966) tarafından Melendizdağ volkanitleri olarak tanımlanmıştır. Asmasız köyü civarında geniş yayılım gösterir. Mikroskopik incelemelerinde andezit olarak tanımlanan kayaçlar, porfirik dokulu olup başlıca fenokristalleri, plajiyoklas, klinopiroksen ve biyotittir. Neredeyse tüm minerallerde az veya çok mineral-eriyik dengesizliğini yansıtan dokusal özellikler yaygındır. Birim altta Balcı volkanitleri üzerinde uyumsuz olarak yer alırken, üstte Göllüdağ ve Hasandağ volkanitlerine ait piroklastikler tarafından uyumsuz olarak örtülür. Volkanizmadan K/Ar yöntemi ile yaptırılan radyometrik yaş tayinlerinde 1.1 ± 0.2 my yaş saptanmıştır (Türkecan ve diğ., 2003).

3.1.19. Göllüdağ Volkaniti (Qgö, Qgp)

10 km çapında bir alana yayılmış beyaz, sarı renkli riyolitik piroklastikler ve riyolit-vitrofir-obsidyen dom ve lav akmalarından oluşan, Göllüdağ volkanitleri kaldera çökmesi ve kaldera içindeki domların püskürmesiyle ilişkilidir (Türkecan ve diğ. 2004). Birim içindeki piroklastikler **Qgp** simgesi ile ayrı haritalanmıştır. Obsidiyenlerden elde edilen radyometrik yaşlar Orta Pleyistosen vermektedir. Göllüdağ domlarından yapılan radyometrik yaş tayinlerinden 1.08 ± 0.02 my, 0.444 ± 0.007 my (Türkecan ve diğ. 2004), 0.9 ± 0.2 my ve 1.48 ± 0.08 my yaşlar saptanmıştır (Batum, 1978 ve Bigazzi ve diğ., 1977).

3.1.20.Acıgöl Volkaniti (Qac)

Genel olarak Acıgöl kalderası ürünü piroklastitler ile obsidiyen akıntıları, riyolitikdomlar, maarpiroklastikleri, curuf konileri ve bazaltik lav akıntularından oluşan kayaç topluluğu, Acıgöl volkanitleri olarak tanımlanmıştır.

Türkecan ve diğ. (2004) Acıgöl volkanizması etkinliklerini kaldera öncesi, kaldera sırası ve kaldera sonrası olarak ayırtlamışlar olup, kaldera öncesi etkinlik; ince riyolitik kül ve pomza tabakaları olarak görülmektedir. Kaldera sırası etkinlik ise pliniyen döküntüleri ile başlar, bunu ignimbiritik birim (Alacaşar Tüfü) takibede. Sonrasında çok sayıda pliniyen ve yayılma/türbülans (surge) piroklastitleri ortama yerleşir. Kaldera sonrası etkinlik kaldera içinde ve dışında yerleşen çok sayıda riyolitikdom ve bazaltik konilerle kendisini gösterir.

Kayaçların mikroskopik incelemelerinde porfirik, ofitik, hiyalopilitik dokuya sahip oldukları gözlenmiştir. Kayacı oluşturan fenokristaller, plajiyoklas, ojit, hipersten ve olivindir. Birim Kuvatemer öncesi yaşlı birimlere ait tüm kayaçları uyumsuz olarak örter.

Acıgöl volkanitlerinden 1.5 ± 0.9 my ile 18.000 yıl (Yazman ve diğ., 1987, Bigazzi ve diğ., 1993, Türkecan ve diğ., 2004)) arasında yaşlar saptanmıştır.

3.1.21.Kuyulutatlar Volkaniti (Qku, Qkuc)

Gri, siyah renkli, bazaltik lavlar (Qku) ve stromboliyen tipi oluşmuş kırmızı, kahverengi renkli curuf konilerinden (Qkuc) oluşan birim, Kuyulutatlarvolkanitleri olarak tanımlanmıştır. Kuyulutatlarvolkanitlerinin lavlarından yapılan petrografik çalışmalarda bunların bazaltik bileşimli olduğu ve ofitik doku gösterdikleri saptanmıştır. Fenokristal olarak, plajiyoklas, ojit, hipersten, olivin ve çok az homblend yer almaktadır. Hamur plajiyoklas, ojit, hipersten, olivin ve opak mineral mikrolitlerinden oluşur. Birim kendinden

önceki tüm kayaçları keserek çıkmıştır. Volkanizmaya doğrudan yaş verecek bir bulgu yoktur. Ancak birimin genel stratigrafik konumu göz önüne alındığında Acıgöl volkanitleri ile eş zamanlı etkin olduğu sanılmaktadır.

3.1.22.Karataş Volkaniti (Qka, Qkac)

Gri, koyu gri renkli bazaltik lavlar (Qka) ve kırmızı, kahverengi renkli stromboliyen tipte curuf konilerinden (Qkac) oluşan birim, Karataş volkanitleri olarak tanımlanmıştır. Volkanitler Hasandağ'ın kuzeyinde, Karataş, Karaören köylerinde geniş yayılıma sahiptir. Lavlar olivin bazalt olarak tanımlanmış olup sert, kompakt ve yer yer gaz boşlukludur. Kayaçlar, petrografik incelemelerinde porfirik, pilotaksitik, hiyalopolitik, hipokristalin dokularda olup fenokristal olarak, plajiyoklas, olivin ve opakmineraller içermektedir. Karataş volkanitleri, Hasandağ volkanitleri ile aynı dönemde etkin olmuştur. Lavlardan K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş tayinlerinden 120.000 ± 15.000 ile 80.000 ± 7.000 yıl arasında yaşlar saptanmıştır (Ercan ve diğ., 1990).

3.1.23.Hasandağ Volkanitleri (Qh)

Farklı evrelerde oluşmuş kül- blok akmaları, döküntü ve akma tüfleri ile andezitik, bazaltik ve riyolitik lavlardan oluşan birim, Hasandağ volkanitleri olarak tanımlanmıştır. Hasandağ, Aksaray ilinin güneyinde 3268 m yükseklikte, büyük bir stratovolkanı oluşturmaktadır. Volkanizmanın piroklastik ürünleri çok geniş alanlara dağılmış olup çalışma alanının güney yarısında geniş yüzlekler sunar. Birim, kayatürü özelliklerine ve oluşum evrelerine göre yedi üyeye ayrılmıştır. Çalışma alanında ılısu tarafında bulunan bazalt ve andezitler bu grupta yer almakta olup bizim modellememizde örtü kaya olarak düşünülmektedir.

I. Evre Kül-Blok Akmaları (Qhbl): Egemen olarak andezitik blokların yer aldığı ilk evre kül ve blok akıntularından oluşan birim, Aydar (1982) tarafından tanımlanmıştır. Çalışma alanında Yenyapan, Helvadere, Yuva köylerinde geniş yayılıma sahiptir. Birim içindeki andezitik bloklarının çoğunun Keçiboyduran volkanitlerine ait olduğu sanılmaktadır. Bunlar kendinden önceki kayaçlar üzerinde uyumsuz olarak yer alırken, üzerinde I. Evre döküntü ve akma tüfleri bulunur.

Akçeşme Riyoliti (Qha): Hasandağ'ın kuzeyinde çok sınırlı bir alanda yüzeyleyen kirli, gri, beyaz, sarımsı renkli riyolitik kayalar, Akçeşme riyoliti olarak tanımlanmıştır (Emre, 1991). Riyolitler perlitik dokuda, ince kesitlerindeki camsı hamur maddeleri sferolitik devitrifikasyon göstermekte olup kayacın fenokristalleri akma yönünde dizilmiş kuvars, plajiyoklas, sanidin, hornblend, biyotit, ojit ve apatittir. Birimde yer yer obsidiyenlere rastlamak olasıdır. Obsidiyenler siyah, gri ve kahverengi renklerde olup akma yapısı, yer yer de bantlı yapı gösterir. Akçeşme riyolitleri Aydar ve Gourgaud (1998) tarafından tanımlanan freatomagmatik intrusif breşlere, Ercan ve diğ. (1990) nin Tahta yayla volkanitlerine karşılık gelir.

Evre Döküntü ve Akma Tüfleri (Qhtl): İçerisinde obsidiyen, andezitik-riyolitik parçalar ile pomza içeren, beyaz renkli, yer yer homojen, yer yer tabakalı, yer yer de karışık çökeller halinde gözlenen tuf ve küller Aydar (1992) tarafından I. Evre döküntü ve akma tüfleri olarak tanımlanmıştır.

Andezitik-Riyolitik Domlar (Qhard): Büyük Hasandağ, Küçük Hasandağ ve Kurt tepeden çıkan andezit ve dasit türde lav akıntıları ve daha az oranda piroklastiklerden oluşan birim, andezitik-riyolitik domlar olarak tanımlanmıştır. Gri renkli, camsı dokuda, iri plajiyoklas, hornblend, ojit, hipersten, biyotit fenokristalli lavlar, I. Evre döküntü ve akma tüfleri üzerinde yer alır. Birimi II. Evre kül ve blok akma çökelleri üzerler. Karakapı köyü yakınlarından alınan örnekten K/Ar yöntemi ile yaptırılan radyometrik yaş tayinlerinde 80 000-580 000 yıl arasında yaşlar saptanmıştır (Ercan ve diğ., 1990).

Bazaltik Akıntılar (Qhb): Ulukışla köyü kuzeyinde çıkan gri, siyah renkli bazaltik lav ve piroklastikler, Bazaltik akıntılar olarak tanımlanmıştır. Birim andezitik-riyolitik domlarla eş zamanda etkin olmuştur.

II. Evre Kül-Blok Akmaları (Qhb2): Andezitik bileşimli çakıl ve blok boyutundaki parçalarla, kül ve tuf akmalarından oluşan birim, Aydar (1982) tarafından II. evre kül- blok akmaları olarak tanımlanmıştır. Bunlar Hasandağ'ın kraterinden çıkarak aşağı doğru kızgın bir çığ şeklinde ve karmaşık olarak akmıştır. Büyük Hasandağ'ın etrafında geniş bir yayılıma sahiptir. Birim, Ayhan ve Papak

(1988) tarafından Hasandağ'ın kızgın akma çökelleri, Ercan ve diğ. (1990) tarafından ise Kemerseki yayla laharı olarak tanımlanmıştır.

II. Evre Döküntü ve Akma Tüfleri (Qht2):Hasandağ'ın batı ve kuzey batısında yer alan ve andezit, riyolit, obsidiyen parçalan içeren tuf, kül ve volkanik kumdan oluşan birim, Aydar (1992) tarafından II. Evre döküntü ve akma tüfleri olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanımızın Narköy Acıgöl civarındaki tüfler görülmekte ve bizim modellememizde örtü kaya olarak düşünülmektedir.

3.1.24.Traverten (Qtr)

Bölgeyi etkileyen genç tektonik oluşumlarla yüzeye çıkan sıcak sulara bağlı olarak çökelmişlerdir.

3.1.25.Alüvyon (Qal)

Çalışma alanında akarsu ve derelerin oluşturduğu kum, çakıl, kil ve mil depolanmalarından oluşur.

