

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

**KÜTAHYA VE SİMAV FAYLARI ARASINDA KALAN
JEOTERMAL ALANLARIN HİDROJEOKİMYASI VE
AKTİF TEKTONİK İLE İLİŞKİSİ**

Özkan ATEŞ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih:27/06/2014

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Salih Zeki TUTKUN

ÇANAKKALE

Özkan ATEŞ tarafından Prof. Dr. Salih Zeki TUTKUN yönetiminde hazırlanan ve 27/06/2014 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Kütahya ve Simav Fayları Arasında Kalan Jeotermal Alanların Hidrojeokimyası ve Aktif Tektonik İle İlişkisi” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Salih Zeki TUTKUN

Başkan

Prof. Dr. Süha ÖZDEN

Üye

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KARAKUŞ

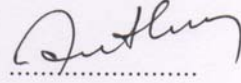
Üye

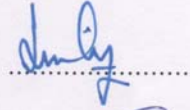
Prof. Dr. Talip GÜNGÖR

Üye

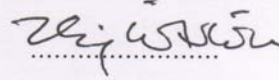
Yrd. Doç. Dr. Öznur KARACA

Üye











Sıra No:.....

Bu tez çalışması, ÇOMÜ/BAP tarafından 2010/166 numaralı projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Özkan ATEŞ

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Salih Zeki TUTKUN a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez yazım ve arazi çalışmalarım sırasında tecrübelerinden faydalandığım ve bıkmadan usanmadan her türlü sorunuma çözüm bulabildiği için Prof. Dr. Süha ÖZDEN e çok teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Tolga BEKLER, Yrd. Doç. Dr. Alper DEMİRCİ, Öğr. Gör. Dr. Erdem GÜNDOĞDU, Jeoloji Yüksek Mühendisi Seray ÇINAR YILDIZ ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Levent CAN a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezin yazım aşamasındaki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KARAKUŞ, Yrd. Doç. Dr. Füsün Servin TUT HAKLIDIR ve Arş. Gör. Dr. Murat TOKÇAER e teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmalarım sırasında konaklama ve her türlü yardımlarından dolayı Emet, Simav ve Tavşanlı Belediyelerine, Simav Eynal, Naşa ve Çitgöl Kaplıcaları ve Gediz (Abide) İlçası, Dereli, Göbel, Esire ile Yoncalı Kaplıcaları Müdürlüklerine sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmam esnasında her türlü sorunumu paylaştığım, benden bilgilerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan tüm Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın ve tezimin hazırlanmasının her aşamasında her zaman beni seven, destekleyen, sabırla benim kararlarıma saygı duyan ve hep benim yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Özkan ATEŞ

Çanakkale, Haziran 2014

SİMGELER VE KISALTMALAR

M	Magnitüd
T °C	Sıcaklık
m	Metre
km	Kilometre
km ²	Kilometre kare
mm	Milimetre
m/s	Metre bölü saniye
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
D	Doğu
B	Batı
K	Kuzey
G	Güney
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
BKB	Batı kuzeybatı
DGD	Doğu güneydoğu
KKD	Kuzey kuzeydoğu
GGB	Güney güneybatı
ICP-OES	Inductively coupled plasma optical emission spectrometry
pH	Power of Hydrogen
EC	Electrical conductivity

ÖZET

KÜTAHYA VE SİMAV FAYLARI ARASINDA KALAN JEOTERMAL ALANLARIN HİDROJEOKİMYASI VE AKTİF TEKTONİK İLE İLİŞKİSİ

Özkan ATEŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman : Prof. Dr. Salih Zeki TUTKUN

27/06/2014, 57

Türkiye Diri Fay Haritası'nda aktif fay olarak gösterilen Simav ve Kütahya Fayları arasında kalan çalışma alanı, Orta-Batı Anadolu'da yer almaktadır. Çalışma alanı, aletsel dönemdeki depremler açısından oldukça aktif bir saha olduğu gibi jeotermal sistemler bakımından da oldukça zengindir. Bu jeotermal alanların çoğu da aktif fay zonları üzerinde yer almaktadır. Bu bölgenin büyük bölümü, geçmişte olduğu gibi günümüzde de deprem tehlikesi altında bulunmaktadır. Aletsel dönemde, bölgede Mayıs 2010-Mayıs 2013 tarihleri arasında $M=3.0$ 'ten büyük 735 adet deprem olmuştur. Ayrıca, Gediz'de 1970 yılında bir adet $M=6.0$ 'dan büyük ve Simav'da 2009, 2011 ve 2012 yıllarında da büyüklüğü $M=5.0$ 'ten büyük depremler meydana gelmiştir. Simav ve Kütahya Fayları arasında kalan bölgede birçok jeotermal alan -Eynal, Çitgöl, Naşa, Ilıcasu, Muratdağı, Yoncalı, Emet, Yeniceköy, Dereli, Göbel, Ilıca, Sefaköy, Hamamköy ve Şaphane Jeotermal Alanları- bulunmaktadır. Bu çalışmada Mayıs 2010-Mayıs 2013 tarihleri arasında kuzeyde Kütahya Fayı ve güneyde Simav Fayı ile sınırlanan bölgede belirlenen 9 jeotermal alandaki sıcak su kaynaklarının da 10 dönemde yerinde ölçüm ve örnekleme yapılmıştır. Ayrıca bu bölgedeki deprem aktivitesi takip edilmiştir. Bu jeotermal kaynaklar ile aktif fayların ilişkisi, jeotermal suların hidrojeokimyasal özellikleri ile bölgedeki yoğun deprem aktivitesi ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. İzleme döneminde olan depremlerle birlikte jeotermal su kaynaklarındaki fiziko-kimyasal özelliklerinden sıcaklık artışı, Cl^- iyonu değerinde artış ve SO_4^{2-} iyonu değerinde azalış gibi değişimler elde edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Kütahya, Simav, Jeotermal Enerji, Aktif Fay, Deprem

ABSTRACT

HYDROCHEMISTRY OF GEOTHERMAL FIELDS BETWEEN KÜTAHYA AND SİMAV FAULTS AND ITS RELATION WITH ACTIVE TECTONICS

Özkan ATEŞ

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Dissertation in Geology Engineering

Advisor : Prof. Dr. Salih Zeki TUTKUN

27/06/2014, 57

Many geothermal fields in Kütahya including Eynal, Çitgöl ve Naşa (Simav), Ilıcasu-Abide (Gediz), Muratdağı, Yoncalı, Emet, Yeniceköy, Dereli, Göbel, Ilıca (Harlek), Sefaköy ve Hamamköy (Hisarcık) and Şaphane are located between Kütahya and Simav active faults in Western Turkey. Studied area in Simav (Kütahya) is situated in the north of Simav Fault and indicated as an active fault zone in the active fault maps of Turkey. This area is fairly active region in terms of earthquakes occurred in the instrumental period and has many geothermal systems. Most of these geothermal fields are located on active fault zones. Approximately 735 earthquakes ($M > 3.0$) occurred between May 2010 to May 2013, including 1 earthquake with the magnitude of greater than 6.0 at Gediz in 1970 and 4 earthquakes with the magnitude of greater than 5.0 at Simav in 2009, 2011 and 2012. Data from a monitoring study during three years (2010-2013) from thermal springs in Eynal, Çitgöl ve Naşa geothermal fields which located at Simav (Kütahya) were used in this study. This study tried to find out relationship between geothermal springs and active faults, and relationship between hydrochemical features of geothermal waters and high seismic activity. The results of this study indicated that some physic-chemical parameters of geothermal waters change especially increasing temperature, increasing Cl^- ion value and decreasing SO_4^{2-} ion value with earthquakes with has 5.0 and greater magnitude value.

Keywords: Kütahya, Simav, Geothermal Energy, Active Fault, Earthquake

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAV SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı	1
1.2.1. Çalışma alanının yeri ve ulaşım.....	1
1.2.2. Çalışma alanının yükselti özellikleri	2
1.2.3. Çalışma alanının iklim ve bitki örtüsü özellikleri	2
1.3. Çalışma Alanındaki Jeotermal Alanlar.....	3
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
BÖLÜM 3 – MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Literatür Tarama Çalışmaları	9
3.2. Arazi Çalışmaları.....	9
3.3. Hidrojeokimyasal Çalışmalar	9
3.4. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	9
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	10
4.1. Çalışma Alanındaki Jeotermal Alanların Jeolojisi	10
4.1.1. Çitgöl, Eynal ve Naşa (Simav) jeotermal alanları	11
4.1.2. Dereli (Günlüce-Tavşanlı) jeotermal alanı	12
4.1.3. Emet jeotermal alanı	13
4.1.4. Esire (Hisarcık) jeotermal alanı	14
4.1.5. Göbel (Tavşanlı) jeotermal alanı	15
4.1.6. Ilıcasu (Gediz) jeotermal alanı	16
4.1.7. Yoncalı jeotermal alanı.....	17
4.2. Çalışma Alanındaki Jeotermal Alanların Hidrojeokimyası.....	18

4.2.1. Çitgöl (Simav) jeotermal alanı	20
4.2.2. Dereli (Günlüce-Tavşanlı) jeotermal alanı	22
4.2.3. Emet jeotermal alanı	25
4.2.4. Esire (Hisarcık) jeotermal alanı	27
4.2.5. Eynal (Simav) jeotermal alanı	30
4.2.6. Ilıcasu (Gediz) jeotermal alanı	32
4.2.7. Göbel (Tavşanlı) jeotermal alanı	35
4.2.8. Naşa (Simav) jeotermal alanı	37
4.2.9. Yoncalı jeotermal alanı.....	40
4.3. Çalışma Alanının Aktif Tektoniği ve Depremselliği	42
4.3.1. Çalışma alanının aktif tektoniği.....	42
4.3.2. Çalışma alanının depremselliği	47
4.4. Depremsellik ve Hidrojeokimya İlişkisi.....	52
BÖLÜM 5 – SONUÇLAR VE ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Çalışma alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2.	Türkiye jeotermal kaynaklar dağılımı ve uygulama haritası	4
Şekil 1.3.	Kütahya ili jeotermal alanları.....	5
Şekil 1.4.	Çalışma alanındaki jeotermal alanların Google Earth görüntüsü	5
Şekil 4.1.	Çalışma alanının genel jeoloji haritası	10
Şekil 4.2.	Simav ve yakın civarının jeoloji haritası	11
Şekil 4.3.	Dereli jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası.....	12
Şekil 4.4.	Dereli kaplıcaları civarında gözlenen fay düzlemi	13
Şekil 4.5.	Emet jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası	14
Şekil 4.6.	Esire jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası.....	15
Şekil 4.7.	Göbel jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası	16
Şekil 4.8.	Ilıcasu jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası	17
Şekil 4.9.	Yoncalı jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası	18
Şekil 4.10.	Çitgöl jeotermal alanı örnekleme yeri.....	20
Şekil 4.11.	Çitgöl jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	22
Şekil 4.12.	Dereli jeotermal alanı örnekleme yeri.....	23
Şekil 4.13.	Dereli jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	24
Şekil 4.14.	Emet jeotermal alanı örnekleme yeri	25
Şekil 4.15.	Emet jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	27
Şekil 4.16.	Esire jeotermal alanı örnekleme yeri	28
Şekil 4.17.	Esire jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	29
Şekil 4.18.	Eynal jeotermal alanı örnekleme yeri	30
Şekil 4.19.	Eynal jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	32
Şekil 4.20.	Ilıcasu jeotermal alanı örnekleme yeri	33
Şekil 4.21.	Ilıcasu jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	34

Şekil 4.22. Göbel jeotermal alanı örnekleme yeri.....	35
Şekil 4.23. Göbel jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	37
Şekil 4.24. Naşa jeotermal alanı örnekleme yeri.....	38
Şekil 4.25. Naşa jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	39
Şekil 4.26. Yoncalı jeotermal alanı örnekleme yeri.....	40
Şekil 4.27. Yoncalı jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları	42
Şekil 4.28. Türkiye'nin ana Neotektonik yapıları	44
Şekil 4.29. Simav Fayı (Bakış yönü kuzeyden güneye).....	45
Şekil 4.30. Kütahya Fayı (Bakış yönü kuzeybatıdan güneydoğuya)	46
Şekil 4.31. Eski Gediz içerisinde Muhipler ve Hamamlar Faylarının kesiştiği yer	47
Şekil 4.32. Türkiye'de aletsel dönemde meydana gelmiş $M>4$ depremler	48
Şekil 4.33. Türkiye'de aletsel dönemde meydana gelmiş hasar yapıcı depremler	49
Şekil 4.34. Çalışma alanı ve yakın çevresinde Mayıs 2010-Mayıs 2013 tarihleri arasında meydana gelmiş $M\geq 3$ büyüklüğündeki depremler	50
Şekil 4.35. Simav depremi ve sonrasında meydana gelen $M\geq 5$ depremler	51
Şekil 4.36. Simav depremi sonrası meydana gelen yapısal hasarlar (a, b, c) ve yüzey çatlakları (d)	52
Şekil 4.37. SO_4 ve Cl iyon değerlerindeki deprenselliğe bağlı değişimler 1. 19 Mayıs 2011 depremi (M: 5,9) 2. 27 Haziran 2011 depremi (M: 5,0) 3. 03 Mayıs 2012 depremi (M: 5,4)	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Çalışma alanındaki jeotermal alanların lokasyonu	19
Çizelge 4.2. Çitgöl jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları.....	21
Çizelge 4.3. Çitgöl jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması.....	21
Çizelge 4.4. Dereli jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları.....	23
Çizelge 4.5. Dereli jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması.....	24
Çizelge 4.6. Emet jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları.....	26
Çizelge 4.7. Emet jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması	26
Çizelge 4.8. Esire jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları	28
Çizelge 4.9. Esire jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması	29
Çizelge 4.10.Eynal jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları.....	31
Çizelge 4.11.Eynal jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması	31
Çizelge 4.12.Ilıcasu jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları.....	33
Çizelge 4.13.Ilıcasu jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması.....	34
Çizelge 4.14.Göbel jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları.....	36
Çizelge 4.15.Göbel jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması.....	36
Çizelge 4.16.Naşa jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları	38
Çizelge 4.17.Naşa jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması.....	39
Çizelge 4.18.Yoncalı jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları.....	41
Çizelge 4.19.Yoncalı jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması.....	41
Çizelge 4.20.Çalışma alanı ve yakın çevresinde meydana gelmiş tarihsel depremler	47
Çizelge 4.21.Çalışma alanı ve yakın çevresinde meydana gelen $M \geq 5,0$ depremler (Mayıs 2010-Mayıs 2013)	50

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Türkiye'deki aktif fay hatları boyunca yer alan, sıcaklıkları 20-120 °C arasında yaklaşık 1450 adet kaynak çıkışı ve rezervuar sıcaklıkları 35-250 °C derece arasında değişen 450 kuyudan sıcak ve mineralli su çıkışı mevcuttur (Şimşek, 1997; Pfister ve ark., 1998). Türkiye'deki bu jeotermal kaynaklar başlıca Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde, Ege Bölgesi'ndeki grabenler sistemi üzerinde, Orta ve Doğu Anadolu'daki volkanik kayaçların yüzeyletiği bölgelerde ve diğer aktif tektonik hatlar üzerinde yer almaktadır (Şimşek, 1997; Pfister ve ark., 1998).