3.2 Yapısal Jeoloji

3.2.1 Diskordanslar

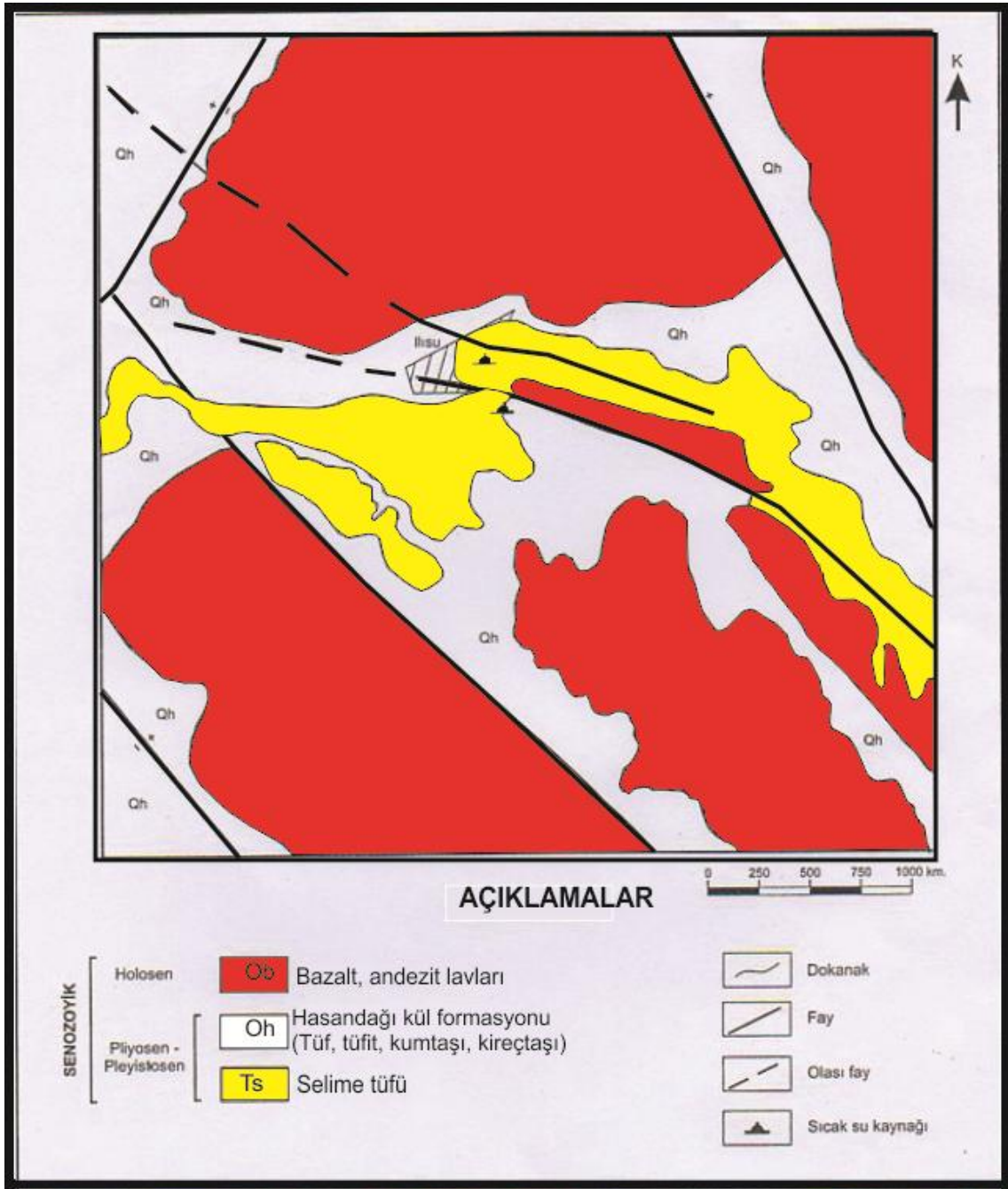
Sahada Meseozoyikte en belirgin diskordans üst Kretase yaşlı Orta Anadolu Granitoyiti ile Çazyraz formasyonu arasındadır. İkinci diskordans ise Oligosen yaşlı İncik Formasyonu ile Orta Miyosen yaşlı Keçikalesi Volkaniti arasındadır. Üçüncü diskordans ise Üst Miyosen yaşlı Kulaklıdağ volkaniti ile Alt Pliyosen yaşlı Kızılkaya formasyonu arasındadır. Dördüncü dikordans ve engeç olanı ise Kuvaterner yaşlı Hasandağı volkanitleri ile Güncel Alüvyon arasındadır.

3.2.2 Kıvrımlar

Sahada yaygın olarak çok genç çökeller yer almakta ve bunlar genellikle yatay konumludur.

3.2.3 Faylar

Bölgede tektonik çizgisellikler KB-GD ve KD-GB olmak üzere iki doğrultuda gruplaşırlar (Şekil 3.3). KB-GD doğrultulu olan çizgiselliklerden en belirgin ve aktif olan, Tuz Gölü fay kuşağı olup, inceleme alanının dışında da devam eden yaklaşık 200km uzunlukta bir kuşaktır Zon boyunca birbirine yaklaşık paralel faylar yarı graben ve horst- graben yapıları oluşturur. Bu faya paralel olarak görülen Melendiz Vadisi çizgiselliği muhtemelen genç volkanitlerle örtülü eski bir fay zonu üzerinde yer almaktadır. Bu fay zonunun varlığından Dhont vd., (1998); Dirik ve Göndüoğlu, (1996) tarafından aktif olmayan bir fay olarak tanımlanmaktadır. KD-GB doğrultulu kırıklar Ziga güney ve kuzeyinde, Melendiz Dağı-Altunhisar ve Şahinkalesi-Acıgöl arasında yer alan çizgiselliklerdir. KD-GB ve KB-GD kırıkların kesişme yerleri volkanik çıkış yerleri ile örtüşmektedir. Melendiz dağı kuzeyindeki iki önemli volkanik çıkış yeri Melendiz vadisinin üzerinde bulunduğu çizgisellik ile Acıgöl-Şahinkalesi kalderalarını birleştiren çizgiselliğin kesişme iz düşümünde yer almıştır. Haşan Dağı, Melendiz ve Acıgöl-Şahinkalesi kaldıra ve kraterleri ile bunlar çevresinde yer alan piroklastik koniler KD-GB doğrultulu bir hat üzerinde yer almaktadır. Çalışma alanının tektonik haritası Şekil 3,3'de verilmiştir. Çizgisellik, litolojideki ani kesiklik sıcaksu çıkışlarının dizilimi, faylanmaya bağlı olarak lav düzeylerindeki eğimlenme ve topoğrafik veriler ile fay gidişleri belirlenmiştir. Fayların doğrultuları K 25-70 D ve K 35-75 B ve daha az olarak da K-G arasında değişir. Eğimleri ise 55-75° arasında değişmektedir.



Şekil 3.3. Çalışma alanının yapısal jeoloji haritası (Burçak vd., 2004).

3.3 Hidrojeoloji ve Su Kimyası

3.3.1 Kayaçların Hidrojeolojik Özellikleri

3.3.1.1 Geçirimli birimler

Kayaçlar içinde boşluk ve çatlaklar, gözeneklilik olarak tanımlanır. Gözeneklilik (porozite) boşluk hacminin tüm hacme oranıdır. Taneli kayaçlarda taneler arasındaki boşluk birincil gözenekliliği, çatlak ve kırıklar ise ikincil gözenekliliği oluşturur. Geçirgenlik (permeabilite) ise, kayaçların suyu geçirme özelliğidir.

İnceleme alanında Narköy-Acıgöl ignimbritleri soğuma çatlakları ve kireçtaşları ikincil gözenekliliğe sahip olup yüzeyde bulduklarından suların derinlere süzülmesini sağlar. Iısu civarında ise, andezitlerde faylanmadan dolayı oluşan kırık ve çatlaklar boyunca ikincil gözeneklilik kazanmıştır. Rezervuar kaya olarak Bozçaldağ mermerleri düşünülmektedir.

3.3.1.2 Geçirimsiz birimler

İnce taneli yapıda olmasından dolayı gözeneklerinde yer alan suyun geçişine izin vermeyen kayaçlar geçirimsiz kayaçlardır. Rezervuar özellikli kayaçlar üzerinde bulunan geçirimsiz kayaçlar, jeotermal rezervuarı örterek dışarıdan olabilecek etkilere karşı korur ve soğumasını önler.

İnceleme alanında Kızılkaya ignimbritlerinin hidrotermal alterasyona uğramış kesimleri ve Hasandağ volkanitleri geçirimsiz kayaçlar olup, örtü kayaç özelliklidir.

3.3.2 Bölgedeki Su Durumu

3.3.2.1 Soğuk sular

İnceleme alanı çevresinde Melendiz çayı, mevsimsel yağışlardan etkilenen Melendiz Çayına boşalan debileri değişiklik gösteren Iısu'nun batısında bulunan bazik kayaçlardan boşalan soğuk su kaynakları ve Narköy-Acıgöl bulunmaktadır. Aşağıda su

kaynaklarının ve Melendiz çayına ait görüntüleri (Foto 3.1)' de verilmiştir. İnceleme alanından alınan su örneklerinin koordinatları Çizelge 3.1' de verilmiştir. Soğuk suların hidrojeokimyasal analiz yapılmak üzere kurak ve yağışlı dönemde toplamda dokuz adet numune alınmıştır. Ilısu kasabasında yapılan saha çalışmalarında

Çizelge 3.1. İnceleme alanındaki soğuk suların koordinatları ve rakımları

Örnek No	Örnek Yeri	Koordinatlar	Rakım (m)
1.	Ilısu Melendiz Çayı (Köprü Altı)	38-14-031K 034-20-672D	1302
2.	Ilısu Şelale	38-13-924K 034-19-713D	1295
3.	Narköy-Acıgöl Gölsuyu	38-20-316K 034-27-425D	1365
4.	Sofular (Hakkı Kabak)	38-22-713K 034-29-364D	1500

Melendiz çayına bölgedeki birimlerde mevcut kırık ve çatlaklı yapılardan taşınarak gelen sıcak su kaynakları da gözlenmiştir. Melendiz çayı etrafında genelde volkanik birimler bulunmaktadır. Dere tabanı ise, volkanik kökenli kum, çakıl, blok boyu sedimanlardan oluşmaktadır (Foto. 3.1).



Fotoğraf 3.1. Melediz çayına ait görüntü

Ilisu kasabasının batısında yapılan çalışmalarda bazik kayalardan boşalan ve mevsimsel yağışlarla debi ve boşalım seviyesinde değişim gösteren soğuk su kaynakları bulunmaktadır (Fotoğraf 3.2).



Fotoğraf 3.2. Ilisu bazaltlarından boşalan soğuk su kaynağı

Narköy-Acıgöl Gölü suyu bölgedeki kırıklı çatlaklı birimlerce beslenmektedir ayrıca göl kenarında bulunan sıcak su kaynaklarında göl suyunu beslediği gözlemlenmiştir

3.3.2.2 Sıcak ve mineralli sular

Sıcak su kaynağı meteorik suların geçirimli birimler ve yapılar (Fay, kırık vs.) ile yerin derinliklerine inerek jeolojik birimlerle kayaç-su etkileşimine girerek suyun kimyasında değişime uğrayıp ve ısındıktan sonra yeniden fay, kırık ve çatlaklar boyunca yeryüzüne çıkmasıdır.

İnceleme alanında bulunan sıcak su kaynakları, Ilısu ilçesi merkezinde bulunan sıcaksu sondajı ve Narköy-Acıgöl'de bulunan sıcak su kaynağıdır. Ilısu da bulunan sondaj ve çevresinde kırık ve çatlaklardan çıkan düşük debili Melendiz çayına dökülen kaynaklarda gözlemlenmiştir. Sondaj noktasında ölçülen suyun sıcaklığı 34°C'dir. Narköy-Acıgöl'ün güney kesiminde bulunan su kaynağı 23,8°C olarak ölçülmüştür. Sıcak su kırık ve çatlak sistemleri taşınarak yeryüzüne çıkmıştır. Sıcak suyun çıktığı yerlerde yerel küçük ölçekte travertenler gözlemlenmiştir. Sıcak su kaynaklarının koordinatı ve rakım Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 İnceleme alanındaki sıcak suların koordinatları ve rakımları.

Örnek No	Örnek Yeri	Koordinatlar	Rakım (m)
1.	Ilısu Sıcak Su Sondaj	38-14-051K 034-20-660D	1306
2.	Narköy-Acıgöl	38-20-296K 034-27-418D	1367



Fotoğraf 3.3. a) Narköy-Acıgöl sıcaksu kaynağı b) Ilısu merkez sıcaksu sondajı

3.3.3 Su Kimyası Çalışmaları

3.3.3.1 Suların kimyasal sınıflandırılması

İnceleme alanında bulunan soğuk, sıcak ve mineralli suların fiziksel özellikleri (Çizelge 3.3) de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Soğuk, sıcak ve mineralli suların fiziksel özellikleri.

Örnek No	Örnek Yeri	T (oC)	pH	EC (µS/cm)	TDS (mg/L)	Tuzluluk (mg/L)	Oksijen (mg/L)	Eh (Mv)	Bulanıklık
1	İlusu Melendiz Çayı (Köprü Altı)	15,3	8,45	69,3	47	0	8,9	92,5	1,46
2	İlusu Şelale	15,2	8,02	52	35	0	8,25	64,4	0,2
3	Narköy-Acıgöl Gölüsu	19,8	7,86	716	481	0,1	13,15	58,6	3,32
4	Sofular (Hakkı Kabak)	22,1	7,51	118,5	79	0	6,2	37,5	0,05
5	İlusu Sıcak Su Sondaj	34	7,2	100,2	66	0	3,64	19,1	4,92
6	Narköy-Acıgöl	23,8	6,3	868	582	0,2	0,3	32,1	43,9

İnceleme alanında bulunan soğuk, sıcak ve mineralli sulardan kurak ve yağışlı dönemlerde alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5’de, iyon bolluk dizilimleri ise, Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.4. İnceleme alanı sıcak ve soğuk sularının kurak döneme ait kimyasal analiz sonuçları (Örnekleme tarihi: 06/11/2010).

Örnek Numarası ve Yeri	EC $\mu\text{s/cm}$	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₂	NO ₃	PO ₄	NH ₄	F	Br	Li
1-İlusu Melendiz çayı	357	8.27	49,81	14,85	20,61	6,55	1.05	6,15	219	0	0	0	0,147	0	0.053	2,53	0.01
2-İlusu sıcak su sondajı	423	6,93	32,02	11,9	58,07	23,58	2,39	1,41	339.4	0	0	0	0,15	0	0.179	2,15	0.01
3-İlusu Şelale Soğuk su	229	7.90	28.39	11.64	10.48	2.25	2.06	10.17	162.67	0	0	0	0.145	0	0.022	1.602	0.003
4-Narköy-Acıgöl Sıcak su	2600	6.33	277.9	71.56	309.1	108.3	42.841	12.492	1151.7	0	0	0	0	0	0.013	1.182	3.28
5-Acıgöl göl suyu	3200	7.15	268.6	72.78	325.2	112.62	47.113	14.420	956.5	0	0	0	2.802	0	0	2.417	3.46

Çizelge 3.5. İnceleme alanı sıcak ve soğuk sularının yağışlı döneme ait kimyasal analiz sonuçları (Örnekleme tarihi: 30/05/2011)

Örnek Numarası ve Yeri	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₂	NO ₃	PO ₄	NH ₄	F	Br	Li
1-İlusu Melendiz çayı	21.05	5.09	6.16	2.13	2.00	13.61	81.33	0	0.098	5.12	<0.01	0.97	0.09	<0.01	0.01
2-İlusu sıcak su sondajı	39.19	11.48	49.63	17.97	17.68	12.85	271.11	0	<0.01	14.66	<0.01	<0.01	0.23	<0.01	0.01
3-İlusu Şelale Soğuk su	28.39	11.64	10.48	2.25	2.06	10.17	162.67	0	<0.01	10.76	<0.01	1.02	0.23	<0.01	0.01
4-Narköy-Acıgöl Sıcak su	889.06	87.16	213.79	62.36	169.48	1482.15	1436.89	0	<0.01	0.76	<0.01	9.72	0.89	<0.01	2.27
5-Acıgöl göl suyu	105.02	126.42	408.89	144.32	608.43	139.49	881.11	0	<0.01	2.78	<0.01	1.02	0.86	<0.01	5.07

Çizelge 3.6. İnceleme alanındaki suların iyon dizilimleri ile su türleri (Örnekleme tarihi a: 06/11/2010 kurak dönem, b: 30/05/2011 yağışlı dönem)

Numune yeri	İyon Dizilimi (a)	Su Türü	İyon Dizilimi (b)	Su Türü
Narköy- Acıgöl Sıcak su	$\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{-2}$	Na -Ca - HCO ₃	$\text{Ca}^{+2} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{+2}, \text{SO}_4^{-2} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$	Ca-Na- SO ₄ ⁻²
Acıgöl göl suyu	$\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{-2}$	Na -Ca - HCO ₃	$\text{Na}^+ > \text{Mg}^{+2} > \text{Ca}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{-2}$	Na-Mg-HCO ₃
İlisu Sıcak Su	$\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{-2} > \text{Cl}^-$	Na-Ca-HCO ₃	$\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{-2}$	Na-Ca-HCO ₃
İlisu Melendiz Çayı	$\text{Ca}^{+2} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{-2} > \text{Cl}^-$	Ca-Na-HCO ₃	$\text{Ca}^{+2} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{-2} > \text{Cl}^-$	Ca-Na-HCO ₃
İlisu Soğuk Su	$\text{Ca}^{+2} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{-2} > \text{Cl}^-$	Ca-Na-HCO ₃	$\text{Ca}^{+2} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{+2}, \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{-2} > \text{Cl}^-$	Ca-Na-HCO ₃

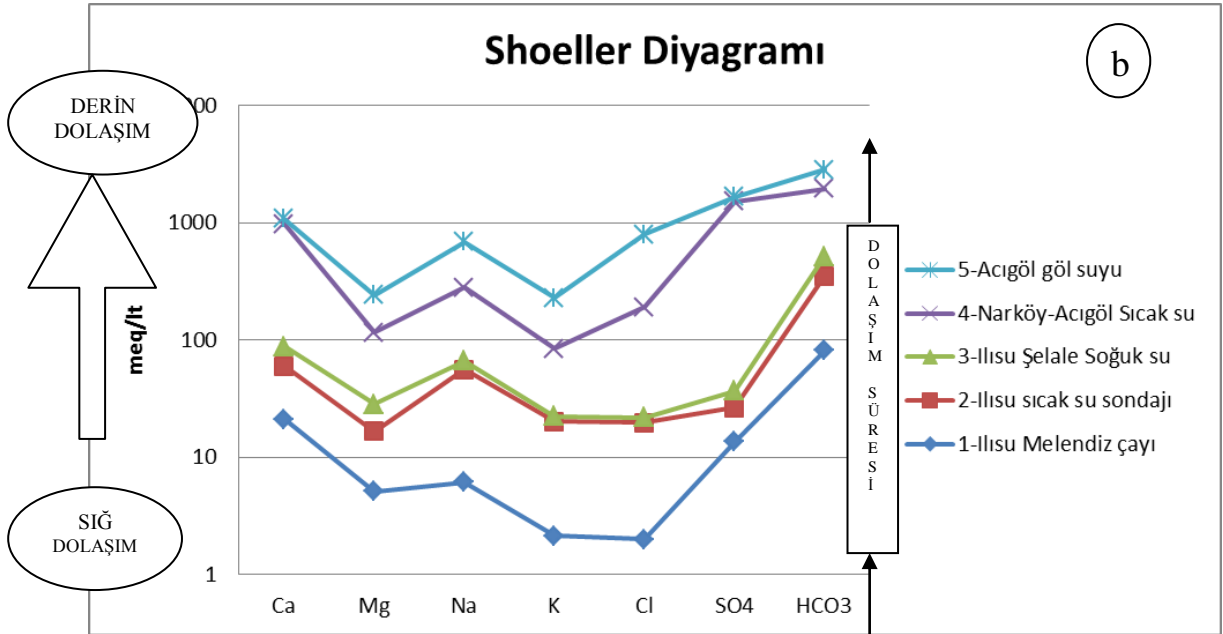
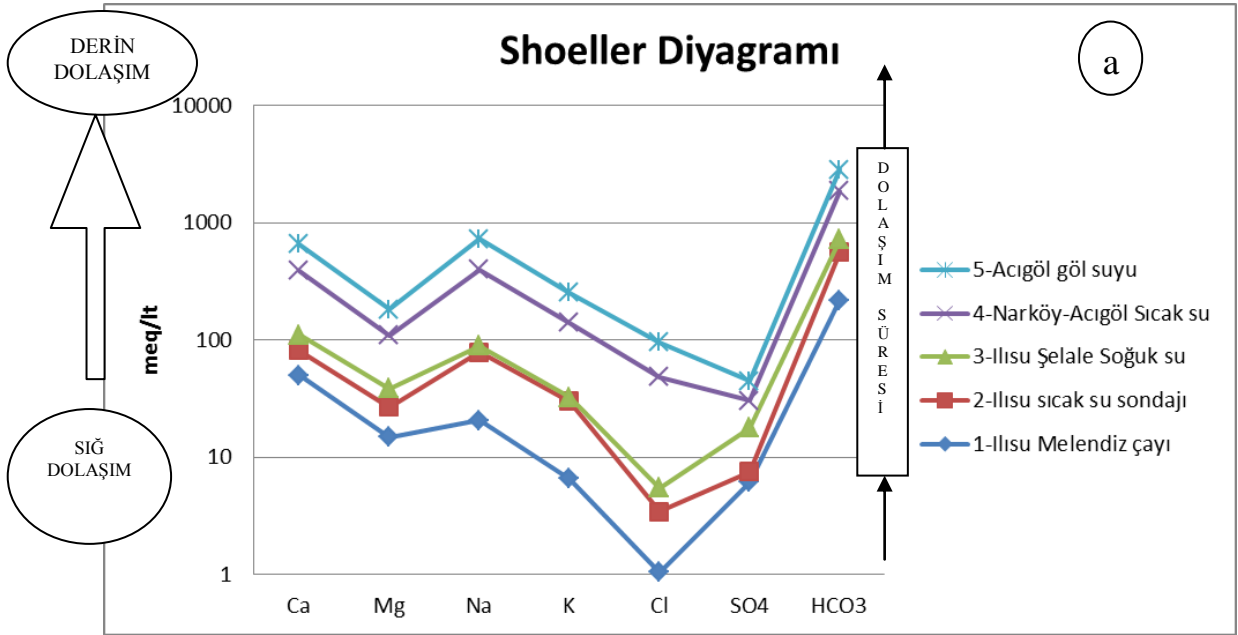
3.3.3.1.1 Schoeller diyagramı

İnceleme alanından alınan sıcak ve mineralli su numunelerinin kimyasal analiz sonuçları Schoeller (1962) diyagramına yerleştirilerek yorumlanmıştır (Şekil 3.1. Kimyasal analiz sonuçları neticesinde inceleme alanında ki sular genel olarak Ca-Na-SO₄⁻², ve Na-Ca-HCO₃ su tipinde olduğu yorumlanmıştır. Ilisu Soğuk su kaynağı ve Melendiz çayından alınan su örnekleri diyagram üzerinde benzer iyon etkisi göstermiştir. Bu su kaynaklarının muhtemel beslenme alanlarında bazik kökenli kayalarla etkileşim halinde bulunmasından dolayı aynı kökenli sular grubuna dahil edilebilir (Freeze and Cherry, 1977).