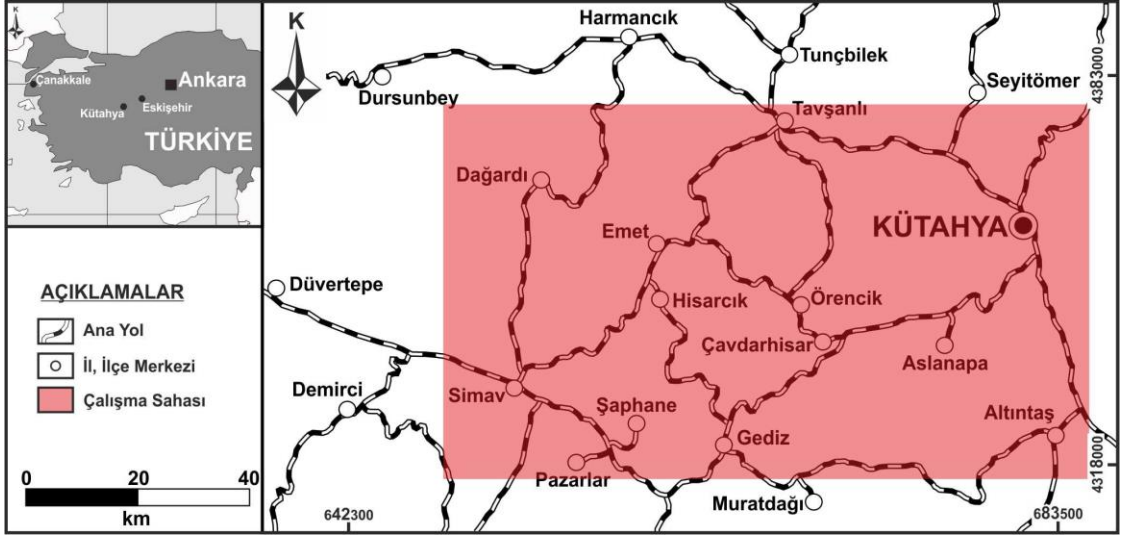
Türkiye Diri Fay Haritalarında (Şaroğlu ve ark., 1992; Emre ve ark., 2011) da aktif fay olarak gösterilen Simav ve Kütahya Fayları arasında kalan çalışma alanı, Emet (Kütahya, Orta-Batı Anadolu) civarında yer almaktadır. Bölge aletsel dönemdeki depremler açısından oldukça aktif bir bölge olduğu gibi jeotermal sistemler bakımından da oldukça zengin bir bölgedir. Bu bölgenin büyük bölümü, geçmişte olduğu gibi günümüzde de deprem tehlikesi altında bulunmaktadır.

Bu çalışmada, jeotermal alanlarda belirlenen sıcak su kaynaklarında yerinde ölçümler yapılmış ve alınan sıcak su örneklerinden jeokimyasal analizler yapılarak termal suların hidrojeokimyasal özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Örnekleme ve yerinde ölçümler düzenli olarak ve belirli periyotlarda gerçekleştirilmiştir. Sismik açıdan da oldukça aktif olan bu bölgede yer alan sıcak su kaynaklarının hidrojeokimyasal özellikleri ve aktif tektonik ile olan ilişkisi ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

1.2.1. Çalışma alanının yeri ve ulaşım

Çalışma alanı Orta-Batı Anadolu'da, kuzey-kuzeydoğuda Kütahya İli, güney-güneybatıda ise Simav İlçesi ile sınırlanan bir alanda yer alır (Şekil 1.1). Çalışma alanına ulaşım Çanakkale-Balıkesir-Simav karayolu ile Çanakkale-Bursa-Kütahya karayollarından sağlanmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

1.2.2. Çalışma alanının yükselti özellikleri

Çalışma alanının çoğunluğu yüksek kesimlerden, diğer kısmı ise platolardan ve düzlük arazilerden oluşmaktadır. Kütahya ilindeki önemli morfolojik yükseltiler şunlardır; Akdağ (1300 m), Eğrigöz (1931 m), Yellice Dağı (1764 m), Gümüşdağ (1901 m), Yeşildağ (1533 m), Türkmen Dağı (1826 m), Şaphane Dağı (2120 m), Muratdağı (2308 m) ve Simav Dağı (1800 m) (<http://www.egev.org/ilraporlari/kutahya.pdf>).

Çalışma alanında yer alan nehirler ise Kocaçay, Gediz, Porsuk, Emet ve Kocasu çaylarıdır. Kütahya ilinde sulama ve diğer amaçlar için kullanılan diğer su kaynakları ise Çavdarhisar, Söğüt, Porsuk ve Beşkariş baraj gölleri ile Simav ilçesindeki Gölcük gölüdür. Simav batısında yer alan Simav Gölü ise, DSİ tarafından açılan tahliye kanalları ile kurutulmuş, bu araziler çevredeki köy halkına tarımsal amaçlı kullanılmak üzere verilmiştir (<http://www.egev.org/ilraporlari/kutahya.pdf>).

Kütahya'daki önemli düzlük alanlar ise Kütahya, Aslanapa, Altıntaş, Tavşanlı, Örencik ve Simav ovalarıdır (<http://www.egev.org/ilraporlari/kutahya.pdf>).

1.2.3. Çalışma alanının iklim ve bitki örtüsü özellikleri

Çalışma alanı, Ege Bölgesi, Marmara Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi iklimleri arasında bir iklime sahiptir. Bölgede, karasal ikliminin sıcak özellikleri ile Marmara Bölgesi ikliminin yağışlı özellikleri bir arada gözlenmektedir. Kış aylarında soğuk, kar yağışlı ve genellikle

don olayına rastlanılan hava koşulları görülmektedir. Yaz ayları aşırı sıcak geçmemektedir ve yaz kuraklığı da nadir olarak gerçekleşmektedir. Kütahya ilinin batı kesimindeki Gediz ve Simav ovaları, yüksekliğin deniz seviyesinden daha düşük olduğu için kısmen daha ılıman iklim özelliklerine sahiptir. Bölgede yağışlar yaz ayları hariç tüm aylarda görülebilmektedir, fakat yazları genelde yağışsız ve kurak geçmektedir. Ortalama yıllık yağış miktarı 491-683 mm arasındadır. En fazla yağış Simav ilçesinde, en az yağış ise Tavşanlı ilçesinde ölçülmüştür. Özellikle yağışların yıllar içerisinde dağılımı farklılık gösterdiğinden, bazı yıllar yağış azlığı tarım üretimini kısıtlayıcı en önemli faktördür (<http://www.egev.org/ilraporlari/kutahya.pdf>).

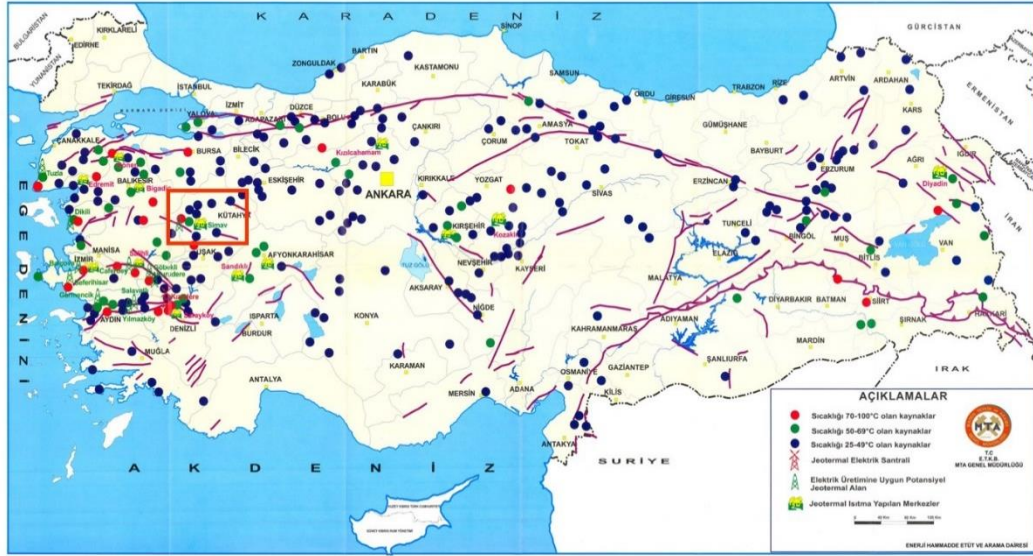
Kütahya meteoroloji istasyonunun ölçümlerine ildeki yıllık sıcaklık ortalaması yaklaşık 11 °C tır. Ocak ve Şubat ayları en soğuk geçen aylar, Temmuz ve Ağustos ayları ise en sıcak geçen aylardır. Aralık ve Ocak ayları bölgede en fazla yağışın düştüğü aylardır, Temmuz ve Ağustos ayları ise genelde yağışsız ve kurak geçmektedir. Kütahya İlinde egemen rüzgar yönü ortalama hızı 1.6 m/s olan kuzeybatı yönüdür. Ayrıca, kuzeyden esen yıldız ve güneybatıdan esen lodos da bölgede etkili olan rüzgar yönüdür (<http://www.egev.org/ilraporlari/kutahya.pdf>).

Genellikle engebeli ve yüksek morfolojinin hakim olduğu Kütahya İlının kuzey, güney ve batı kesimlerinde sık ormanlık alanlar gözlenir. Bölgedeki genel bitki örtüsü, iğne yapraklı ormanlar, meşe çalılıkları ve ormanlar, söğüt ve kavak dizileri ile stepler ve bozkırlardır. Domaniç ile merkez ilçede ormanları kızılçam ve karaçam ağaçlar, iç kesimlerde ormanları mazı meşesi, saçlı meşe ve Lübnan meşesi gibi ağaçlar, Emet ve Tavşanlı ilçelerinde ormanları ardıç ve karaçam gibi ağaçlar, Gediz ve Simav ilçelerindeki ormanları kestane, at kestanesi ve kızılçam gibi ağaçlar oluşturur. Ormanlık alanların büyük bir bölümünde gözlenen kızılçam ağaçları ile birçok maki türleri, bölgedeki bitki örtüsünün ayrı bir özelliğini oluşturur. Ege ve Marmara Bölgeleri kıyı kesimlerinde olduğu gibi, kızılçam ormanlarında akça ağaç, sakız ağacı ve katran ardıcı gibi maki türleri de geniş alanlar kaplar (<http://www.egev.org/ilraporlari/kutahya.pdf>).

1.3. Çalışma Alanındaki Jeotermal Alanlar

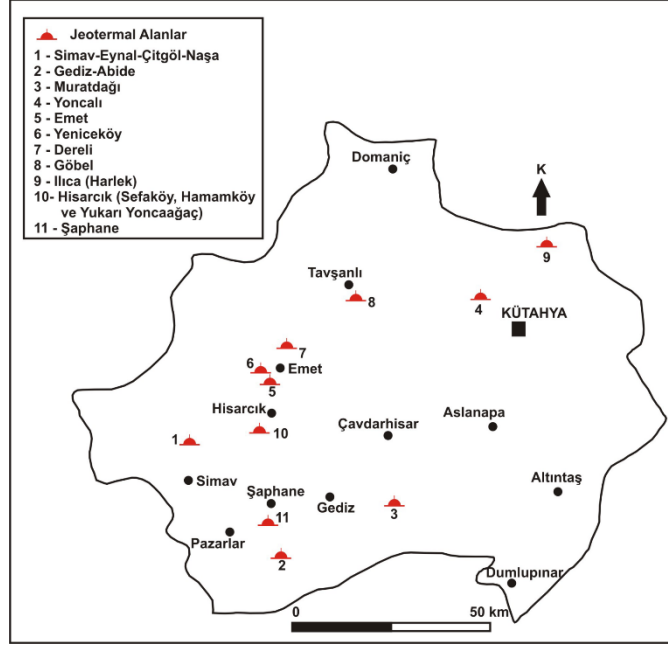
Türkiye'deki aktif fay hatları boyunca yer alan ve sıcaklıkları 20-120 °C arasında olan yaklaşık 1450 adet kaynak çıkışı ve rezervuar sıcaklıkları 35-250 °C derece arasında değişen

450 kuyudan sıcak ve mineralli su çıkışı mevcuttur (Şimşek, 1997; Pfister ve ark., 1998) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Türkiye jeotermak kaynaklar dağılımı ve uygulama haritası (Akkuş ve ark., 2005)

Orta-Batı Anadolu’da yer alan çalışma alanında birçok jeotermal alan bulunmaktadır. Türkiye Diri Fay Haritalarında da aktif fay olarak gösterilen Simav ve Kütahya Fayları arasında kalan alan, aletsel dönemdeki depremler açısından oldukça aktif bir bölge olduğu gibi jeotermal sistemler bakımından da oldukça zengin bir bölgedir. Bu jeotermal alanların çoğu da aktif faylar üzerindedir. 2005 yılında MTA tarafından yapılan Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri’nde Kütahya ilinde birçok jeotermal alan gösterilmiştir (Şekil 1.3). Ancak bu doktora tezi kapsamında bu jeotermal alanlardan 9 tanesinde çalışılmıştır. Bu alanlar Simav’da Naşa, Çitgöl ve Eynal jeotermal alanları, Emet jeotermal alanı, Gediz’de Ilicasu jeotermal alanı, Hisarcık’da Esire jeotermal alanı, Tavşanlı’da Dereli (Günlüce) ve Göbel jeotermal alanları ile Yoncalı jeotermal alanıdır (Şekil 1.4).



Şekil 1.3. Kütahya ili jeotermal alanları (Akkuş ve ark., 2005)



Şekil 1.4. Çalışma alanındaki jeotermal alanların Google Earth görüntüsü (1. Çitgöl jeotermal alanı, 2. Dereli jeotermal alanı, 3. Emet jeotermal alanı, 4. Esire jeotermal alanı, 5. Eynal jeotermal alanı, 6. Göbel jeotermal alanı, 7. Ilıcasu jeotermal alanı, 8. Naşa jeotermal alanı, 9. Yoncalı jeotermal alanı)

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dewey ve Şengör, (1979); Simav ve çevresinde yapmış oldukları çalışmalarında Simav Grabeni'ni sınırlayan fayların derine doğru düzleşen listrik faylar olduğunu belirtmişlerdir.

Tokay ve Doyuran, (1979); Ege Bölgesi'ndeki tipik tektonik yapıyı oluşturan çöküntü havzalarından başlıcalarının Büyük Menderes, Küçük Menderes, Alaşehir, Simav, Gediz, Bergama ve Edremit çöküntü havzaları olduğunu ve bu havzalarının genel gidişlerinin yaklaşık D-B olduğunu belirtmişlerdir. Gediz ve civarındaki fayların doğrultularının ise BKB-DGD ve KD-GB yönlerinde geliştiğini ve bu bölgenin karmaşık blok faylanmalardan etkilendiğini belirtmişlerdir. Alandaki bu fayların egemen olarak eğim atımlı normal faylar olduğunu söylemişlerdir. Bu çöküntü havzalarının Batı Anadolu'da etkili olan açılma rejimi ürünü olduklarını ve bu açılma kuvvetlerinin bölgede etkin olduğunu belirtmişlerdir. Bu kuvvetlerin de bölgede çok eskiden beri süregelen ve zaman zaman büyük olabilen depremlerden anlaşıldığını belirtmişlerdir.