İlisu sıcak su sondajından ve Narköy-Acıgöl suyundan alınan numuneler yüksek iyon konsantrasyonu özelliğine sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı derin dolaşım sular olarak değerlendirilebilir. Ilisu soğuk su ve Melendiz çayı suları ise sığ dolaşım sular olarak değerlendirilir. Acıgöl soğuk suyu sıcak ve soğuk sularla karışmış durumda olduğundan orta dolaşım sular karışım suyu olduğu düşünülmektedir. İnceleme alanında ki bu suların etkileşimini daha detaylı bir şekilde yorumlaya bilmek ve daha kesin sonuçlar elde edebilmek için sahadan yeniden numuneler alarak izotop analizlerinin yapılması ve yorumlanması gerekmektedir.

SO₄ derişimi derin dolaşım sularında genel olarak düşüktür, ancak H₂S'in oksitlenmesi ile bu oranda artış gözlenir ve pH'ı düşük olan sular meydana gelir

(Nicholson, 1993). Acıgöl sıcak sularında SO_4 derişiminin yüksek olması H_2S ' in oksitlenmesinden dolayıdır.



Şekil 3.4. İnceleme alanındaki suların kurak döneme (a-Örnekleme Tarihi:06/11/2010) ve yağışlı döneme (b- Örnekleme Tarihi:30/05/2011) ait yarı logaritmik Schoeller diyagramı (Schoeller,1962).

Ayrıca çözülmüş CO_3 , CO_2 gazı olarak çözültiden uzaklaşması HCO_3 oranının düşmesinde neden olmuştur. Bu yüzden suların kökeninin belirlenmesi için kükürt izotop çalışması yapılmalıdır.

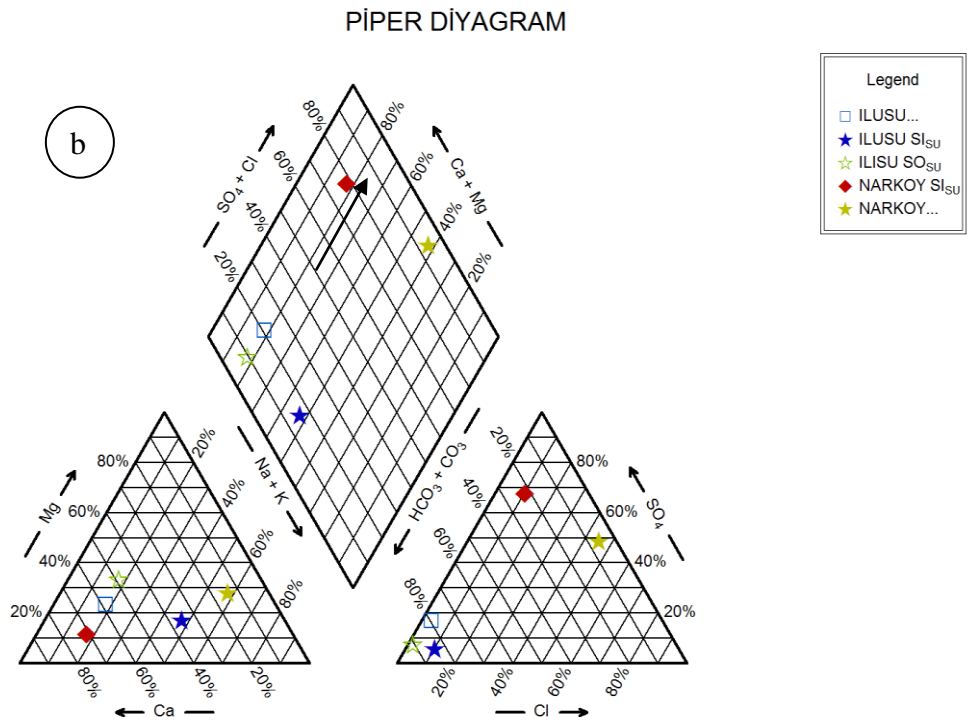
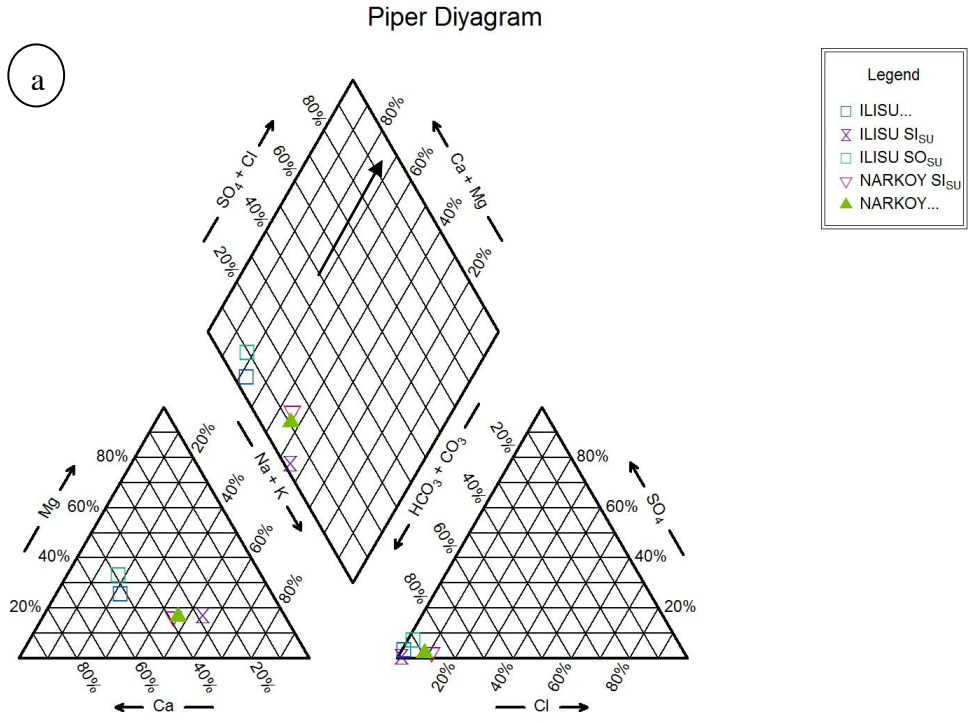
Melendiz Çayı, Ilısu soğuk su kaynaklarının derin dolaşım yapmadıkları, yüzeydeki kırık ve çatlaklar boyunca su dolaşımına katılarak kayalar ile uzun süreli bir temasta bulunmadan yeniden yeryüzüne döndüğü söylenebilir (Şekil 3.4 a-b).

3.3.3.1.2 Piper Diyagramı

Kurak ve yağışlı dönemde alınan numunelerin hidrokimyasal analiz sonuçları Piper diyagramına yerleştirilmiştir (Şekil 3.5). Numunelerin diyagram üzerinde incelendiğinde genel olarak kation bakımından Ca^{+2} - Mg^{+2} , anyon bakımından HCO_3 - SO_4 su tipinde olduğu görülmüştür. Narköy göl suyu ve Narköy sıcak suyu hariç diğer suların her iki dönemde'de aynı bölgeye düştüğü görülmektedir.

Piper diyagramında inceleme alanındaki su örnekleri genel olarak soğuk suların kationlarına göre Ca-Na-Mg, anyonlarına göre HCO_3 - SO_4 -Cl bölgesinde bulunmakta Ca-Na- HCO_3 su tipinde, sıcak suların ise kationlarına göre Na-Ca-Mg, anyonlarına göre HCO_3 -Cl- SO_4 bölgesinde bulunmakta Na-Ca- HCO_3 su tipindedir.

Ilısu soğuk suyu ve Melendiz Çayı suları kaynak sertliği %50'nin üzerindedir ve bu sular Ca HCO_3 'lu sulardır. Ilısu sıcak suyu, Narköy göl suyu ve Narköy sıcak suları ise karbonat olmayan alkalinesi %50'den fazla alkalilerin ve güçlü asitlerin olduğu NaCl, Na SO_4 ve KCl gibi çok acı suların düştüğü bölgede bulunur.

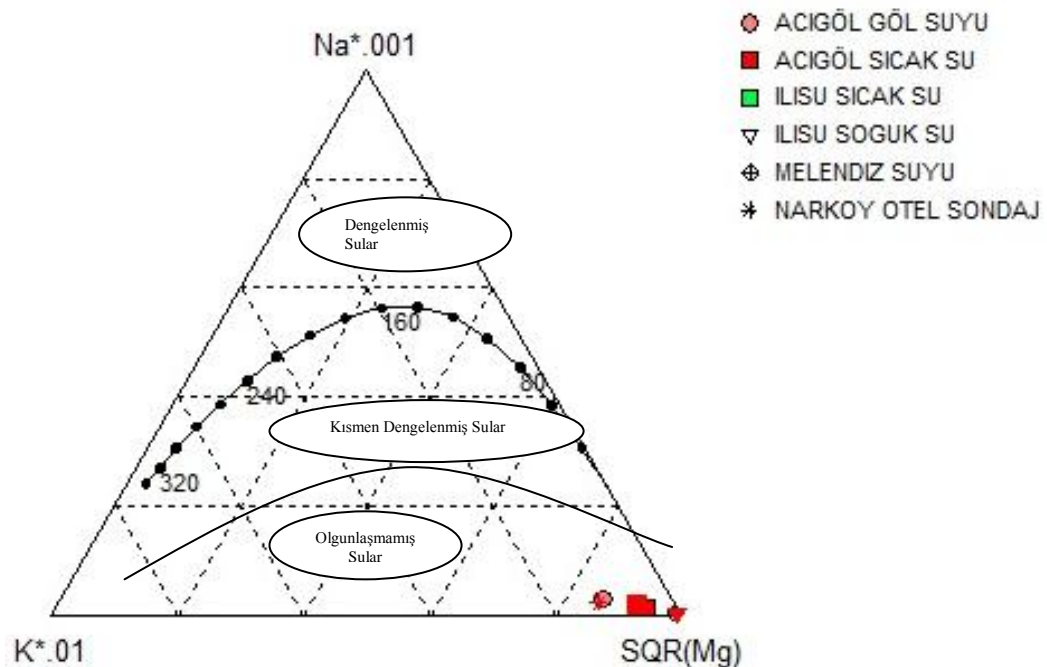


Şekil 3.5. İnceleme alanındaki (a) kurak dönemine ait (b) yağışlı döneme ait Piper diyagramı

3.4 Jeotermometre Hesaplamaları

Sıcak suların hazne kaya sıcaklıklarının ve temas ettikleri kayalarla olan denge durumlarının tespit etmek için Na-K-Mg diyagramı ile suların hazne kaya sıcaklıklarını bulunabilmektedir. Katyon jeotermometresinin kullanılabilmesi ve sonuçlarının doğru değerlendirilebilmesi amacıyla tarafından Na-K-Mg üçgen diyagramı geliştirilmiştir. Bu diyagrama göre katyon jeotermometresinin kullanılabilmesi için inceleme alanındaki suların diyagramda bulunan denge durumundaki sular bölümünde bulunması gerekmektedir. Olgun olmayan sular bölümündeki suların katyon jeotermometre sonuçları hatalı sonuçlar verdiği için kesin olmayan yorumlara neden olmaktadır (Giggenbach, 1988).

Giggenbach (1988) diyagramı; a) su kayaç ilişkisinin dengede olduğu, b) su kayaç ilişkisinin dengede olmadığı, c) kısmen dengede olduğu suların olduğu üç bölümden ibarettir. Buna göre inceleme alanındaki sular diyagram üzerinde gösterildiğinde dengede olmayan (olgunlaşmamış sular) sular bölümünde yer aldığı için, katyon jeotermometresinin güvenilir bilgi vermeyeceği sonucuna varılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. İnceleme alanındaki suların Giggenbach üçgen diyagramına Giggenbach (1988) göre konumları.

İnceleme alanındaki suların hazne kaya sıcaklıklarının belirlenmesinde daha güvenilir olan katyon jeotermometresinin kullanılmaması durumunda, mineral çözünürlüğüne bağlı kimyasal jeotermometre olan silis jeotermometreleri kullanılmıştır. Bu jeotermometre uygulaması su-kayaç ilişkisinde sıcaklığa bağlı denge sıcaklığını verir. Bulunan sonuçlar neticesinde sıcak suların kaynak sıcaklıklarının altında sonuç veren kristobalit β ve amorf silise bağlı hazne kaya sıcaklığı değerleri değerlendirmeye alınmamıştır. Silis jeotermometresi verilerine göre muhtemel en yüksek sıcaklığa İlisu sıcak suyunda 144°C , en düşük hazne kaya sıcaklığının ise 38°C olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Akifer sıcaklıklarının tahmin edilmesinde kullanılan kimyasal jeotermometreler

Jeotermometre	İlisu sıcak su	Kaynaklar
	Hesaplanan sıcaklık	
Kristobalit alfa	94°C	Fournier (1977)
Kalsedon	119°C	Fournier (1977)
Kuvars	144°C	Fournier (1977)
Kuvars (Buhar kaybı)	139°C	Fournier (1977)
K/Mg	38°C	Giggenbach vd. (1983)
Na-K-Ca Mg (Düzeltilmiş)	69°C	Fournier (1977)
Kaynak suyunun sıcaklığı	$31,6^{\circ}\text{C}$	

3.5 Doygunluk İndisi

Yeraltı suları dolaşımı sırasında kayaç ve diğer akışkanlarla karşılaşması durumunda bünyesinde bulunan mineral içeriğinin durumuna göre basınç, sıcaklık, pH, süre, dokanak yüzeyi gibi faktörlere bağlı olarak mineralleri çözerek bünyesine alacak ya da kendisinde bulunan fazla minerali çökeltecektir. Sularda çözünen mineraller doygunluk derecesine ulaştığında çökebilirler. Yeraltı sularında doygunluk sınırına öncelikli ulaşan iyonlar Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , HCO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^- ve SiO_2 'dir. Bu iyonlar çökelerek kalsit, dolomit, kalsedon, halit, jips, aragonit, anhidrit, kuvars, gibi mineralleri

oluşturabilirler. Doymunluk indisi suların mineral içeriğindeki denge durumuna göre üç şekilde tanımlanır (Stumm ve Morgan, 1991);

DI < 0 : Doymun olmayan su (Su ilgili minerale doymun değildir.)

DI = 0 : Doymun su (Su ilgili mineral ile dengededir.)

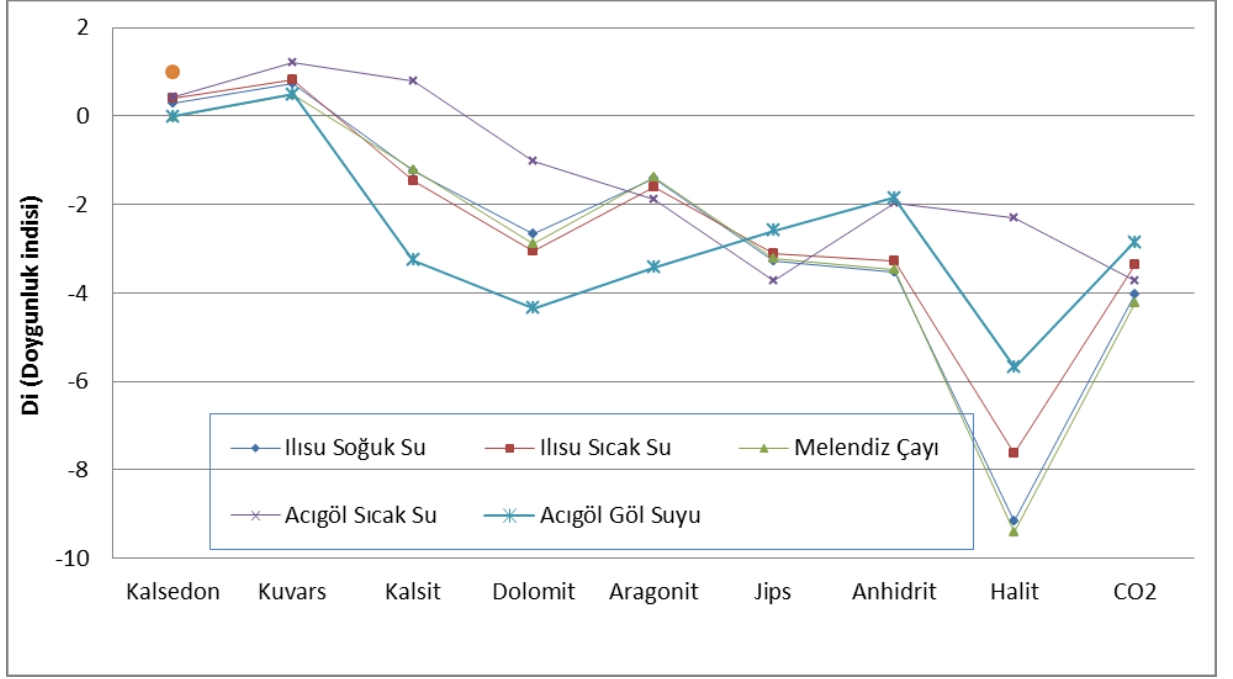
DI > 0 : Aşırı doymun su (Mineral çökeltici özelliktedir.)

Sularda karbonat mineralleri olan kalsit, dolomit, aragonit'in çözünürlükleri pH, sıcaklık ve suda çözülmüş olan CO₂'nin kısmi basıncı ile kontrol edilir. Serbest CO₂ gazı CaCO₃'ün çözünmesini dengeleyen CO₂ gazından az ise CaCO₃ çökeler, fazla ise çözünür (Şahinci, 1991).

Bu amaçla inceleme alanındaki suların kalsedon, kuvars, kalsit, dolomit, aragonit, jips, anhidrit, halit ve CO₂ bakımından doymunluk indisleri PhereqC programı yardımıyla hesaplanmıştır (Çizelge 3.8, Şekil 3.7). İnceleme alanındaki sulardan İlisu sıcak ve soğuk suyu, kalsedon mineralince doymundur. İlisu sıcak ve soğuk suyu, Melendiz çayı, Acıgöl sıcak suyu ve Acıgöl Göl suyu kuvarsa doymun olup, bunları çökeltebilir. Yalnız bu sular kalsit, dolomit, aragonit, jips, anhidrit, halit ve CO₂' ce doymun olmayıp bunları çözebilen özelliktedir.

Çizelge 3.8. İnceleme alanındaki suların mineral doymunluk değerleri.

Min.	İlisu Soğuk Su	İlisu Sıcak Su	Melendiz Çayı	Acıgöl Sıcak Su	Acıgöl Göl Suyu
Kalsedon	0,28	0,41	-0,01	0,43	-0,01
Kuvars	0,74	0,82	0,49	1,20	0,49
Kalsit	-1,25	-1,47	-1,22	0,80	-3,26
Dolomit	-2,67	-3,05	-2,89	-1,02	-4,35
Aragonit	-1,4	-1,61	-1,38	-1,89	-3,42
Jips	-3,27	-3,11	-3,22	-3,73	-2,59
Anhidrit	-3,53	-3,29	-3,47	-1,98	-1,85
Halit	-9,17	-7,63	-9,41	-2,29	-5,68
CO ₂	-4,04	-3,36	-4,22	-3,73	-2,85



Şekil 3.7. İnceleme alanındaki suların mineral doygunluk indisleri

3.6 Sıcak Suların Oluşum Modeli

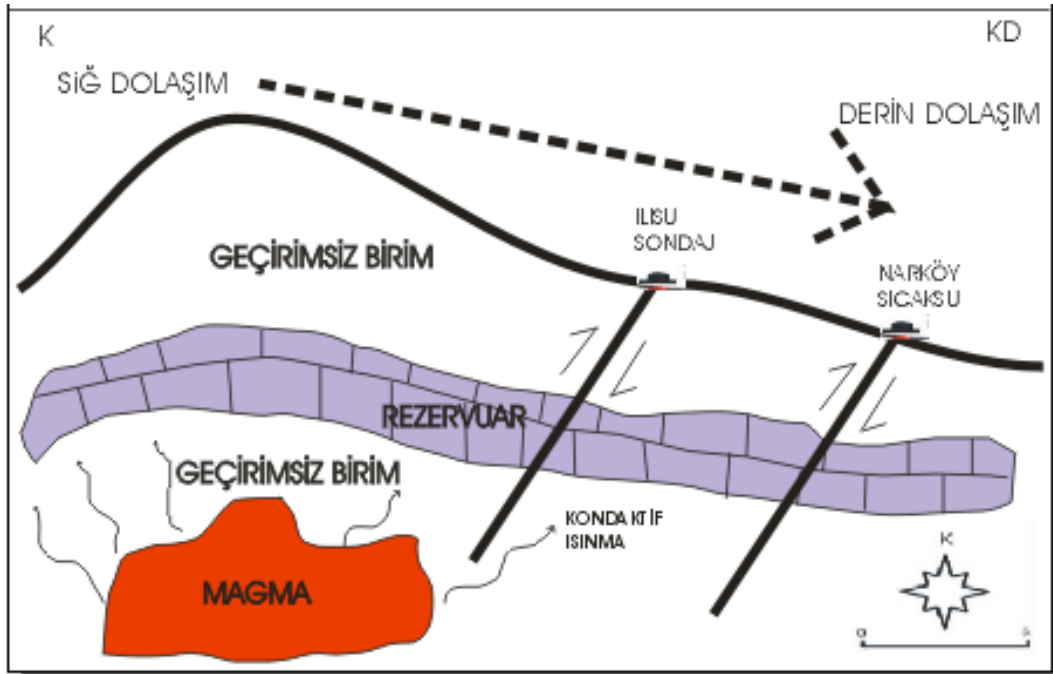
Sıcak suların, yeryüzüne doğru yavaş olarak hareketi sırasında ve/veya yeryüzüne ulaşmadan yüzeye yakın seviyelerde sıcak suyun hareket yönündeki değişimler sıcak suyun mevcut ısısının kondüktif olarak yan kayalar ile teması sonucu azalır (Fournier, 1979) Bu tür etkileşimle soğuma, daha çok sığ rezervuarda ve sığ derinliklerde yatay akış gösteren sularda daha fazla gözlemlenir.

Yeryüzüne düşen yağışların bir kısmı yüzey akışları ile derelerde toplanırken, bir kısmında geçirgen birimler ve yer yüzündeki fay, kırık, çatlaklar ile yerin altına iletilirler. Suların yer altına süzülmesi sırasında derinlik artışı, basınç, ısıtıcı kaynak, bölgede bulunan magma odacıkları, radyoaktif mineraller ve sülfürlü mineral oksidasyonları ile sular ısınabilirler. Yeraltında ısınan bu sular fay, kırık ve çatlaklar ile yeryüzüne sıcak su ve/veya buhar şeklinde çıkarlar.

İnceleme alanında sıcak suların oluşmasında etkili olan faktörler daha çok meteorik suların geçirimli birimlerce yer altına süzülüp rezervuarda depolanarak jeotermal gradyan ile ısınmasıdır. Hasandağı volkanizmasının oluşumunda halen soğumamış olan magma odalarının suların ısınmasında etkin faktörünün olduğu düşünülmektedir.

İnceleme alanında bulunan bazalt ve andezitler oluşumları sırasında meydana gelen akma yapıları ve sonradan oluşan faylanmalar sonunda kazandıkları gözeneklilik İlisu bölgesindeki sıcak suların rezervuar özelliklerini göstermektedir. Bu kayalar üzerinde yapılan jeokimyasal çalışmalar yoğun hidrotermal alterasyon belirtileri göstermektedir. Bu belirtiler incekesit ve XRF çalışmaları sonucunda belirlenmiş olup bazı elementlerin tükendiğini, bazı minerallerin ise bu tükenen minerallerin yerlerine dolduğunu göstermiştir. İlisu bölgesindeki sıcak suların hidrokimyasal verilerine göre, Mg'ce zenginleşme olduğu saptanmış, bu da bölgede sıcak suların bazaltlar ile etkileşimde olmalarına işaret etmektedir.