Koçyiğit, (1984); yaptığı çalışmada GB Türkiye'de, deprenselliği en yüksek iki sismik hattın Girit-Rodos-Fethiye-Burdur boyunca ve Simav-Emet-Gediz-Altıntaş boyunca uzanan hatlar olduğunu, ayrıca 1970 depreminden sonra Simav'dan başlayan hatta deprenselliğin önemli ölçüde artmış olduğunu belirtmiştir.

Şener ve Gevrek, (1986); Kütahya ili sınırları içerisinde yer alan hidrotermal alterasyon zonlarını X ışınları tekniği ve jeokimyasal analiz yöntemleri ile inceleyerek bölgede yer alan jeotermal sahaların rezervuar sıcaklıkları ile ilgili yorum yapmışlardır.

Şaroğlu ve ark., (1992); MTA Genel Müdürlüğü adına Türkiye Diri Fay Haritası'nı yapmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında Kütahya ve Simav Faylarını doğrultu atımlı fay olarak göstermişlerdir.

Ardos (1995); yapmış olduğu çalışmada Simav grabeninin oluşumunu, havzayı çevreleyen dağlar ile arasındaki eğim atımlı normal faylara bağlamış ve havzanın bu faylar ile sınırlanan bir graben olduğunu belirtmiştir. Bu fayların atımlarının kimi bölgelerde (Semerköy ve Çiftköy) 500 m'den daha fazla olduğunu belirterek, dağlardan vadiye doğru kademeli bir çökme olduğunu söylemiştir. Ayrıca, bölgedeki volkanik püskürmeler

nedeniyle de faylanmaların oluştuğunu ve Eynal, Naşa ve Çitgöl gibi jeotermal su kaynaklarının bu volkanik çıkışlara bağlı olduğunu belirtmiştir.

Seyitoğlu, (1997); çalışmasında, yaklaşık D-B doğrultulu Simav grabeninin bir Pliyosen (?) -Kuvaterner yapı olduğunu ve KD-GB doğrultulu Demirci, Selendi ve Akdere grabenlerini keser konumda olduğunu belirterek grabenin güney kenarının kuzeye eğimli Simav Fayı tarafından sınırlandığını söylemiştir.

Bozkurt, (2001); çalışmasında, Batı Anadolu'nun, dünyanın en hızlı gerilen ve depremsellik açısından aktif olan bölgelerinden birisi olduğunu ve Batı Anadolu açılma bölgesinin bir parçası olduğunu söylemiştir. Araştırmacı ayrıca yaklaşık D-B gidişli grabenlerin (Edremit, Bakırçay, Kütahya, Simav, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Gökova) ve grabenleri sınırlayan aktif normal fayların Batı Anadolu'daki en göze batan Neotektonik yapıları olduğunu belirtmiştir.

Gemici ve Tarcan, (2002); Simav jeotermal alanında yapmış oldukları çalışmada, termal suların Na-HCO₃-SO₄ tipinde olduğunu saptayarak, sıcak suların yaklaşık 175-200 °C rezervuar sıcaklığına sahip olduğunu önermişlerdir.

Gemici ve ark., (2004); Emet bölgesindeki jeotermal kaynaklarda yapmış oldukları çalışmalarında, bölgedeki sıcak suların genel olarak Ca-Mg-SO₄-HCO₃ tipinde olduğunu ve jeotermometre uygulamaları ile rezervuar sıcaklığının yaklaşık 75-87 °C civarında olduğunu belirtmişlerdir.

Koçyiğit ve Deveci, (2005); yaptıkları çalışmada güneydoğuda Karaman ile kuzeybatıda Sındırgı arasındaki alanda, 10-30 km genişlikte, 500 km uzunlukta, KB-GD gidişli ve süreksiz verev atımlı normal bir fay sisteminin varlığını belirterek, bu büyük sismojenik kuşağı Akşehir-Simav Fay Sistemi olarak adlandırılmışlardır.

Gürer ve ark., (2005); Ege Bölgesi'nin doğusunda yer alan Kütahya'nın, BKB uzanımlı bir havza içinde yer aldığını belirterek bu havzaya "Kütahya Grabeni" adını vermişlerdir. Grabenin dolgusu Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökellerden oluşup, bu özellikleri ile grabenin Pliyo-Kuvaterner'de oluştuğunu belirtmişlerdir.

Çiftçi ve Bozkurt, (2006); Gediz grabeninin güney kenarını denetleyen normal fay sistemleri Kuvaterner birimleri ve Neojen birimlerini etkileyen faylar olmak üzere iki ayrı grup altında incelemişlerdir.

Doğan ve Emre, (2006); yaptıkları çalışmada, Simav Fayı'nın yaklaşık BKB-DGD genel doğrultusunda uzanan 7 alt fay veya segmentten meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Güneş, (2006); Gediz-Ilıcasu ve Muratdağı jeotermal alanlarında yapmış olduğu çalışmada, her iki jeotermal alanın rezervuar özelliklerini araştırarak Ilıcasu'daki sıcak suların Na-HCO₃-SO₄ tipinde, Muratdağı alanındaki sıcak suların Ca-SO₄ tipinde olduğunu belirlemiştir. Ayrıca uygulanan jeotermometre analizleri ile rezervuar sıcaklığını Ilıcasu alanında 139-154 °C, Muratdağı alanında ise 84 °C olarak önermiştir.

Palabıyık ve Serpen, (2008); Simav jeotermal alanındaki termal suların Na-HCO₃-SO₄ tipinde, yeraltı sularının etkisiyle dūřuk Cl içerikli olduğunu belirterek, farklı jeotermometre uygulamaları ile rezervuar sıcaklığınının 150-250 °C olduğunu belirlemişlerdir.

Gündüz ve ark., (2009); Simav ovası yeraltı sularındaki yüksek arseniği, ilksel olarak bölgedeki jeojik birimlere dayandırarak, alandaki eski bi Cu-Pb-Zn madeni artıkları ile bu bölgedeki üç jeotermal sahadaki sıcak suların soğuk sular ile karışımdan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

zburan ve Gürer, (2009); Kütahya ve çevresinde sıkışmalı yapılarla temsil edilen paleotektonik rejimin, gerilmeli yapıların geliştiği Neotektonik döneme geçişini Geç Pliyosen-Kuvaterner (?) arası olarak önermişlerdir ve fay zonu boyunca gözlenen, sıcak-soğuk su kaynaklarının varlığı, üçgen yüzeyler, asılı vadiler, fay n tortullarından ve yelpazelerden oluşan geç okeller ile mikrodeprem aktivitesine dayanarak bu fay zonunun çok geç ve aktivitesinin hala devam ettiğini belirtmişlerdir.

Emre ve ark., (2011); yapmış oldukları yeni Türkiye Diri Fay Haritası, Kütahya paftasında Simav Fayı'nı sağ yanal doğrultu atımlı fay olarak, Kütahya Fayı'nı ise kuzeye eğimli normal fay olarak göstermişlerdir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

Yukarıda özetlenen amaç ve kapsam doğrultusunda tanımlanan hedeflere ulaşmak amacıyla, bu doktora çalışması aşağıda belirtilen aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

3.1. Literatür Tarama Çalışmaları

Çalışma alanı ile ilgili mevcut ve daha önce yıllarda yapılmış jeolojik, tektonik ve hidrojeokimyasal çalışmalar derlenmiştir.

3.2. Arazi Çalışmaları

Kütahya ve Simav Fayları arasında kalan jeotermal alanlarda aktif fay hatları boyunca yer alan sıcak su kaynakları belirlenmiştir. Bununla beraber, jeotermal alanların ve yakın civarının var olan jeoloji ve aktif fay haritaları revize edilmiştir.

3.3. Hidrojeokimyasal Çalışmalar

Sıcak su kaynaklarından Mayıs 2010-Nisan 2013 tarihleri arasında düzenli olarak ve 10 farklı dönemde (28 Mayıs 2010, 13 Mayıs 2011, 21 Mayıs 2011, 14 Temmuz 2011, 26 Kasım 2011, 23 Nisan 2012, 25 Temmuz 2012, 25 Ağustos 2012, 3 Kasım 2012 ve 30 Mart 2013) izleme (monitoring) çalışması yapılmıştır. Bu sıcak su kaynaklarında yerinde ölçümler (pH, sıcaklık ($T^{\circ}C$), elektriksel iletkenlik (EC)) yapılmıştır. Bu ölçümler WTW Multi 340i ve Eutech CyberScan PCD 650 pH/iletkenlik/iyon cihazları ile yapılmıştır. Ayrıca bu sıcak su kaynaklarından 500 ml lik polietilen su şişelerine alınan su örneklerinin bikarbonat (HCO_3^-) değerleri laboratuvarda titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bu su örneklerinin anyon ve katyon (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , SO_4^{-2} ve Cl^-) analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarlarında ICP-OES ve iyon kromatografisi cihazlarında yapılmıştır.

3.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Arazi gözlemleri, alanın deprenselliği ve sıcak suların fiziksel ve kimyasal parametreleri karşılaştırılarak bu doktora tezi hazırlanmıştır.

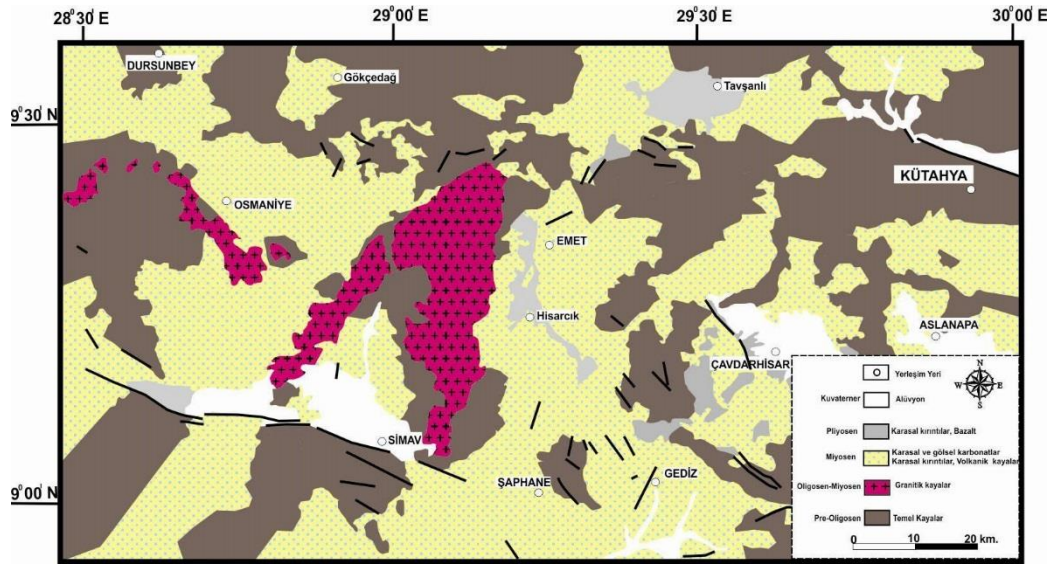
BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Çalışma Alanındaki Jeotermal Alanların Jeolojisi

Orta-Batı Anadolu’da kuzeyde Kütahya Fayı, güneyde ise Simav Fayı ile sınırlanan çalışma alanında çoğu aktif faylar üzerinde yer alan birçok jeotermal alan vardır. Yapılan bu çalışmada 9 farklı jeotermal alanda sıcak su kaynakları belirlenmiştir. Bu alanlar Eynal, Naşa ve Çitgöl (Simav), Ilıcasu (Gediz), Emet, Esire (Hisarcık), Dereli (Günlüce-Tavşanlı), Göbel (Tavşanlı) ve Yoncalı jeotermal alanlarıdır.

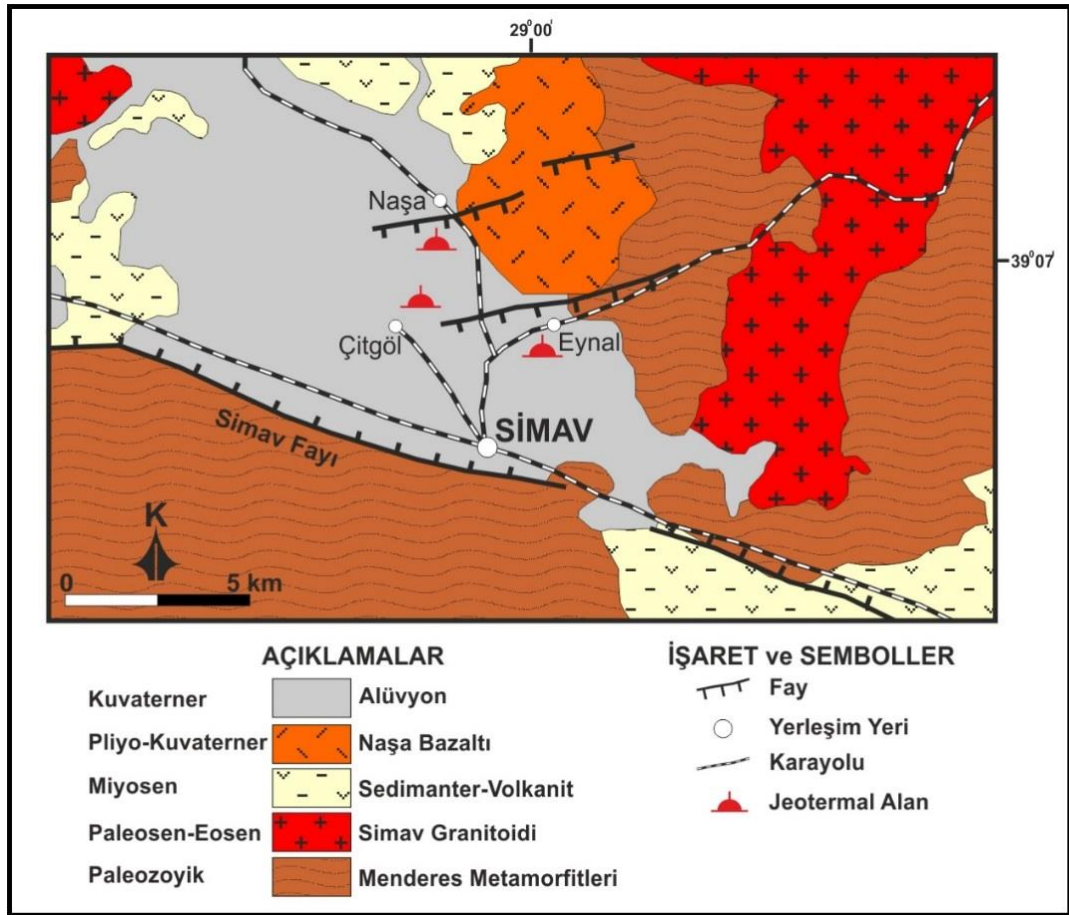
Çalışma alanının bölgesel jeolojisine bakıldığında, Menderes Masifi’nin en kuzey ucunu temsil eder. Temelde Oligosen öncesi metamorfik kayalardan oluşan temel kayalar yer almaktadır. Oligosen-Miyosen yaşlı granitik kayalar bunları keserek yerleşmişlerdir. Bu birimlerin üzerinde Miyosen yaşlı volkanik, karasal kırıntılı, gölsel ve karasal karbonatlı kayalar geniş yayılımlar sunarken, Pliyo-Kuvaterner yaşlı karasal kırıntılı ve karbonatlarla örtülmekte ve bazaltik kayalar tarafından da kesilmektedir. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, bölgedeki tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir (Konak, 2002) (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışma alanının genel jeoloji haritası (Konak, 2002 ve Şaroğlu ve ark., 1992'den değiştirilerek)

4.1.1. Çitgöl, Eynal ve Naşa (Simav) jeotermal alanları

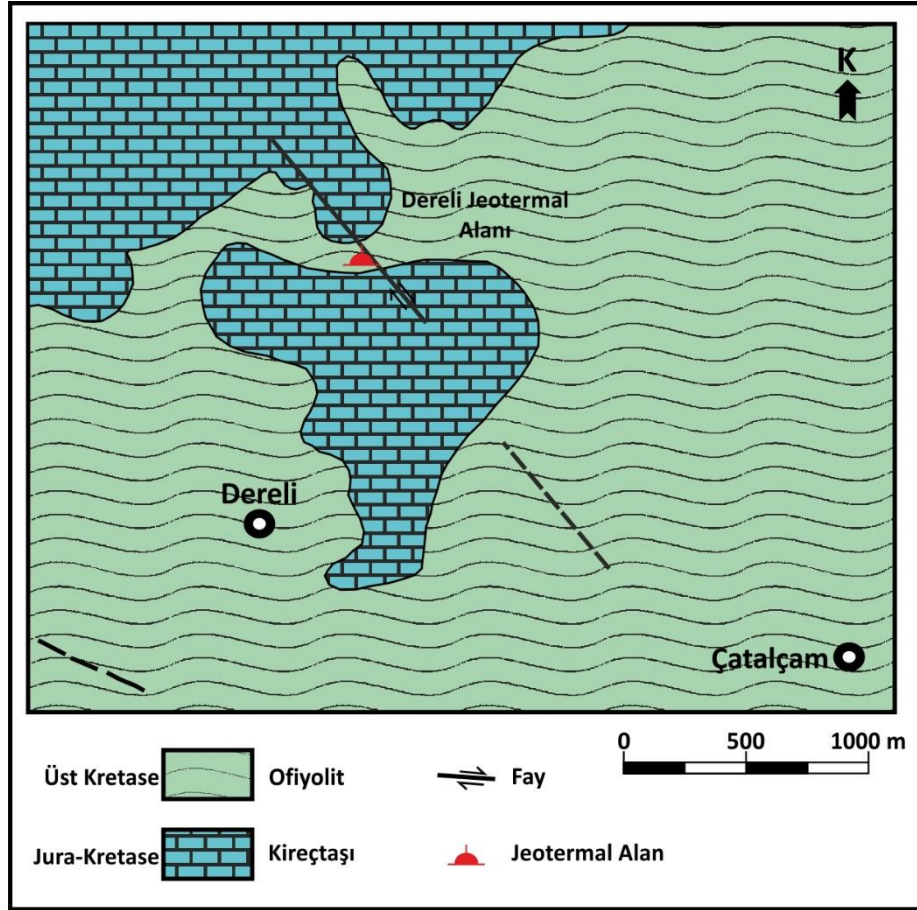
Simav'da yer alan jeotermal alanların temelinde; gnays, migmatit ve şist türü metamorfik kayalardan oluşan Paleozoyik yaşlı Menderes metamorfitleri yer almaktadır (Akdeniz ve Konak, 1979). Bu metamorfik kayaları keser durumda granodiyorit-monzogranitten oluşan Paleosen-Eosen yaşlı Simav granitoidleri yer alır (Akdeniz ve Konak, 1979; Yücel ve ark., 1983). Bu kayaların üzerinde uyumsuz olarak Orta-Üst Miyosen yaşlı konglomera, kumtaşı, marn, kıltaşı, killi kireçtaşı ve tuf gibi sedimanter ve volkanik kayalardan oluşan bir istif yer alır (Gün ve ark., 1979; Akdeniz ve Konak, 1979). Pliyo-Kuvaterner yaşlı Naşa bazaltı ise bölgedeki en genç volkanik etkinliktir (Ercan ve ark., 1982; Yücel ve ark., 1983). Tüm bu kaya birimlerini de Kuvaterner yaşlı alüvyon uyumsuz olarak örter (Şekil 4.2). Alanda rezervuar kayalar Menderes metamorfitlerine ait metamorfik kayalardır. Naşa bazaltı ise ikincil rezervuar konumundadır (Yücel ve ark., 1983).



Şekil 4.2. Simav ve yakın civarının jeoloji haritası (Konak, 2002'den değiştirilerek)

4.1.2. Dereli (Günlüce-Tavşanlı) jeotermal alanı

Dereli ve yakın çevresinde Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı ve ofiyolitik melanj yüzlek vermektedir (Öktü, 1984) (Şekil 4.3). Dereli jeotermal alanı için rezervuar kayaçlar karbonatlar ve ofiyolitik kayaçlardır. Dereli kaplıca binası karşısındaki mostrada gözlenen serpantinlerde ölçülen doğrultu atımlı sağ yanal normal fayın durumu K40B/69 KD, 32GD dir. Bu fayın, kaynağın yüzeye çıkışında etkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.4).



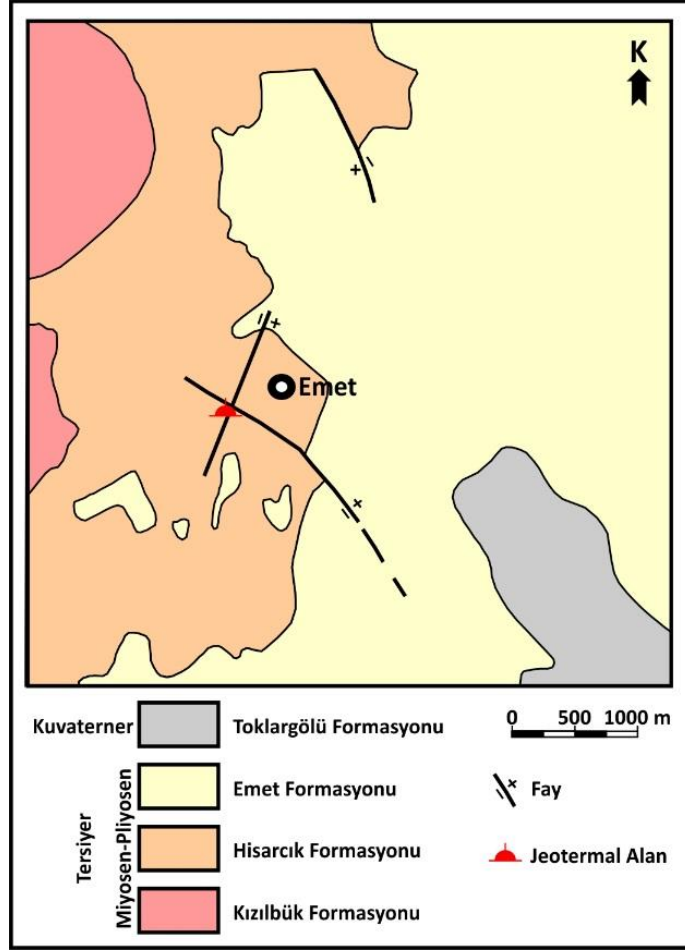
Şekil 4.3. Dereli jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (Öktü, 1984'den değiştirilerek)



Şekil 4.4. Dereli kaplıcaları civarında gözlenen fay düzleminin görünümü

4.1.3. Emet jeotermal alanı

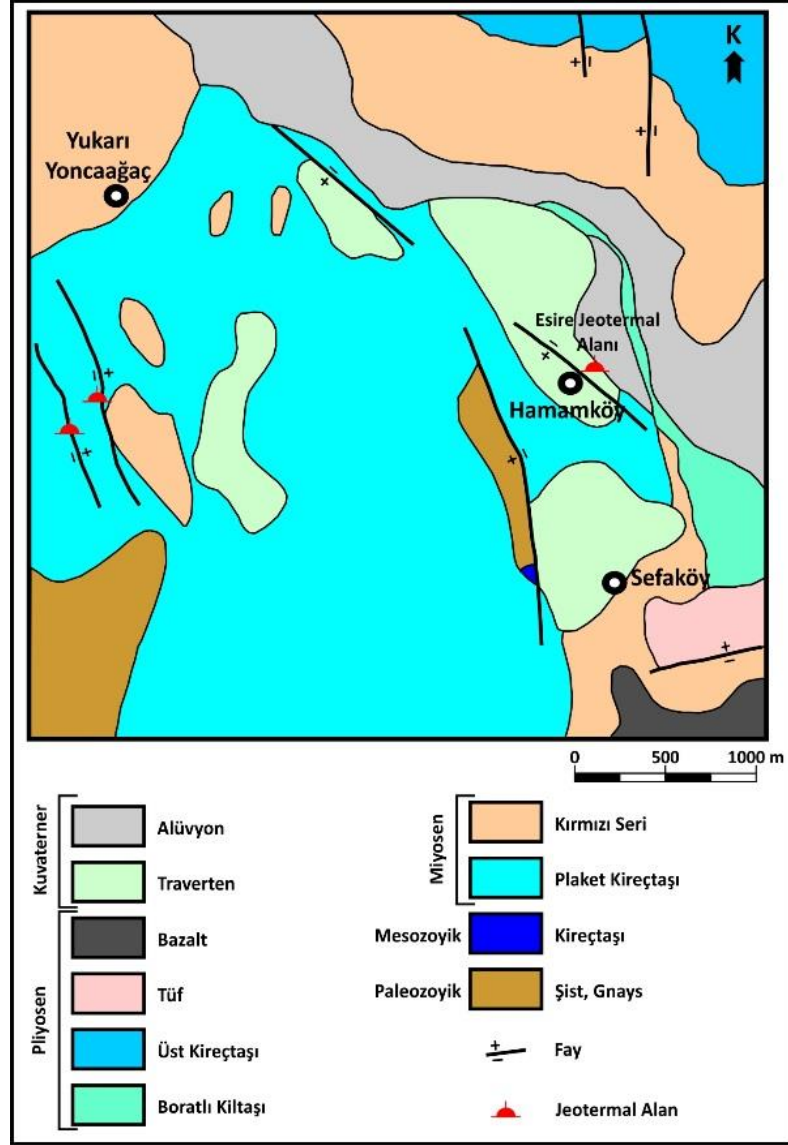
Alanın temelini kumtaşı, marn ve killi kireçtaşı ardalanmalı Miyosen yaşlı Kızılbük formasyonu oluşturur. Bunların üzerinde tuf, plaket kireçtaşı, boratlı kilitaşı, marn ve çakiltası birimlerinden oluşan Pliyosen yaşlı Hisarcık ve Emet formasyonları yer alır. Kuvaterner yaşlı traverten ve kırıntılardan oluşan alüvyal örtü alandaki en genç birimdir (Didik, 1995) (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Emet jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (Didik, 1995'ten değiştirilerek)

4.1.4. Esire (Hisarcık) jeotermal alanı

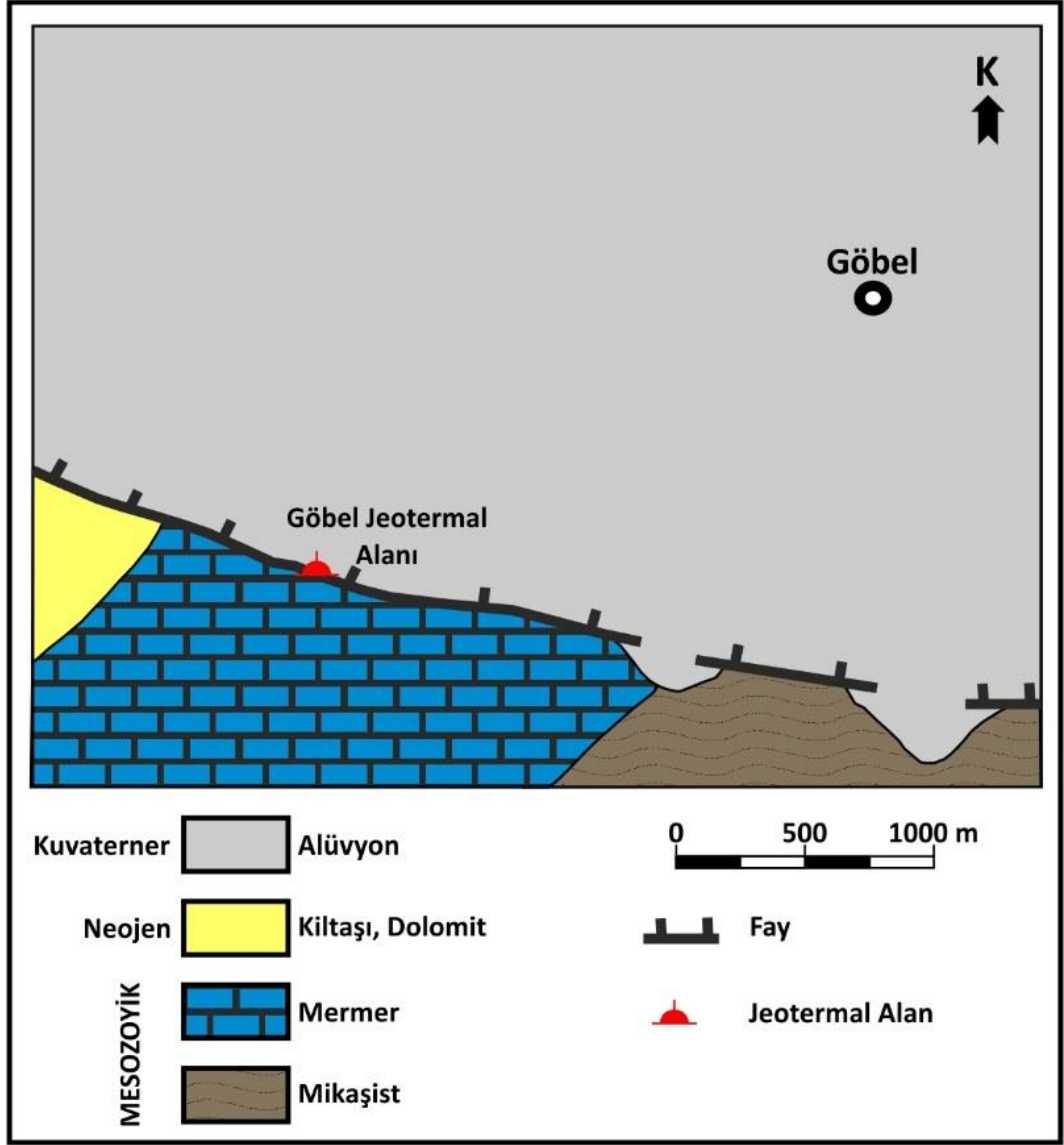
Esire (Hamamköy-Hisarcık) jeotermal alanının temelinde şist ve gnays türü metamorfik kayalardan oluşan Paleozoyik yaşlı birimler yer alır. Kretase yaşlı koyu gri renkli kireçtaşları bunlar üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Bütün bu birimler üzerinde taban çakıltası, dasitik ve andezitik tüfler, plaket kireçtaşları ve kırmızı renkli, bordo, şarabi-kırmızı renkli konglomera ve kumtaşı ardalanmasından oluşan ve kırmızı seri ile temsil edilen Miyosen yaşlı birimler uyumsuz olarak yer alır. Pliyosen yaşlı boratlı kiltası, kireçtaşı, tuf ve bazalt gibi kayalardan oluşan seri ile Kuvaterner yaşlı traverten, çakıl, kum ve kilden oluşan alüvyon alandaki en genç kaya birimlerdir (Coşar ve ark., 1984) (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Esire jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (Coşar ve ark., 1984'ten değiştirilerek)