İlisu bölgesinde yapılan incelemeler neticesinde buradaki sıcak suların Selime tüfleri tarafından örtüldüğünü rezervuar kayacı olarak yine bazalt ve andezitlerin olduğu söylenebilir, ancak Selime tüflerinin yapısındaki kırıklı, çatlaklı yapı yüzey sularının sıcak suya karışmasını sağlamaktadır. Kırkgözler soğuk su kaynağı üzerinde bulunan volkanosedimanter birimler geçirimli, tüfler ise yarı geçirimli bir yapı sergilemektedir. İnceleme alanına ait hidrotermal model taslağı Şekil 3.8'da verilmiştir.



Şekil 3.8. Narköy sıcak su kaynağı ile İlisu sıcak su kaynağı arasında kalan alanın hidrotermal sistem model taslağı (Şimşek, 1993).

3.7 Alterasyon

3.7.1 XRF (X-Ray Flöresans) Çalışmaları

İnceleme alanında meydana gelen alterasyonları belirlemek için Ilısu, Narköy-Acıgöl çevresinden numuneler alınmıştır (Çizelge 3.9). Hidrotermal alterasyon bu bölgedeki bazalt, andezit, ignimbirit, tuf kayalarda gözlenmiştir. Arazinin tamamını temsil amacıyla 9 adet numune taze ve altere olmuş yüzeylerden örnekler alınmış ve XRF (X-Ray Flöresans) analizler gerçekleştirilmiştir, yapılan incekesitlerin mikroskop ile incelenmesi ile yaklaşık alterasyon oranları belirlenmiştir.

Çizelge 3.9. Hidrotermal alterasyon numune alım yerleri

Rakım (m)	Koordinat	Örnek yeri
1392	36 627 211	Acıgöl-1
	D	Acıgöl-2
	42 450 64 K	Acıgöl-3
1306	36 617 730 D 42 325 39 K	Ilısu Köprü Sıcaksuyun bulunduğu yer
1311	36 616 286 D 42 323 14 K	Ilısu Çağlayan Soğuk suyun bulunduğu yer
1370	36 627 377	Narköy Acıgöl-1 traverten Sıcak Suyun teması ve gaz çıkışı gözleniyor
	D	Narköy Acıgöl-2 traverten Sıcak Suyun teması ve gaz çıkışı gözleniyor
	42 442 81	Sıcak Suyun teması ve gaz çıkışı gözleniyor
	K	Narköy Acıgöl-3 Narköy Acıgöl- Turba

Alterasyonun derecesi kayaç ile suyun etkışimine bağlı olarak; az altere, altere ve çok altere terimleri ile ifade edilir.

Hidrotermal alterasyonun yayılımını ve derecesini;

-Su/Kayaç oranı

-Sistemin Geçirirnililięi ve gözenekliliği

-Suyun debisi ve su ile kayaç arasında gerçekteşen kimyasal reaksiyon süresi etkileyen faktörlerdir.

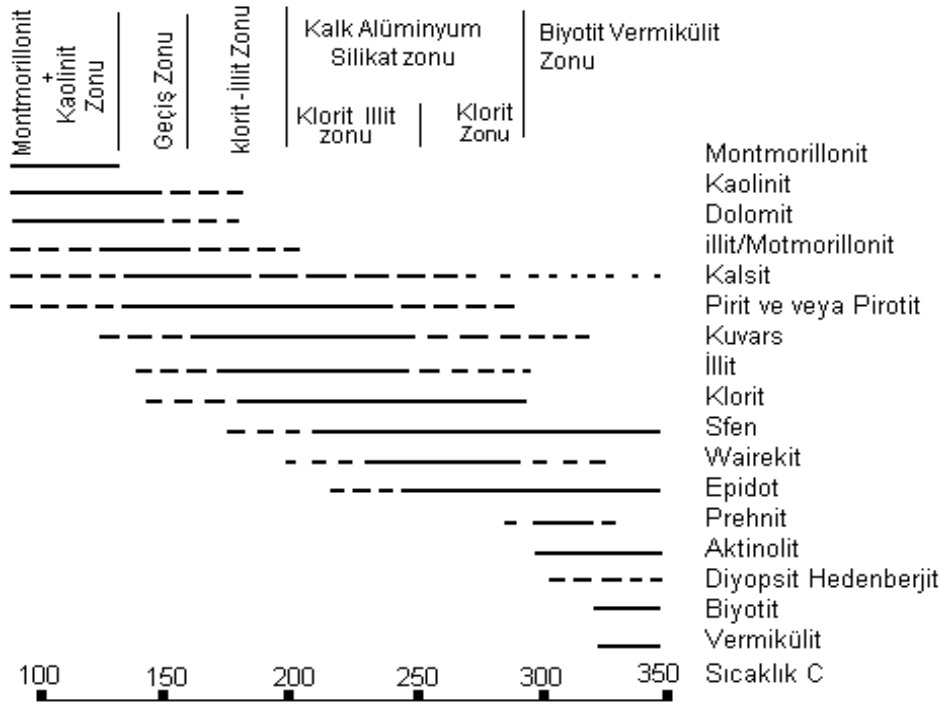
Hidrotermal sistemlerde sıcaklık 100 °C ile 350 °C arasında değişir (Çizelge 3.10). Toplam basınç düşük ve çok düşüktür (<20 MPa) ve hidrotermal mineral oluşumunda çok az bir etkiye sahiptir (Elders vd.,1981).

İnceleme sahasından alınan altere yüzeyden ve bulunabilen taze kayaçlardan alınan toplam 9 adet numunenin sonuçları (Çizelge 3.10)'de verilmiştir. Bu verilere göre yapılan yorumlar şu şekildedir. Acıgöl civarından alınan tüf birimlerinden alınan numunelerde altere olmuş kayaçta SiO₂ oranı % 49,70-58.71 arasında iken az altere olmuş tüfite ise SiO₂ oranı % 37.33'dür. CaO değeri altere kayaçta %6.1-9.5 iken az altere birimde CaO değeri %27.15'dir. LOI değeri taze kayaçta 25 iken, altere birimde 0,51-11,99 değerleri arasındadır.

İlisu'dan alınan bazik kayaçlarda SiO₂ içeriği %52,18-55,10 Al₂O₃ içeriği %16,7-16,59, Na₂O değeri %3,6-4,4 LOI değeri ise 0,14-1,40 değerlerindedir. Narköy-Acıgöl'den alınan tüflerdeki SiO₂ içeriği%61,43-61,50, Al₂O₃ değeri %11,08-11,44, LOI değerleri 8,34-10,90 değerlerindedir.

Travertenlerden alınan CaO değeri %50,77-52,33 deęerlerindedir, SiO₂ içerięi %5,49-6,40 LOI değeri ise % 39,10-40,00 deęerlerindedir.

Çizelge 3.10. Hidrotermal alterasyon mineralleri ve toplulukları ile işaret ettiği sıcaklık aralıkları (Elders vd.,1981).



Çizelge 3.11. İnceleme alanına ait numunelerin XRF analiz sonuçları

Element	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	LOI
Dimension	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Narköy-Acıgöl-1	3.573	5.056	18.342	49.70	0.475	0.114	0.725	9.552	1.300	0.157	10.168	0.51
Narköy-Acıgöl-2	0.089	1.313	4.831	37.33	0.065	0.092	1.593	27.154	0.212	0.050	1.802	25.29
Narköy-Acıgöl-3	0.760	2.052	12.401	58.71	0.101	0.120	2.855	6.107	0.513	0.084	4.075	11.99
Ilsu	4.436	3.495	16.713	55.10	0.557	0.130	1.579	8.350	1.147	0.128	7.959	0.14
Ilsu Çağlayan	3.610	4.153	16.592	52.18	0.521	0.110	1.336	9.337	1.189	0.146	8.894	1.40
Narköy-Acıgöl-4	0.095	0.174	1.090	6.40	0.005	0.069	0.377	50.779	0.030	0.038	0.223	40.00
Narköy-Acıgöl-5	0.093	0.148	0.921	5.49	0.005	0.055	0.237	52.335	0.032	0.052	0.208	39.10
Narköy-Acıgöl-6	2.770	1.175	11.089	61.43	0.081	0.787	3.562	1.647	0.301	0.058	2.590	10.90
Narköy-Acıgöl-7	2.262	1.141	11.444	62.50	0.099	0.641	3.700	1.337	0.329	0.070	3.559	8.34

3.8 Mineralojik Petrografik İncelemeler

3.8.1 İncekesit çalışmaları

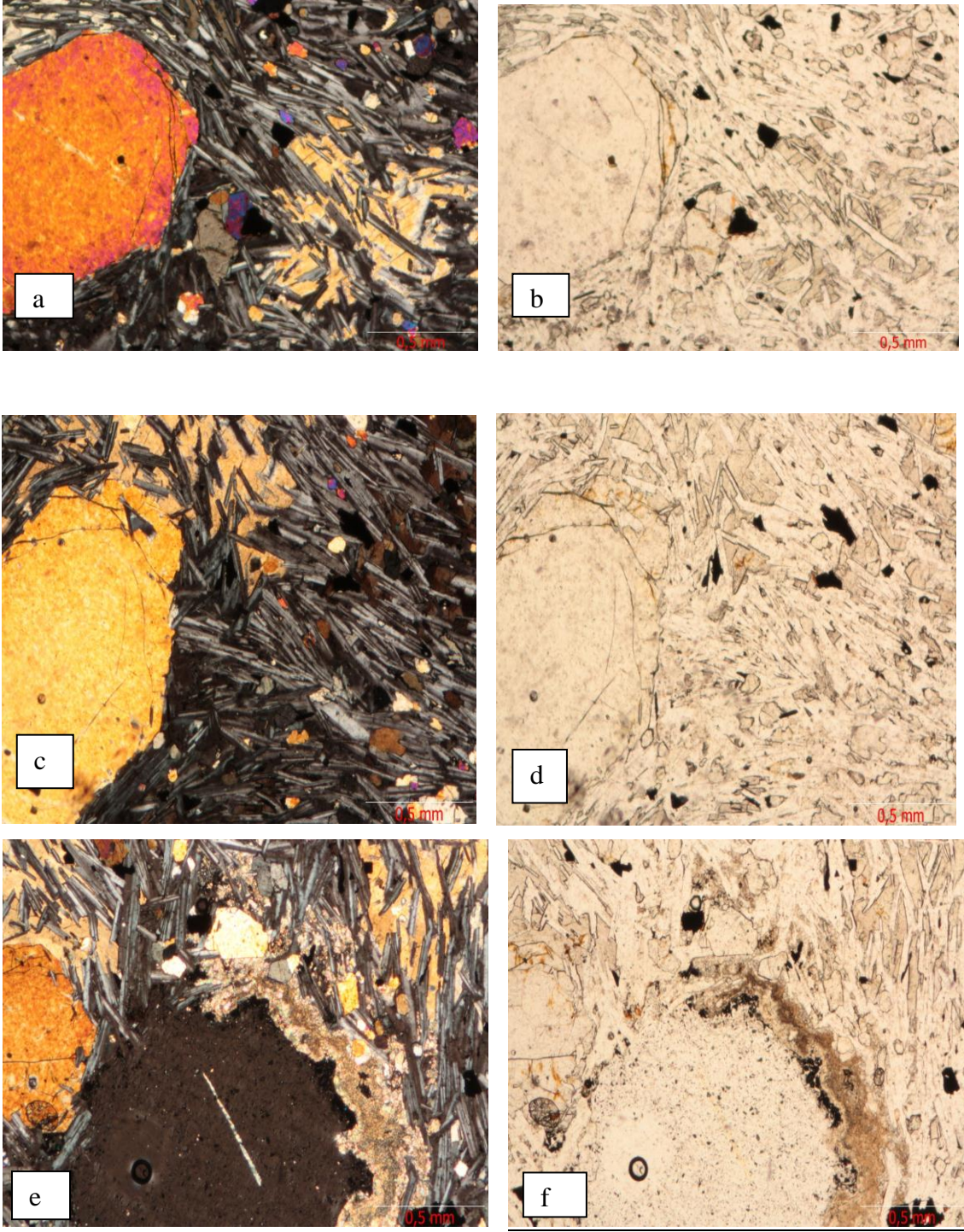
İnceleme alanında bulunan volkanik kayalar genelde andezit, bazalt ve tüflerdir, ayrıca Narköy- Acıgöl civarında sıcak su kaynağı kenarında da lokal olarak traverten oluşumları gözlemlenmiştir. İnceleme alanından alınan kayaç numunelerinden 4 adet ince kesit yapılmış ve Nikon E400 model polarizan mikroskopla incelenmiştir.