4.1.5. Göbel (Tavşanlı) jeotermal alanı

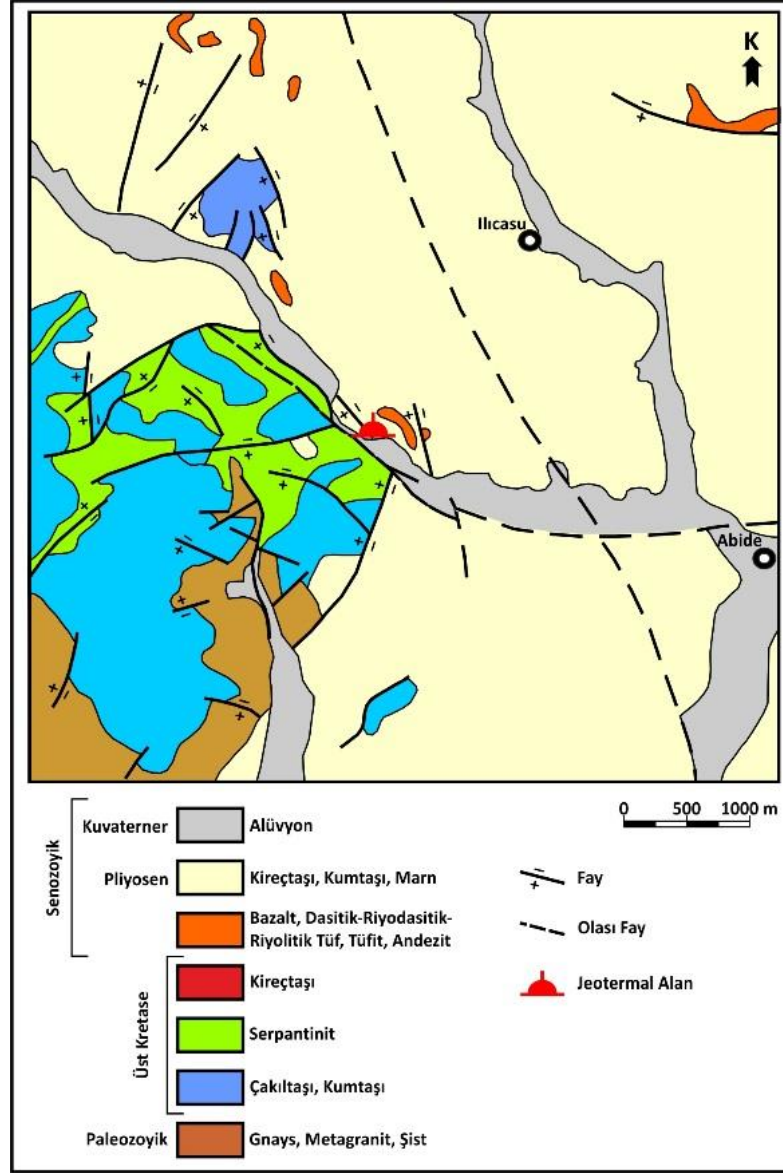
Alanın temelinde Mesozoyik yaşlı mermerler ve mikaşistlerin oluşturduğu metamorfik kayalar yer almaktadır. Bunların üzerinde uyumsuz olarak Neojen yaşlı kilitaşı ve dolomit gibi sedimanter kayaların oluşturduğu istif ile Kuvaterner yaşlı alüvyon yer almaktadır (Demirel, 1991) (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Göbel jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (Demirel, 1991'den değiştirilerek)

4.1.6. Ilıcasu (Gediz) jeotermal alanı

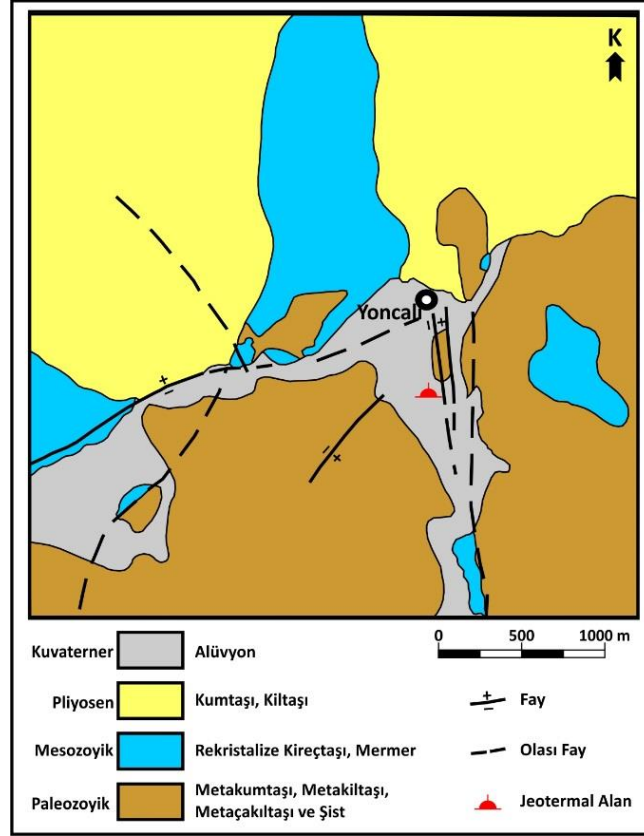
Alanın temelinde Paleozoyik yaşlı gnays, metagranit ve şist türü metamorfik kayalar yer alır. Bunlar üzerinde Üst Kretase yaşlı çakıltaşı-kumtaşı, serpantin ve silisifiye kireçtaşı türü kayalardan oluşan ofiyolitik karmaşık yer alır. Volkanik etkinliğe bağlı olarak bazalt, tuf, dasit ve andezit türü volkanik kayalardan Tersiyer yaşlı seri alanda uyumsuz olarak yer alır. Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, marn ve kireçtaşından oluşan istif ise bu birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Alandaki en genç oluşuklar ise Kuvaterner yaşlı alüvyondur (Ünlü ve Ünal, 1971) (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Ilıcasu jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (Ünlü ve Ünal, 1971'den değiştirilerek)

4.1.7. Yoncalı jeotermal alanı

Alanın temelinde Paleozoyik yaşlı mermer, metakumtaşı, metakıltaşı, metaçakıltaşı ve şistlerden oluşan metamorfik birimler yer alır. Bunların üzerinde Mesozoyik yaşlı rekrystalize kireçtaşı ve mermerlerden oluşan metamorfik kayalar yer alır. Tüm bu metamorfik kayalar üzerinde ise uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı gevşek tutturulmuş kumtaşı ve kıltaşı birimleri yer alır. Kuvaterner yaşlı alüvyonu oluşturan kırıntılar bölgedeki en genç birimdir (Özmutaf ve Burçak, 1995) (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Yoncalı jeotermal alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (Özmutaf ve Burçak, 1995'ten değiştirilerek)

4.2. Çalışma Alanındaki Jeotermal Alanların Hidrojeokimyası

Bu çalışma kapsamında arazide belirlenen sıcak su kaynakları başında yapılan ölçümlerde WTW Multi 340i ve Eutech CyberScan PCD 650 pH/iletkenlik/iyon cihazı ile suların sıcaklık ($T^{\circ}\text{C}$), pH, iletkenlik ($\text{EC } \mu\text{S/cm}$) ve redoks (Eh) gibi fiziksel özellikleri ölçülmüştür. Araziden alınan sıcak su örneklerinin major iyon analizleri ise Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilim ve Uygulama Merkezi (ÇOBİLTUM) laboratuvarlarında ICP-OES ve iyon kromatografisi cihazlarında yapılmıştır.

Elde edilen analiz sonuçları Microsoft Excel, AquaChem ve Phreeqc (Parkhurst ve Appelo, 1999) gibi bilgisayar programlarından yararlanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Güleç ve Mutlu (2002), Tarcan (2002) ve Eroğlu ve Aksoy (2003) yazarlarının yaz okulu ve seminer notlarından yararlanılmıştır.

Alandaki sıcak sulardaki majör iyonların meq/l derişimlerine göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrokimyasal fasiyes tipleri, Uluslararası Hidrojeologlar

Birliği (IAH) Sıcak ve Mineralli Sular Komisyonu alışma Raporu'nda belirtilen sınıflamadaki; suda çözünmüş başlıca iyonlar, anyon ve katyonlar ayrı ayrı olmak üzere yine litrede eşdeğer gram olarak % 20'sinden fazla çözünmüş bulunan iyonlara göre (önce katyonlar sonra anyonlar sırasıyla yazılarak) su tipi belirlenmesine göre yapılmıştır (IAH, 1979).

Ayrıca alandaki sıcak suların su tiplerini belirleyebilmek için Piper ve Schoeller diyagramları hazırlanmıştır. Sıcak su kaynaklarının litoloji ile ilişkileri ve dolaşım sistemleri boyunca meydana gelen hidrojeokimyasal evrim süreçleri Piper diyagramları kullanılarak da açıklanmaya çalışılmıştır. Piper diyagramı anyon ve katyonların (% eşdeğer gram cinsinden) ayrı ayrı gösterildiği iki ayrı üçgenden ve tüm iyonların ortaklaşa gösterildiği bir dörtgenden oluşmaktadır. Üçgen diyagramlar suların hidrokimyasal fasiyes tiplerinin görölmesinde, dörtgen ise suların sınıflamasında ve karşılaştırılmasında kolaylık sağlamaktadır. Schoeller yarı logaritmik diyagramlar ise gerek iyonların topluca tek bir diyagramda görüntüleme kolaylığı açısından, gerekse benzer ve farklı kökenli suların karşılaştırılması kolaylığı açısından hidrojeolojide oldukça sık kullanılan diyagramlardır. Schoeller yarı logaritmik diyagramında benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına ait sular benzer pik verirler (Back, 1966).

Kütahya ve Simav Fayları arasında kalan bölgede 9 adet jeotermal alanda sıcak su kaynakları belirlenmiştir (izelge 4.1).

Çizelge 4.1. Çalışma alanındaki jeotermal alanların yer ve konum bilgileri

Sayı	Lokasyon	İlçe	şehir	Boylam (D)	Enlem (K)	Kot
				(m)	(m)	(m)
1	itgöl	Simav	Kütahya	35 S 0669955	4333650	797
2	Dereli	Günlüce	Kütahya	35 S 0694976	4370738	598
3	Emet	Emet	Kütahya	35 S 0694378	4357401	873
4	Esire	Hisarcık	Kütahya	35 S 0696590	4342027	882
5	Eynal	Simav	Kütahya	35 S 0672468	4332920	829
6	Göbel	Tavşanlı	Kütahya	35 S 0709682	4375005	850
7	Ilıcasu	Gediz	Kütahya	35 S 0695667	4312791	711
8	Naşa	Simav	Kütahya	35 S 0669446	4334708	793
9	Yoncalı	Yoncalı	Kütahya	35 S 0744253	4375077	990

Belirlenen bu sıcak kaynaklarından düzenli olarak ve belirli periyodik zamanlarda yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar 10 farklı dönemde, 28 Mayıs 2010, 13 Mayıs 2011, 21 Mayıs 2011, 14 Temmuz 2011, 26 Kasım 2011, 23 Nisan 2012, 25 Temmuz 2012, 25 Ağustos 2012, 03 Kasım 2012 ve 30 Mart 2013 tarihlerinde yapılmıştır.

4.2.1. Çitgöl (Simav) jeotermal alanı

Çitgöl jeotermal alanı, Simav (Kütahya) ilçe merkezinin yaklaşık 5 km kuzeybatısında yer almaktadır. Alanda MTA'nın 1985 yılında açmış olduğu yaklaşık 100 m derinliğindeki Ç-1 nolu sondaj kuyusundan yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Çitgöl jeotermal alanı örnekleme yeri

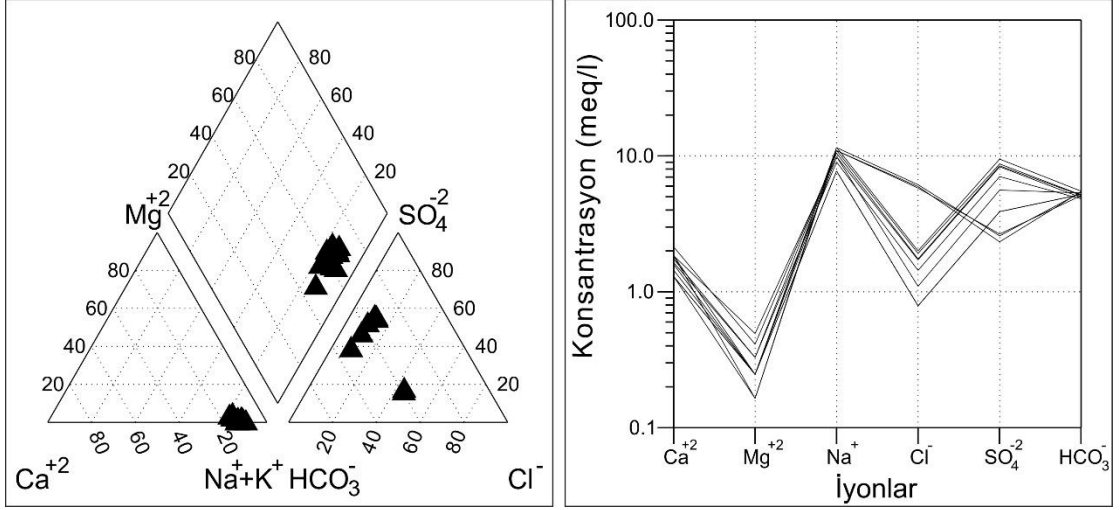
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.11).

Çizelge 4.2. Çitgöl jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	79,30	6,84	1736	178,69	24,13	26,32	3,37	28,55	187,65	318,00
13.05.2011	69,20	7,61	1632	252,05	29,30	29,19	3,30	211,60	112,19	334,89
21.05.2011	60,00	7,59	1655	252,30	29,72	35,51	4,33	206,40	128,75	312,32
14.07.2011	79,90	7,45	1740	265,80	33,09	26,49	2,79	218,40	124,71	330,01
26.11.2011	64,00	7,44	1860	241,90	53,55	43,08	5,11	62,30	406,24	313,24
23.04.2012	61,00	7,45	1526	227,50	31,83	37,48	6,60	39,61	269,19	326,66
25.07.2012	78,70	7,51	1935	266,81	60,61	37,05	3,61	71,10	455,98	336,72
25.08.2012	78,40	7,76	1961	253,45	59,62	37,41	2,78	68,74	419,76	315,26
03.11.2012	60,90	7,35	1744	208,24	35,22	33,66	4,49	51,85	338,58	295,55
30.03.2013	65,20	7,48	1729	227,50	72,70	32,16	3,76	61,27	400,24	302,74

Çizelge 4.3. Çitgöl jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	KatyonSıralaması	AnyonSıralaması	Su Tipi
Çitgöl	28.05.2010	Na+K>Ca>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Na- HCO ₃ -SO ₄ -
	13.05.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Cl-HCO ₃
	21.05.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Cl-HCO ₃
	14.07.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Cl-HCO ₃
	26.11.2011	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	23.04.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	25.07.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	25.08.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	03.11.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	30.03.2013	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃



Şekil 4.11. Çitgöl jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Çitgöl jeotermal alanındaki sıcak sularda ana katyon Na olup konsantrasyon sıralamasına göre bunu Ca ve Mg takip etmektedir. Ana anyon ise SO₄ olup, bunu HCO₃ ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Na-SO₄-HCO₃ su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2.2. Dereli (Günlüce-Tavşanlı) jeotermal alanı

Dereli jeotermal alanı Günlüce Beldesi ile Tavşanlı İlçesi arasında, Tavşanlı (Kütahya) İlçe merkezinin yaklaşık 20 km güneybatısında yer almaktadır. Alanda bulunan sıcak su kaynağından yerinde ölçüm ve su örnekleme yapılmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Dereli jeotermal alanı örnekleme yeri

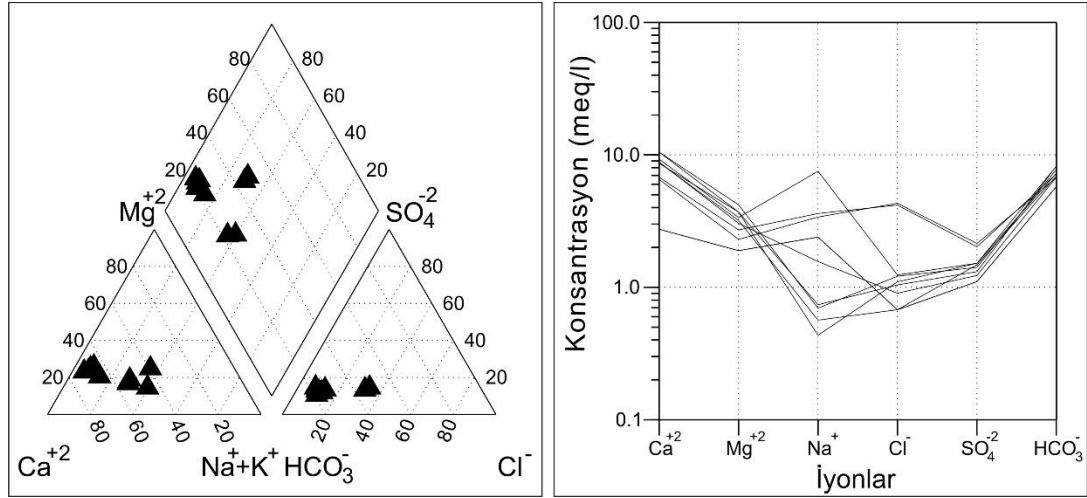
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.5’te verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.13).

Çizelge 4.4. Dereli jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	39,00	6,42	1315	55,75	4,15	55,62	23,62	24,45	53,85	352,96
13.05.2011	38,80	6,67	1291	83,96	6,89	136,91	33,15	148,20	97,05	439,20
21.05.2011	ÖRNEKLEME YAPILAMADI									
14.07.2011	38,90	6,24	1294	78,74	6,35	131,10	28,38	153,80	103,64	411,75
26.11.2011	39,00	6,48	1309	36,59	10,27	177,00	37,49	32,96	59,22	415,41
23.04.2012	36,90	6,52	1328	10,20	11,21	210,20	45,08	39,41	73,12	502,95
25.07.2012	38,40	6,58	1346	17,18	13,62	173,75	45,66	37,92	63,06	504,78
25.08.2012	38,80	6,21	1360	16,52	16,29	210,80	51,45	43,41	68,40	475,68
03.11.2012	37,10	6,37	1379	13,29	11,53	175,80	39,32	24,41	71,06	422,73
30.03.2013	36,90	6,38	1353	173,35	18,56	186,10	41,20	44,29	73,62	443,27

Çizelge 4.5. Dereli jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	Katyon Sıralaması	Anyon Sıralaması	Su Tipi
Dereli	28.05.2010	Ca>Na+K>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Na-Ca-Mg-HCO ₃
	13.05.2011	Ca>Na+K>Mg	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl
	21.05.2011	ÖRNEKLEME		YAPILAMADI
	14.07.2011	Ca>Na+K>Mg	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Ca-Na-HCO ₃ -Cl
	26.11.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	23.04.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	25.07.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	25.08.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	03.11.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	30.03.2013	Ca>Na+K>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Na-Mg-HCO ₃



Şekil 4.13. Dereli jeotermal alanındaki sıcak suların alman verilerine göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Dereli jeotermal alanındaki sıcak suların ana katyon Ca olup konsantrasyon sıralamasına göre bunu Na ve Mg takip etmektedir. Ana anyon ise HCO₃ olup, bunu SO₄ ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Ca-Mg-HCO₃ su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2.3. Emet jeotermal alanı

Emet jeotermal alanı Emet ilçe merkezinde yer almaktadır. Alanda MTA'nın 1997 yılında açmış olduğu 185 m derinliğindeki E-2 nolu sondaj kuyusundan yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Emet jeotermal alanı örnekleme yeri

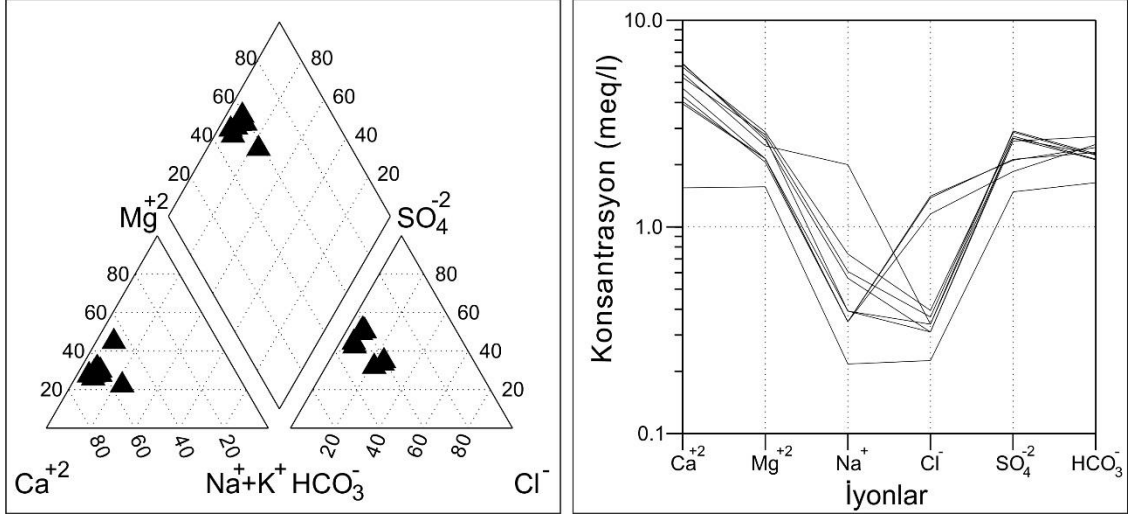
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.15).

Çizelge 4.6. Emet jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	42.50	7.26	625	5.47	1.79	31.33	19.82	8.17	71.85	100.00
13.05.2011	42.00	7.35	621	8.09	3.33	79.52	26.76	50.05	101.15	148.84
21.05.2011	41.40	7.51	621	8.16	3.56	81.89	26.59	41.22	89.48	153.72
14.07.2011	41.70	6.76	626	8.78	3.66	86.58	25.90	49.26	102.83	140.30
26.11.2011	43.00	7.28	664	13.91	5.60	124.40	32.95	11.61	129.62	137.86
23.04.2012	39.70	7.25	653	9.63	2.51	123.20	33.74	11.58	125.65	167.45
25.07.2012	41.80	7.42	652	14.93	6.83	106.15	34.32	13.39	138.43	136.34
25.08.2012	41.80	7.96	646	17.36	8.16	119.55	35.14	14.15	132.61	130.43
03.11.2012	41.30	7.10	666	9.18	4.61	94.85	26.58	12.41	129.81	129.02
30.03.2013	39.90	7.04	656	46.93	11.73	111.10	30.36	12.87	140.33	138.70

Çizelge 4.7. Emet jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	Katyon Sıralaması	Anyon Sıralaması	Su Tipi
Emet	28.05.2010	Mg>Ca>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	13.05.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
	21.05.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	14.07.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
	26.11.2011	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	23.04.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	25.07.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	25.08.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	03.11.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	30.03.2013	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄



Şekil 4.15. Emet jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Emet jeotermal alanındaki sıcak sularda ana kation Ca olup konsantrasyon sıralamasına göre bunu Mg ve Na takip etmektedir. Ana anyon ise HCO₃ olup, bunu SO₄ ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Ca-Mg-HCO₃-SO₄ su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2.4. Esire (Hisarcık) jeotermal alanı

Esire jeotermal alanı Hamamköy-Hisarcık ilçe merkezinin yaklaşık 15 km güneydoğusunda yer almaktadır. Alanda yer alan işletmenin içerisindeki doğal kaynaktan yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Esire jeotermal alanı örnekleme yeri

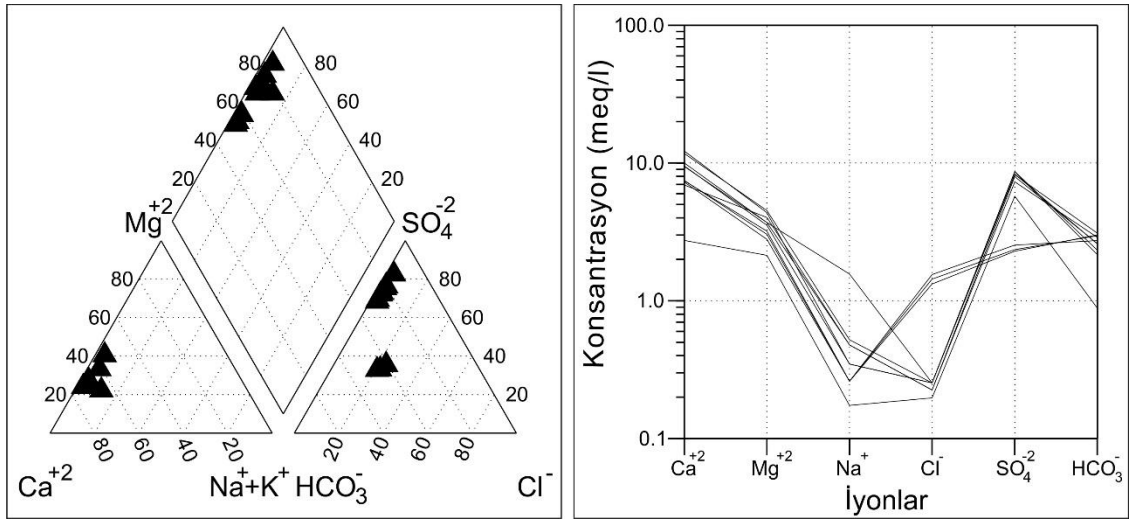
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.17).

Çizelge 4.8. Esire jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	46.00	7.92	975	4.54	0.97	55.00	26.02	7.13	276.80	54.00
13.05.2011	45.10	7.13	971	6.84	1.86	150.67	37.95	51.73	113.17	181.78
21.05.2011	46.60	7.29	961	6.58	1.90	149.15	39.06	47.37	110.15	184.83
14.07.2011	42.50	6.52	970	6.38	1.80	146.00	34.29	55.22	122.10	167.45
26.11.2011	48.00	6.96	999	11.21	3.31	139.25	49.69	8.28	383.55	159.82
23.04.2012	48.50	6.36	1004	8.52	0.81	245.25	53.20	9.05	395.39	189.10
25.07.2012	47.00	6.18	996	11.08	3.91	189.00	45.13	8.07	351.49	176.29
25.08.2012	48.50	7.65	995	12.75	4.32	235.95	55.35	9.03	400.56	158.45
03.11.2012	46.40	6.62	1011	8.08	2.84	191.75	43.18	9.26	416.37	132.37
30.03.2013	48.30	6.81	1003	36.73	6.64	201.95	45.00	9.05	417.37	142.36

Çizelge 4.9. Esire jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	Katyon Sıralaması	Anyon Sıralaması	Su Tipi
Esire	28.05.2010	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄
	13.05.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	21.05.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	14.07.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	26.11.2011	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃
	23.04.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃
	25.07.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃
	25.08.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄
	03.11.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄
	30.03.2013	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄



Şekil 4.17. Esire jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Esire jeotermal alanındaki sıcak sularda ana kation Ca olup konsantrasyon sıralamasına göre bunu Mg ve Na takip etmektedir. Ana anyon ise SO₄ olup, bunu HCO₃ ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Ca-Mg-SO₄ su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2.5. Eynal (Simav) jeotermal alanı

Eynal jeotermal alanı Simav ilçe merkezinin yaklaşık 4 km kuzeybatısında yer almaktadır. Alanda MTA'nın 2004 yılında açmış olduğu 208 m derinliğindeki E-9 nolu sondaj kuyusundan yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Eynal jeotermal alanı örnekleme yeri

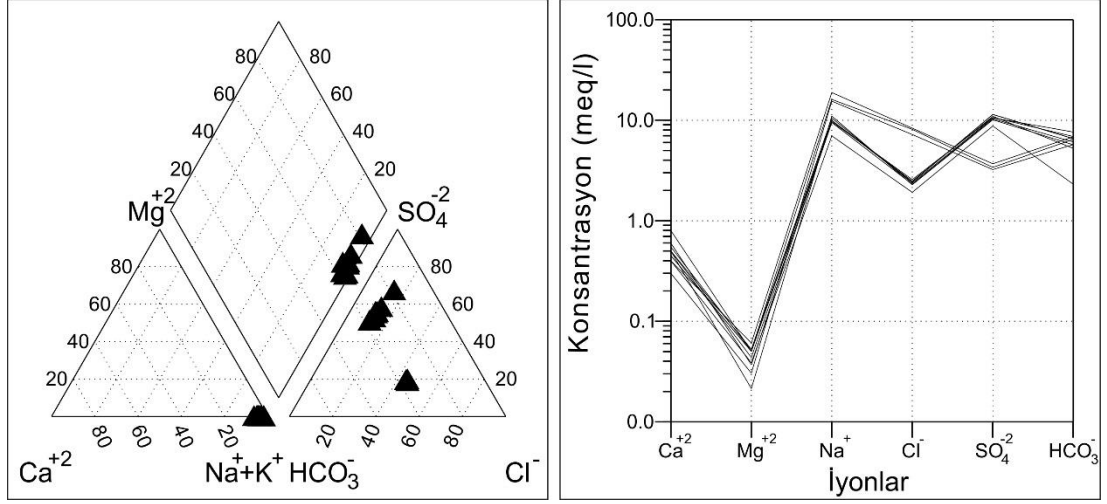
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.19).