3.8.1.1 Bazalt

Koyu siyah renkli ince taneli sert volkanik kayaç olan bazalt, çalışma alanında Ilısu'da yüzeylenmektedir. Bazaltlar bölgede yer yer andezitlere geçiş göstermektedir. Bazaltları oluşturan koyu renkli minerallerin oranı (piroksen, amfibol, olivin ve mikalar) hacimsel alan olarak % 40 civarındadır. Açık renkli mineraller genellikle plajiooklaslardan (labradorit) oluşmaktadır. Alkali feldspatlar ve feldspatoidler oldukça düşük miktarlarda gözlenmektedir.

Çalışma bölgesinde yüzeylenen bazaltlar içerisinde iri feno kristaller şeklinde sıkça gözlenen olivin ve piroksenler (ojit) miktarına göre kayacın Plajiooklas (labrador)-olivin piroksen bazalt olarak adlandırabiliriz.

Mikroskop altında, bazaltları oluşturan mineraller, İri prizmatik kristaller halinde plajiooklaslar (labrador), klinopiroksen (ojit), daha az miktarlarda hornblende, biyotit , aksesör mineralleri olarak da opak mineraller, apatit, feldspatoidler, zirkon ve kuvars gözlenmektedir. Kayacın dokusu mikrolitlerin oluşturduğu çapraz yapılar (intersertal doku) yaygın olup, yer yer akma dokuya da rastlanmaktadır. Plajiooklaslar kenar kırık ve dilinimlenmeleri boyunca altere olarak kil minerallerine, mafik minerallerde ise kloritleşme, serizitleşme ve opaklaşma gözlenmektedir. Alterasyon miktarı sıcak su kaynaklarına yakın olan kesimlerde oldukça fazla olup, kaynaktan uzaklaştıkça alterasyon azalmaktadır (Foto.3.4a,b,c,d,ve f).



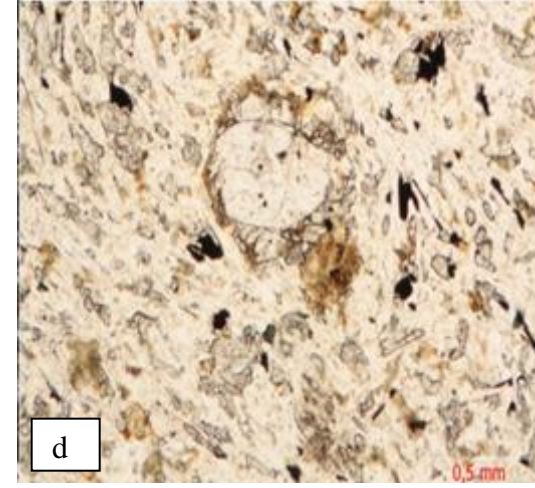
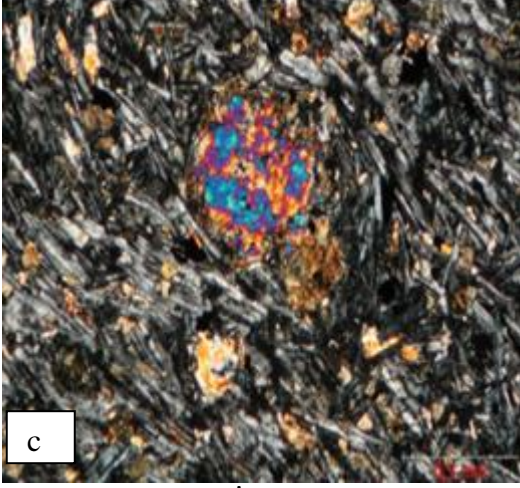
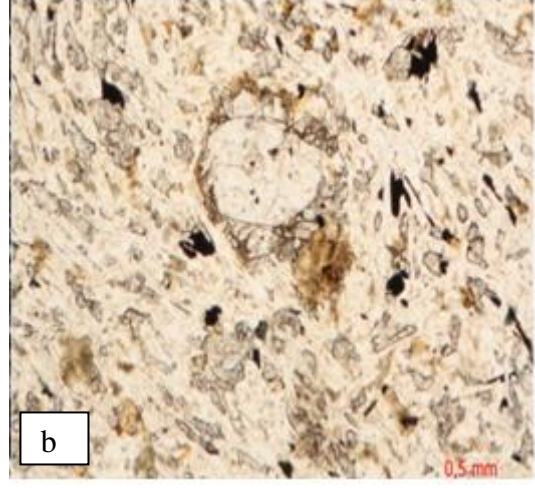
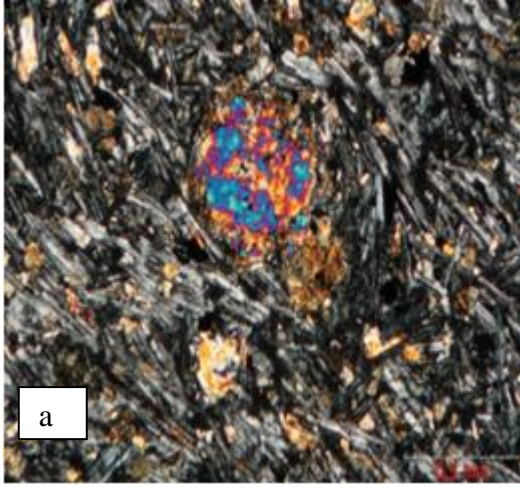
Fotograf 3.4. İncekesit 1-3, a, c, e: +N, b,d,f: // N , Bazalt, mikrolitlerin oluşturduğu intersaltal ve akma dokusu, orta derecede alterasyon (c,d), opak mineraller (siyah), ojit (a, e).

3.8.1.2 Andezit

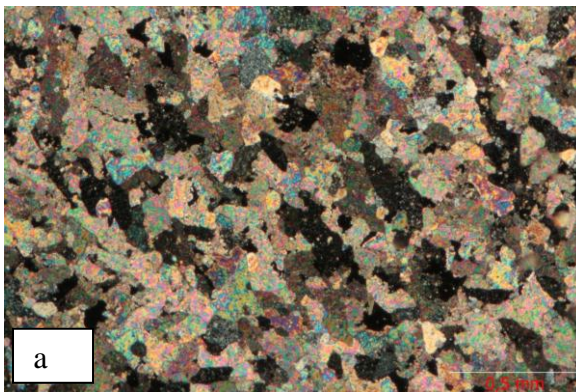
Andezit çalışma bölgesinde Ilısu yüzeylenmekte olup, bazaltlarda olduğu gibi ince taneli, içerisinde iri feno kristallerin olduğu volkanik bir kayadır. Bunların renkleri bazalta göre daha açık gri tonlarda olup, gaz boşlukları kalsitlerce dolgulu tipik görüntüsü ile kolayca ayırt edilmektedir. Andezitleri bazaltlardan ayıran diğer bir özellik ise, artan plajyoklas ve hornblende miktarıdır. Plajyoklaslardaki anortit miktarı da büyük bir öneme sahiptir. Andezitlerdeki mafik mineral oranı % 40 in altında olması diğer bir belirleyici unsur olarak gözlenmektedir. Andezitlerde bazalta göre az da olsa belirli bir miktarda kuvarsa rastlanmaktadır. Kayacın dokusu porfirik, yer yer akma ve intersertal doku da oluşmaktadır. Camsı doku yer yer izlenmekte, iri taneli prizmatik plajyoklas (andezin), öz yarı öz şekilli, baklava dilimli hornblende oldukça yaygın olup, orto ve klinopiroksenler (diyopsit-ojit) daha az miktarlarda, opak mineraller, zirkon, apatit aksesör mineralleri oluşturmaktadır. Andezitlerdeki alterasyon, bazaltlarda olduğu gibi sıcak su kaynaklarına yakın olan bölgelerde daha ileri oranda, kaynaklardan uzaklaştıkça alterasyon azalmaktadır. Sıcak su kaynaklarının etkisiyle plajyoklas feno kristalleri kenar, dilim ve çatlakları boyunca bozularak killeşme, mafik minerallerde ise, epidotlaşma, kloritleşme ve opaklaşma açığa çıkmaktadır (Foto. 3.5a,b,c,d).

3.8.1.3 Narköy traverteni

Narköy sıcak su kaynaklarının civarında bol gözenekli, sarı, açık kahverenk tonlarında traverten oluşumlar gözlenmiştir. Bunlardan yapılan ince kesitlerin incelenmesinde; bol gözenekli, mozayik dokulu kalsit kristallerinden oluşmaktadır (Foto. 3.6a,b)



Fotoğraf 3.5. İncekesit No:4-5, ISC, a,c:+ N, b,d: // N , iri mikrolitlerden oluşan matriskin akma doku (trakitik doku) görünümü. Mafik mineraller akma doku içerisinde geopedal dokuya benzer bir yapı göstermektedir (Önce oluşum).

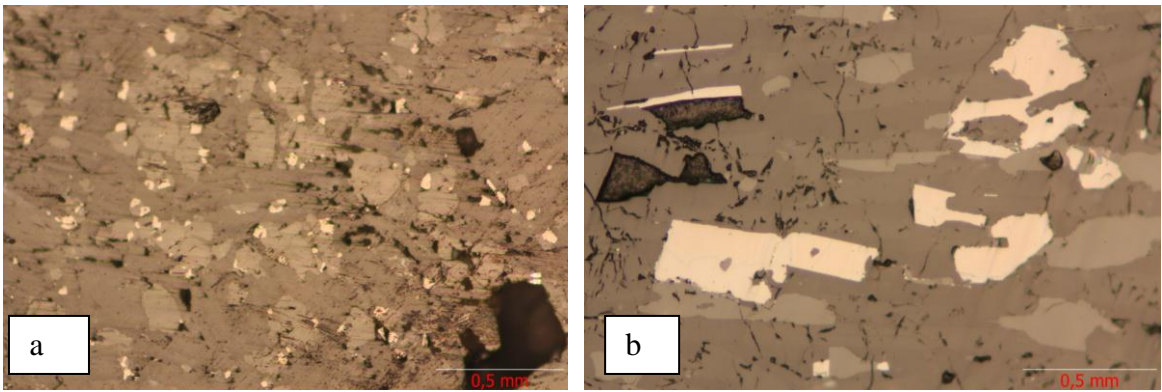


Fotoğraf 3.6. İncekesit 6, NA-1) a: +N, b: // N , Narköy Acıgöl traverteni , mozayik dokulu kalsit kristalleri.