Çizelge 4.10. Eynal jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	86.40	8.25	2230	161.52	38.33	8.62	0.47	68.10	421.60	141.00
13.05.2011	82.10	8.83	2080	356.18	48.98	6.38	0.37	256.70	155.90	350.14
21.05.2011	83.50	8.47	2140	370.32	51.68	11.04	0.62	288.60	163.11	395.28
14.07.2011	90.40	8.11	2160	434.95	66.15	8.78	0.74	296.60	177.98	418.77
26.11.2011	87.00	8.63	2181	229.89	77.69	12.79	0.45	88.51	525.70	321.47
23.04.2012	92.00	8.70	2176	253.32	65.66	10.72	0.26	81.22	485.88	348.01
25.07.2012	83.00	8.59	2532	242.87	76.94	10.99	0.64	84.73	507.85	466.35
25.08.2012	80.80	8.65	2478	222.23	94.35	16.10	0.61	91.10	513.40	421.23
03.11.2012	79.00	8.36	2492	218.01	64.37	10.06	0.53	82.17	496.71	371.19
30.03.2013	87.4	8.57	2126	228.70	142.25	9.75	0.61	86.84	548.57	401.45

Çizelge 4.11. Eynal jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	Katyon Sıralaması	Anyon Sıralaması	Su Tipi
Eynal	28.05.2010	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	13.05.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Cl-HCO ₃
	21.05.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Cl-HCO ₃
	14.07.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Cl-HCO ₃
	26.11.2011	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	23.04.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	25.07.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	25.08.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	03.11.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	30.03.2013	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-K-SO ₄ -HCO ₃



Şekil 4.19. Eynal jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Eynal jeotermal alanındaki sıcak sularda ana katyon Na olup konsantrasyon sıralamasına göre bunu Ca ve Mg takip etmektedir. Ana anyon ise SO_4 olup, bunu HCO_3 ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Na- SO_4 - HCO_3 su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2.6. Ilıcasu (Gediz) jeotermal alanı

Ilıcasu jeotermal alanı Gediz ilçe merkezinin yaklaşık 13 km batısında yer almaktadır. Alanda kaplıca müdürlüğünün karşısındaki doğal kaynaktan yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Ilicasu jeotermal alanı örnekleme yeri

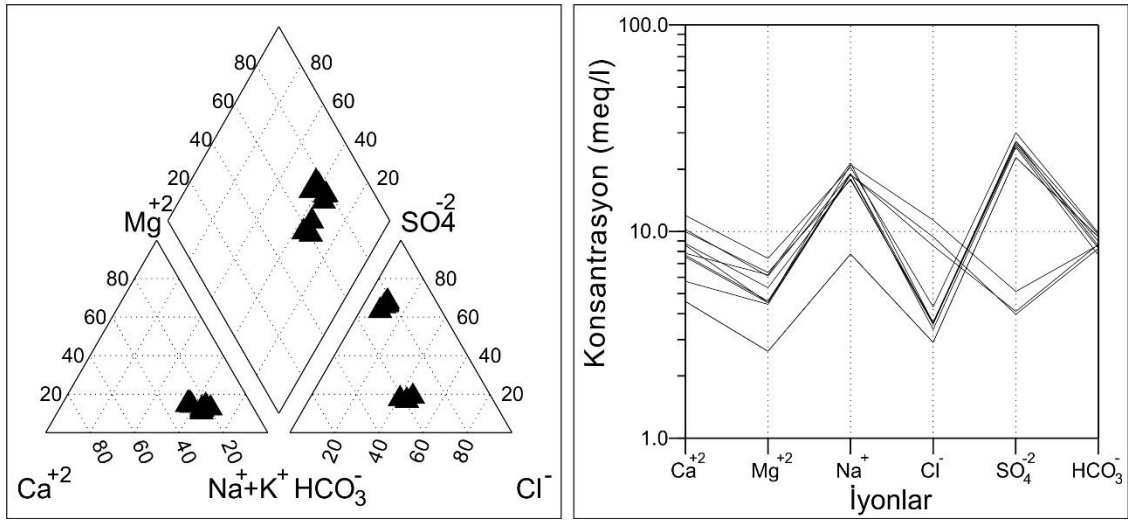
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.21).

Çizelge 4.12. Ilicasu jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	55.20	7.92	3140	479.97	51.81	92.25	32.10	103.70	1096.70	575.00
13.05.2011	75.00	6.82	3040	433.12	77.73	115.27	54.39	334.60	191.03	505.67
21.05.2011	75.20	6.85	3080	434.84	75.70	151.41	55.28	302.44	197.79	530.70
14.07.2011	76.20	6.38	3100	483.05	91.70	172.78	55.50	403.70	246.78	525.52
26.11.2011	74.00	6.41	3363	439.77	131.80	205.60	74.78	127.85	1255.10	506.00
23.04.2012	74.40	6.56	3381	471.89	153.60	240.60	90.37	153.69	1445.40	600.55
25.07.2012	76.10	6.12	3388	493.26	145.40	157.10	75.83	128.08	1314.68	589.57
25.08.2012	75.60	6.74	3432	409.94	138.30	200.60	77.87	129.44	1281.82	546.23
03.11.2012	75.20	6.39	3381	438.50	99.25	154.50	56.85	119.27	1228.22	470.01
30.03.2012	74.6	6.45	3370	414.50	249.10	175.56	65.71	126.84	1311.01	520.48

Çizelge 4.13. Ilıcasu jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	Katyon Sıralaması	Anyon Sıralaması	Su Tipi
Ilıcasu	28.05.2010	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	13.05.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Ca-Cl-HCO ₃
	21.05.2011	Na+K>Ca>Mg	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Na-Ca-Cl-HCO ₃
	14.07.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Ca-Cl-HCO ₃
	26.11.2011	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	23.04.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	25.07.2012	Ca>Na+K>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-SO ₄ -HCO ₃
	25.08.2012	Ca>Na+K>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	03.11.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	30.03.2013	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃



Şekil 4.21. Ilıcasu jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Ilıcasu jeotermal alanındaki sıcak sularda ana katyon Na olup konsantrasyon sıralamasına göre bunu Ca ve Mg takip etmektedir. Ana anyon ise SO₄ olup, bunu HCO₃ ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Na-Ca-SO₄-HCO₃ su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2.7. Göbel (Tavşanlı) jeotermal alanı

Göbel jeotermal alanı Tavşanlı ilçe merkezinin yaklaşık 7 km güneybatısında yer almaktadır. Alanda kaplıca içerisindeki doğal kaynaktan yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Göbel jeotermal alanı örnekleme yeri

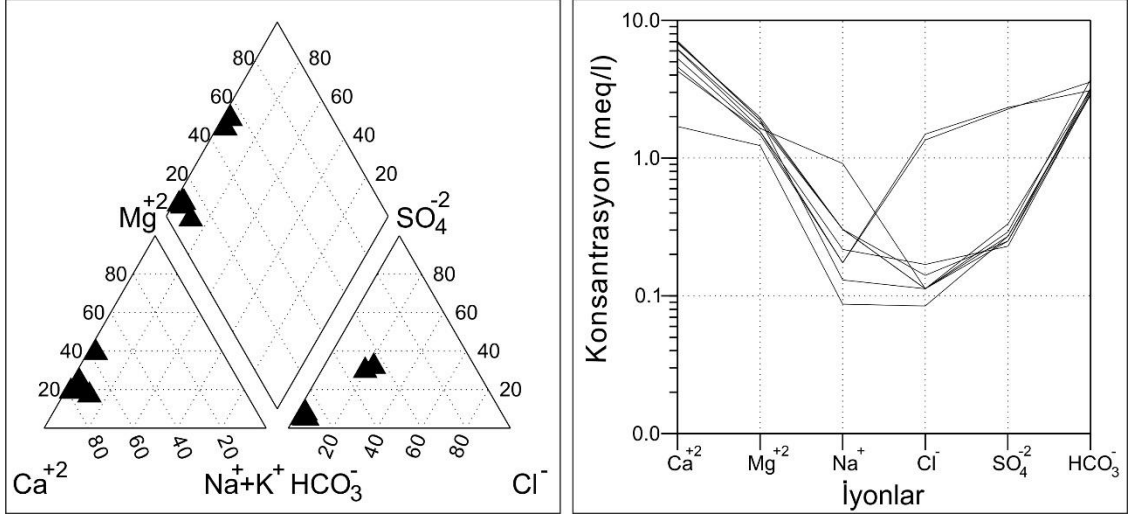
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.15’te verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.23).

Çizelge 4.14. Göbel jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	32.80	6.98	569	2.62	0.25	34.10	15.44	3.34	13.15	178.90
13.05.2011	32.70	7.22	560	4.08	0.52	86.73	19.62	48.08	109.97	218.38
21.05.2011	ÖRNEKLEME					YAPILAMADI				
14.07.2011	33.00	6.88	560	4.46	0.64	92.05	18.59	53.18	112.02	189.71
26.11.2011	33.00	6.99	582	7.63	1.26	139.70	23.68	4.47	16.93	190.63
23.04.2012	31.70	7.05	582	3.17	1.93	142.05	23.20	4.57	14.84	227.53
25.07.2012	32.60	6.54	584	7.33	1.69	124.10	22.78	5.01	12.41	197.34
25.08.2012	33.00	6.77	579	7.61	1.65	137.85	24.51	4.55	13.32	185.63
03.11.2012	32.30	6.79	588	5.21	0.95	106.20	19.25	6.12	11.87	179.65
30.03.2013	32.10	6.93	589	21.44	2.52	123.60	20.58	4.52	12.43	175.08

Çizelge 4.15. Göbel jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	Katyon Sıralaması	Anyon Sıralaması	Su Tipi
Göbel	28.05.2010	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	13.05.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
	21.05.2011	ÖRNEKLEME		YAPILAMADI
	14.07.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
	26.11.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	23.04.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	25.07.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	25.08.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	03.11.2012	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃
	30.03.2013	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃



Şekil 4.23. Göbel jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Göbel jeotermal alanındaki sıcak sularda ana kation Ca olup konsantrasyon sıralamasına göre bunu Mg ve Na takip etmektedir. Ana anyon ise HCO₃ olup, bunu SO₄ ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Ca-Mg-HCO₃ su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2.8. Naşa (Simav) jeotermal alanı

Naşa jeotermal alanı Simav ilçe merkezinin yaklaşık 6 km kuzeybatısında yer almaktadır. Alanda MTA'nın 1986 yılında açmış olduğu yaklaşık 200 m derinliğindeki N-1 nolu sondaj kuyusundan yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 24).



Şekil 4.24. Naşa jeotermal alanı örnekleme yeri

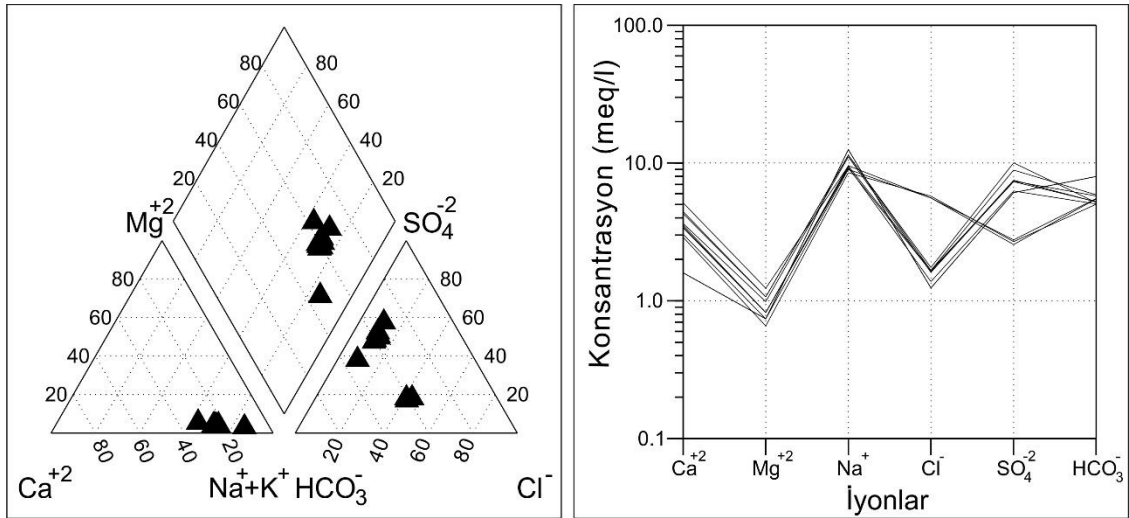
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.25).

Çizelge 4.16. Naşa jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	52.00	7.22	1553	288.56	19.60	32.29	9.25	44.50	293.15	488.00
13.05.2011	62.20	7.54	1546	207.79	28.80	61.88	9.81	198.10	123.48	335.50
21.05.2011	62.20	7.44	1573	220.25	29.38	68.17	10.40	198.00	133.27	338.55
14.07.2011	64.80	6.72	1514	196.59	25.23	58.25	8.33	204.40	129.63	307.44
26.11.2011	63.00	6.48	1309	215.61	37.87	71.65	10.24	49.59	301.70	308.97
23.04.2012	60.00	7.18	1762	219.34	47.27	103.30	15.48	59.89	427.27	359.29
25.07.2012	58.90	6.93	1626	255.12	43.81	73.35	12.81	57.11	355.55	353.80
25.08.2012	60.60	7.35	1627	263.28	51.70	86.95	13.21	59.21	352.07	320.19
03.11.2012	57.40	7.21	1630	211.02	37.49	69.85	10.46	58.48	361.09	319.64
30.03.2013	56.00	7.36	1811	262.85	95.70	89.50	13.14	62.60	482.07	315.43

Çizelge 4.17. Naşa jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	Kasyon Sıralaması	Anyon Sıralaması	Su Tipi
Naşa	28.05.2010	Na+K>Ca>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Na-HCO ₃ -SO ₄
	13.05.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Ca-Cl-HCO ₃
	21.05.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Ca-Cl-HCO ₃
	14.07.2011	Na+K>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄	Na-Ca-Cl-HCO ₃ -SO ₄
	26.11.2011	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	23.04.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	25.07.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	25.08.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	03.11.2012	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃
	30.03.2013	Na+K>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃



Şekil 4.25. Naşa jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Naşa jeotermal alanındaki sıcak sularda ana kasyon Na olup konsantrasyon sıralamasına göre bunları Ca ve Mg takip etmektedir. Ana anyon ise SO₄ olup, bunu HCO₃ ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Na-Ca-SO₄-HCO₃ su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.2.9. Yoncalı jeotermal alanı

Yoncalı jeotermal alanı Kütahya il merkezine yaklaşık 15 km uzaklıkta yer almaktadır. Alanda MTA'nın 1997 yılında açmış olduğu yaklaşık 450 m derinliğindeki YON-5 nolu sondaj kuyusundan yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Yoncalı jeotermal alanı örnekleme yeri

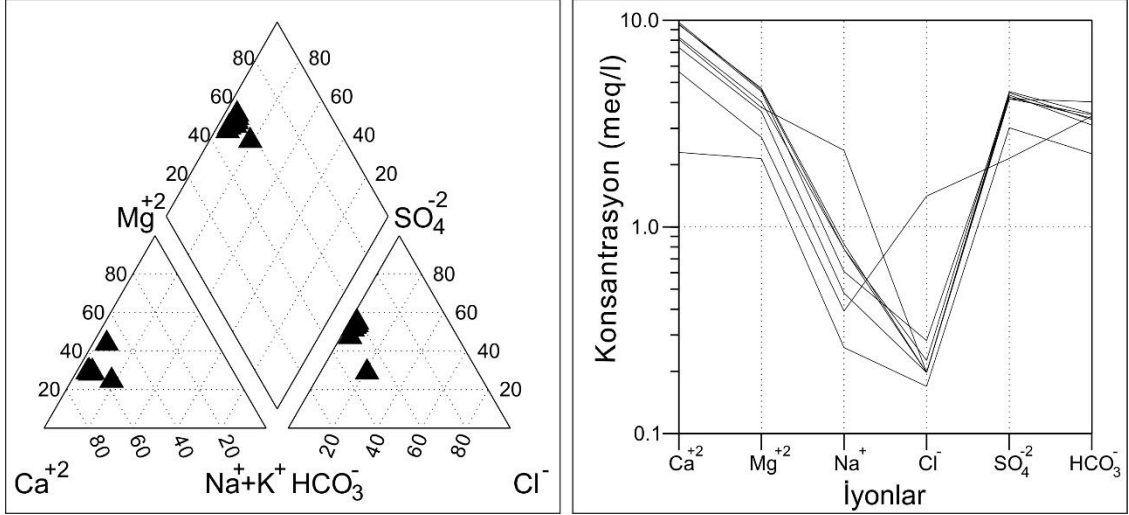
Bu alanda 10 farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışması yapılmıştır ve suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Major iyon analiz sonuçlarına göre belirlenen hakim iyon sıralaması ve sıcak suların hidrojeokimyasal fasiyes tipleri Çizelge 4.19'da verilmiştir. Su tipini belirleyebilmek için de hidrojeokimyasal diyagramlar hazırlanmıştır (Şekil 4.27).