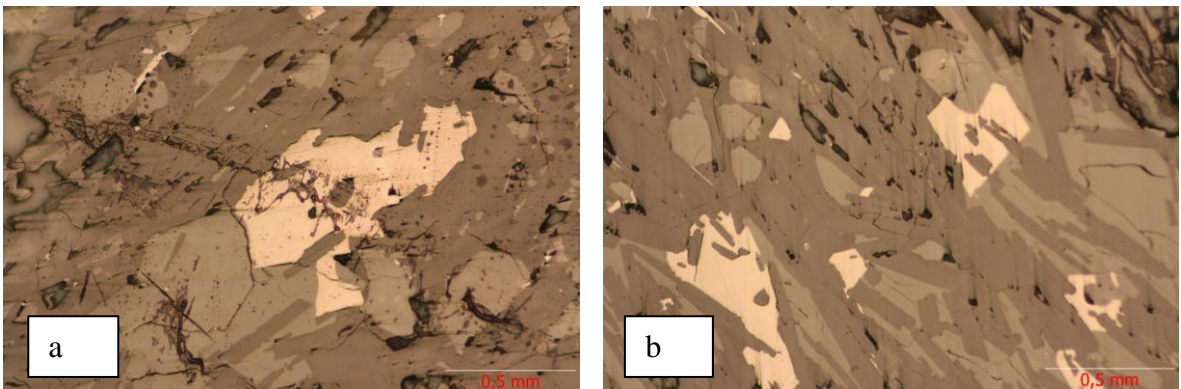
3.8.2 Parlak kesit çalışmaları

Cevher mikroskop incelemelerinde, andezitler içerisinde ufak taneli saçılımlı şekilde manyetit (Foto. 3.7a) ve az hematit cevher mineralleri, bazaltlar içerisinde ise, titanomağnetit, ilmenit cevher mineralleri belirlenmiştir.

Ayrıca, cevher minerallerinin silikatlar, silikatların da kapanım şeklinde biri birilerinin içerisinde bulunmaları, her iki tür minerallerin aynı zamanda oluştuğuna işaret etmektedir (Foto.3.7).



Fotograf 3.7. Parlakesit 1, // N, Iısu bölgesi volkanik kayalar içerisindeki ince taneli saçılımlı (a) ve manyetit ve hematit, ilmenit lamelleri içeren öz yarıöz şekilli manyetit(b).



Fotograf 3.8 Parlakesit 2, // N, Iısu bölgesi volkanik kayalar içerisindeki öz, yarıöz şekilli manyetit (a,b).

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Arazi çalışmaları sırasında önceki çalışmaların ötesinde bilgi sağlayacak güncel verilerin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, bölgede seçilecek su kaynaklarında yerinde fiziksel-kimyasal parametre ölçümünün yanı sıra, majör iyon kimyası belirlenmiştir. Bölgedeki fayların jeotermal sisteme olan etkileri araştırılmış; elde edilecek verilerin diğer bölgelerle karşılaştırmaları yapılarak suların birbirleriyle olan etkileşimleri belirtilmiştir. Jeokimyasal, petrografik ve mineralojik çalışmalar kapsamında alınan kayaç örneklerinin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal analizleriyle kaynak alanındaki alterasyonlar saptanmıştır. Ayrıca,

1. Bu çalışma Niğde Narköy-Acıgöl ilçe sınırlarında bulunan ve Aksaray Ilısu sınırlarında ki mineralli ve sıcak suların hidrokimyasal ve çevresindeki kayaçlarla etkileşim değerlendirilmesi yapılmıştır. Kaynakların hidrokimyasal özelliklerini belirlemek için su kimyası, kayaç kimyası ve bölgenin jeolojik, yapısal jeoloji özellikleri göz önüne alınmıştır.

2. Bu çalışmada Narköy-Acıgölde bulunan sıcaklığı 23,8°C ve Ilısu merkezinde yer alan sıcaklığı 34,0°C olan sıcak su kaynakları vardır.

3. İnceleme alanının da sıcak sularının yakında mevsimsel değişikliklere, bağlı olan soğuk su kaynakları gözlenmiştir. Bölgeye bakıldığında Acıgöl, Ilısu sondaj sıcak su kaynakları Paleozoik yaşlı Bozçaldağ Formasyonundaki mermerler olarak düşünülmektedir. Suların dolaşımıyla ayrıntılı bilgi edinmek için izotop analizleri yapılmak gerekmektedir.

4. Hidrokimyasal analiz sonuçları diyagram üzerinde incelendiğinde katyon bakımından söz konusu suların Ca^{+2} - Mg^{+2} , anyon bakımından HCO_3 - SO_4 su tipinde olduğu görülmüştür.

5. İncele alanında ki su numuneleri katyonlarına göre Ca-Mg-Na, Anyonlarına göre HCO₃-SO₄-Cl bölgesinde bulunmakta, Acıgöl göl suyu Na-Mg-Cl-HCO₃, Acıgöl sıcak su Ca-SO₄-HCO₃, Iısu sondaj Na-Ca-HCO₃, Iısu soğuk Ca-Mg-HCO₃, Melendiz Ca-Mg-HCO₃, Sofular Ca-HCO₃ su tipindedir.

6. İnceleme alanın koyu siyah renkli ince taneli sert volkanik kayalar Iısu da yüzeylenmektedir. Bazaltlar bölgede yer yer andezitlere geçiş göstermektedir. Bazaltları oluşturan koyu renkli minerallerin oranı (ojit, amfibol, olivin ve biyotit) hacimsel alan olarak % 40 civarındadır. Açık renkli mineraller genellikle plajiyoklaslardan (labradorit) oluşmaktadır. Alkali feldspatlar ve feldspatoidler oldukça düşük miktarlarda gözlenmektedir. Bazaltlar içerisinde iri feno kristaller şeklinde sıkça gözlenen olivin ve piroksenler (ojit) bulunması nedeniyle kayaç, plajiyoklas-olivin piroksen bazalt olarak adlandırılmıştır.

7. İnceleme alanındaki suların faydalana bilmek için jeofizik, izotop ve sondaj çalışmaları yapılarak daha yüksek sıcaklıkta kaynaklar elde edilebilir.

8. Sıcak suların içinde çöktürücü özellikli mineraller Narköy- Acıgöl civarında kükürt ve karbonat bol miktarda bulunmakta buda kabuklaşmaya neden olmaktadır. Yapılacak jeotermal çalışmalarda bu göz önüne alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Akdoğan, N., Burçak, M., ve Yıldırım T., Orta Anadolu Hasandağı Volkanizması kuzeyinin Jeoloji, jeofizik verilerin korelasyonu ile jeotermal olanaklarına yeni bir bakış. **Orta Anadolu Jeotermal enerji ve çevre sempozyumu bildirileri kitabı**, Aksaray 45-57, 2002.

Ayhan, A. K. ve Papak, İ., Aksaray-Taşpınar-Altınhisar-Çiftlik Delihebil (Niğde) civarının jeolojisi **MTA raper No.8315 (yayınlanmamış)** Ankara 1988.

Aydar E, Gourgaud A., The geology of Monuth Hasan stratavolcano, cetral Anatolia, Turkey. 85, 129-152, 1998.

Batum , I., a,b, Nevşehir güney batısındaki Göllüdağ ve Acıgöl yöresi volkanitlerinin jeolojisi ve petrolojisi yerbilimleri 4, 1-2, 50-88, 1978.

Dirik, K. ve Göncüoğlu, M.C., Neotectonic Characteristics of Central Anatolia International geology review. 38,807-817,1996.

Dönmez M. vd., Türkiye Jeoloji Haritası Aksaray- L32 Paftası, MTA 2005.

Elders, W.A., Hoagland, J.R. and Mc dowl , S.D., Cobo, J.M., Hydrothermal mineral zones in the geothermal reservoir of Cerro-Prieto.Geothermics, v. 8 201-209., 1981.

Ercan T., Tokel, S., Matsuda, U.I., T., Notsu, K., Fujitani, T., Hasandağı- Karacadağ (orta Anadolu) Kuvaterner volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal, zotopik ve radyometrik veriler. **TJK Bülteni** 7,8-21 1992.

Freeze, R.A. and Cherry, J.A., Groundwater, Prentice-Hall USA, 604p., 1979.

Fournier, R. O., Chemical geothermometers and mixing models for geothermal systems. **Geothermics**, 5,41-50., 1977.

Fournier, R.O., Chemical geothermometer. *Geotherm. Res council Trans.*, 3, 221-224., 1979.

Giggenbach, W.F., Gonfiantini, R., Jangi, B.L. and Truesdell, A.H., Isotopic and chemical composition of Parbatia Valley geothermal discharges NW Himalaya, İndia. *Geothermics*, 12,199-222., 1983.

Giggenbach, W. F., Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicators. *Geochim. Et Cosmochim. Acta.* 52., 2749-2765., 1988.

Göçmez, G., Aksaray sıcak ve mineralli su kaynaklarının incelenmesi **SÜ Fen Bilimleri Enst.**, Doktora tezi, Konya, 280s,1994.

Göncüoğlu, Mc. Özcan. A., Turhan, N. Ve Işık A., Stratigraphy of the Kütahya region: **İnternational Symposizm on the Geology of the Black Se Regron Guide Book**, 3-8 Ankara, 1992.

İnnocenti, F., Mozzuoli, R., Pasquare, G., Radicati, D. B., Villari, L., The Neogene calcalkaline volcanism Kayseri-Niğde area. *Geo mag.* Printed in Great Britain 349-360, 1975.

Le Pennec, J. L., Bourdier, L.F, Temel, A., Camus, G. And Gourgaud, A., Neogene igninbrites of the Nevşehir Plateau, stratigrahi distribution and source constraints; **Journal of Volcanology and Geothermal Research** 63,59-87, 1994

Mc. Kenzie, D.P., Active tectonics of Mediterranean Region, **Geophysical Journal of Royal Astronomical Society**, 30, 109-185,1972.

Mc. Kenzie, D., Yılmaz, Y., Deformation and volcanism in Western Turkey and the Aegean. **Bulletin of Technical University**, İstanbul, 44(1/2), 344-373,1991.

Nicholson, K. N., *Geothermal Fluids. Cheistry and Exploration Techniques*, xv + 263 pp. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong: Springer Verlag. **Price DM 138.00, 6s 1076.40, SFr 138.00 (hard covers).** ISBM 3 540 56017 3., 1993.

Ölmez, E ve Gevrek, A. İ., Aksaray-Sofular-1 (SFG1) ve Sofular-2 (SFG2) ile Ziga-Belisırma 1-2 (2BC1 ve 2BG2) gradyan sondajları kuyu bitirme raporu **MTA Rap. No: 9194**, Ankara (yayınlanmamış) 1991.

Pasquare G., Outlines of the Neogene and Quaternary volcanism of Asia Minor., *Accod. Noz. Dei Linc.*, 40,1077-1085, 1968.

Pasquare G., Poli, S., Vezzoli, I., Zanichi, A., Continontal are volcanism Central Anatolia, **Turkey. Tectonophysics**, 146,217-230, 1988.

Schoeller, H., Les eaux souterraines Paris: Mason et Cie., 1962.

Seymen, I., Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifinin stratigrafi ve metamorfizması **T.J.K. Bülteni** 24,2,7,17 1981.

Stumm W, Morgan JJ., Aquatic Chemistry: an Introduction Emphasizing Chemical Equilibria in Naturel Waters, **Wiley- Interscience**, Toronto., 1981.

Şimşek, Ş., Ihlara (Kapadokya) Özel Koruma Bölgesinin ve Bölgede Yer Alan Temel Kaynakların Hidrojeolojik ve Hidrokimyasal Araştırması ve Korumaya İlişkin Öneriler. **Özel Çevre Koruma Kurumu Teknik Raporu** 6, 116 s. Ankara., 1993.

ÖZ GEÇMİŞ

Yusuf Bilen 06.05.1984 tarihinde Konya’ da doğdu. İlk, orta, lise ve üniversite öğretimini Aksaray’ da tamamladı. 2009 yılında aile şirketi kurarak başına genel müdür olarak geçmiş ve hala şirketin genel müdürlüğünü yürütmektedir.