Çizelge 4.18. Yoncalı jeotermal alanındaki sıcak suların majör iyon konsantrasyonları

Tarih	T	pH	EC	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
	(°C)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
28.05.2010	43.20	6.83	880	6.88	0.95	46.11	26.14	6.95	145.50	138.54
13.05.2011	ÖRNEKLEME		YAPILAMADI							
21.05.2011	ÖRNEKLEME		YAPILAMADI							
14.07.2011	40.40	6.80	876	9.85	1.87	113.42	33.77	50.49	103.25	210.76
26.11.2011	40.00	6.91	907	18.73	3.60	196.75	56.60	8.00	217.32	216.86
23.04.2012	38.60	6.97	898	14.97	1.32	192.65	55.15	10.19	200.77	246.44
25.07.2012	40.00	6.87	900	18.13	4.09	166.30	49.88	7.27	200.82	213.50
25.08.2012	40.90	6.63	882	19.73	4.71	191.70	57.25	7.87	204.90	205.63
03.11.2012	39.80	6.90	887	11.71	2.88	148.55	44.19	7.75	209.37	190.32
30.03.2013	38.50	6.82	921	54.85	6.80	162.00	46.16	7.94	214.48	202.45

Çizelge 4.19. Yoncalı jeotermal alanındaki sıcak su kaynağının iyon sıralaması

Lokasyon	Tarih	Katyon Sıralaması	Anyon Sıralaması	Su Tipi
Yoncalı	28.05.2010	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃
	13.05.2011	ÖRNEKLEME		YAPILAMADI
	21.05.2011	ÖRNEKLEME		YAPILAMADI
	14.07.2011	Ca>Mg>Na+K	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	26.11.2011	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃
	23.04.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄
	25.07.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃
	25.08.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃
	03.11.2012	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃
	30.03.2013	Ca>Mg>Na+K	SO ₄ >HCO ₃ >Cl	Ca-Mg-Na-SO ₄ -HCO ₃



Şekil 4.27. Yoncalı jeotermal alanındaki sıcak sulardan alınan verilere göre hazırlanmış Piper ve Schoeller diyagramları

Bu çalışma sonrasında elde edilen verilere göre Naşa jeotermal alanındaki sıcak sularda ana katyon Ca olup konsantrasyon sıralamasına göre bunları Mg ve Na takip etmektedir. Ana anyon ise SO_4 olup, bunu HCO_3 ve Cl takip etmektedir. Termal su tipine bakıldığında ise, Ca-Mg- SO_4 - HCO_3 su tipi olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.3. Çalışma Alanının Aktif Tektoniği ve Depremselliği

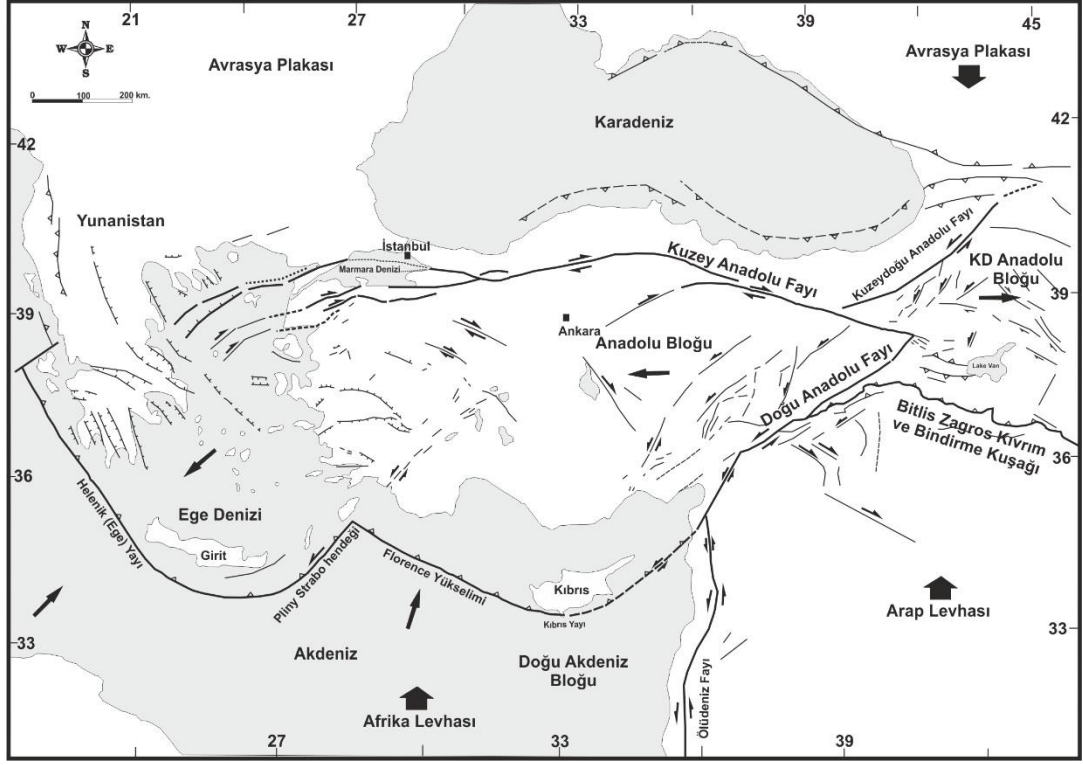
4.3.1. Çalışma alanının aktif tektoniği

Çalışma alanının da içerisinde yer aldığı Orta-Batı Anadolu tektonik evrimine bakıldığında Paleotektonik ve Neotektonik dönem olarak iki farklı dönemden bahsedebilmektedir.

Üst Kretase öncesinde Orta-Batı Anadolu’da Paleotektonik dönemde Sakarya ve Torid kıtaları içerisinde birçok okyanus açılmaları ve kapanmaları meydana gelmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981, Şengör, 1987). Bu rejimin ürünleri ve izleri Torid ve Sakarya kıtaları içerisinde yer yer gözlenmektedir. Ancak bu izler Batı Anadolu’da daha sonra meydana gelen okyanus oluşumları ve okyanus kapanımları, metamorfizma ve bindirme yerleşimleri nedeniyle karışık bir yapı sunmaktadır. Üst Kretase’den başlayarak Neotetis okyanusunun kuzey kolu olan Anatolid-Torid platformunun Sakarya kıtası altına dalmasıyla ilişkili olan bu rejim sonucu Eosen’e kadar ofiyolitik bindirmelerle Toridler üzerine transfer edilmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve ark., 1984; Yılmaz, 1997). Bu ofiyolitik bindirmeler

Likya naplarını oluşturmaktadır. Bu üzerlemeler Orta Miyosen'e kadar devam etmiştir (Hayward, 1984) ve Menderes Masifi'nin gömülerek metamorfimaya uğramasına yol açmıştır (Hayward, 1984). Paleosen-Erken Eosen'de kompresyonel rejimin etkisiyle meydana gelmiş sıkışmalı tektonik Sakarya Kıtası ile Anatolid-Torid platformunun çarpışmasına yol açmıştır (Hayward, 1984). Sıkışmanın devam etmesi kabuğu kalınlaştırmış ve daha sonra granitik magma yerleşmiştir. Bunu takiben çekirdek kompleks gelişerek, domlaşma ve yükselme meydana gelmiştir. Batı Anadolu'daki farklı doğrultulardaki grabenlerin oluşumuna bu domlaşmanın neden olduğu söylenmektedir (Seyitoğlu ve Scott, 1991; Yılmaz, 1997). Orta-Batı Anadolu'da Orta-Geç Miyosen dönemi tam bilinmemektedir. Ancak bölgedeki K-G yönlü açılma tektoniğinin Pliyosen'de başladığı bir çok araştırmacı tarafından ileri sürülmüştür (Armijo ve ark. 1996, Yılmaz, 1997).

Neotektonik dönem ise Türkiye'de, Geç Miyosen'de Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı boyunca Avrasya levhası ile Arap ve Afrika levhaları arasında kalan Anadolu bloğunun batıya doğru hareketiyle başlamıştır (Şengör, 1980). Doğu Anadolu'daki bu kıta-kıta çarpışması bölgede geniş bir deformasyon meydana getirmiştir. Bu süreçte GB Anadolu'da, Anadolu bloğu saatin tersi yönündeki hareketiyle Akdeniz'de Helenik yayına doğru kaçmaktadır. Anadolu bloğundaki batıya doğru olan bu yanal hareketini kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı belirlemektedir. Bu yanal hareketin doğudaki sınırını Doğu Anadolu Fayı, güneydeki sınırını ise Kıbrıs ve Helenik yayları oluşturmaktadır. Bu yaylar boyunca Afrika'nın kuzey kısmındaki okyanusal kabuk, Anadolu ve Ege'nin altına dalarak yitilmektedir. Isparta Dirseği bu iki yayın birleştiği alanda yer alır ve son derece karmaşık bir yapıya sahiptir (Blumenthal, 1962; Brunn ve ark., 1971; Poisson, 1984, 1990; Poisson ve ark., 1984, Marcoux, 1987; Kissel ve ark., 1993; Frizon ve ark., 1995) (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Türkiye'nin ana Neotektonik yapıları (Şengör, 1979; Barka, 1992)

Batı Anadolu Bölgesi, günümüzde aktif K-G ve KD-GB açılma tektoniğinin etkisindedir. Başlıca iki etkin hareketin denetiminde tektonik gelişim göstermektedir. Bunlar; Anadolu bloğunun batıya doğru rotasyonel kaçış hareketi ve Batı Anadolu'da etkin olan K-G ve KD-GB gerilmeleridir. Batı Anadolu'dakibu genişleme tektoniğine bağlı olarak D-B ve BKB-DGD doğrultulu birçok graben gelişmiştir (McKenzie, 1978; Dewey ve Şengör, 1979; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör 1982, 1987; Şengör ve ark., 1984). Bu tektonizmaya ürünü olarak Orta-Batı Anadolu'da KB-GD ve D-B doğrultulu normal faylar (Gediz, Simav, Kütahya, Büyük Menderes ve Küçük Menderes fayları) yer almaktadır. Bu faylar arasında KD-GB uzanımlı havzalar yer alır. Batı Anadolu'da yer alan bu fayların aktif olduğu güncel depremler tarafından da doğrulanmaktadır.

Çalışma alanında gözlenen fayların çoğunluğu eğim atımlı normal fay karakterindedir. Bu fayların genel doğrultuları KB-GD, BKB-DGD ve D-B dir. Bu faylardan en önemlisi ve aktif olanı çalışma alanı güneyi boyunca uzanan yaklaşık BKB-DGD doğrultulu, kuzeye eğimli Simav Fayı'dır (Şekil 4.29). Simav Fayı, yaklaşık 60 km uzunluğundadır ve Simav havzasını güneyden sınırlar. Fay başlangıçta sağ yanal bir doğrultu atımlı bir fay olarak çalışmıştır. Ancak özellikle Kuvaterner başında, Batı Anadolu'da etkili olan genel KKD-

GGB doğrultulu açılma tektoniği içerisinde rejim değişikliğine maruz kalarak, günümüzde bir normal fay olarak çalışmaktadır (Özden ve ark., 2012). Bu fay üzerinde 19 Mayıs 2011 tarihinde meydana gelen M: 5,9 büyüklüğündeki depremin çözümleri ve arazi gözlemleri bunu doğrulamaktadır.



Şekil 4.29. Simav Fayı (Güneye bakış)

Çalışma alanındaki diğer önemli yapısal unsur olan Kütahya Fayı, bölgenin en kuzeyinde yer alan, yaklaşık 80 km uzunluğunda bir faydır. Kütahya Fayı yaklaşık D-B doğrultulu ve kuzeye eğimli bir faydır (Özden ve ark., 2012) (Şekil 4.30). Fay doğrultusu boyunca iki yerde 1-2 km lik sıçrama yaparak ilerlemiştir. Batıda, Tavşanlı civarında küçük fay segmentlerine ayrılarak son bulurken, doğuda Kütahya ili hemen doğusunda Miyosen yaşlı kırıntılılar içerisinde son bulur. Neotektonik dönemde, sıkışma rejiminin ürünü olarak, sol yanal doğrultu atımlı bir fay olarak çalışmaya başlamıştır. Ancak doğrultusu boyunca birden fazla jeolojik birim içerisinde geçen fayın, özellikle Miyo-Pliyosen yaşlı kırıntılı ve volkanik kayaları kestiği önemli deformasyonlar göz önünde bulundurulduğunda, fay günümüzde K-G doğrultulu açılma rejimi içerisinde, bir normal fay olarak çalışmaktadır (Özden ve ark., 2012).



Şekil 4.30. Kütahya Fayı (Güneydoğuya bakış)

Çalışma alanındaki bir diğer önemli aktif fay Eski Gediz Zonu (Özden ve ark., 2012) olarak isimlendirilen zondur. Özellikle 28 Mart 1970 yılında bu zon üzerinde M: 7,2 büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir. Önceki çalışmalarda aktif faylanmanın KKB-GGD doğrultulu Hamamlar Fayı ve D-B doğrultulu Muhipler Fayı boyunca olduğu ve bu iki fayın Eski Gediz’de kesiştiği belirtilmiştir. Bu bölgedeki aktif faylar da normal fay karakterindedir (Özden ve ark., 2012) (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Eski Gediz içerisinde Muhipler ve Hamamlar Faylarının kesiştiği yer

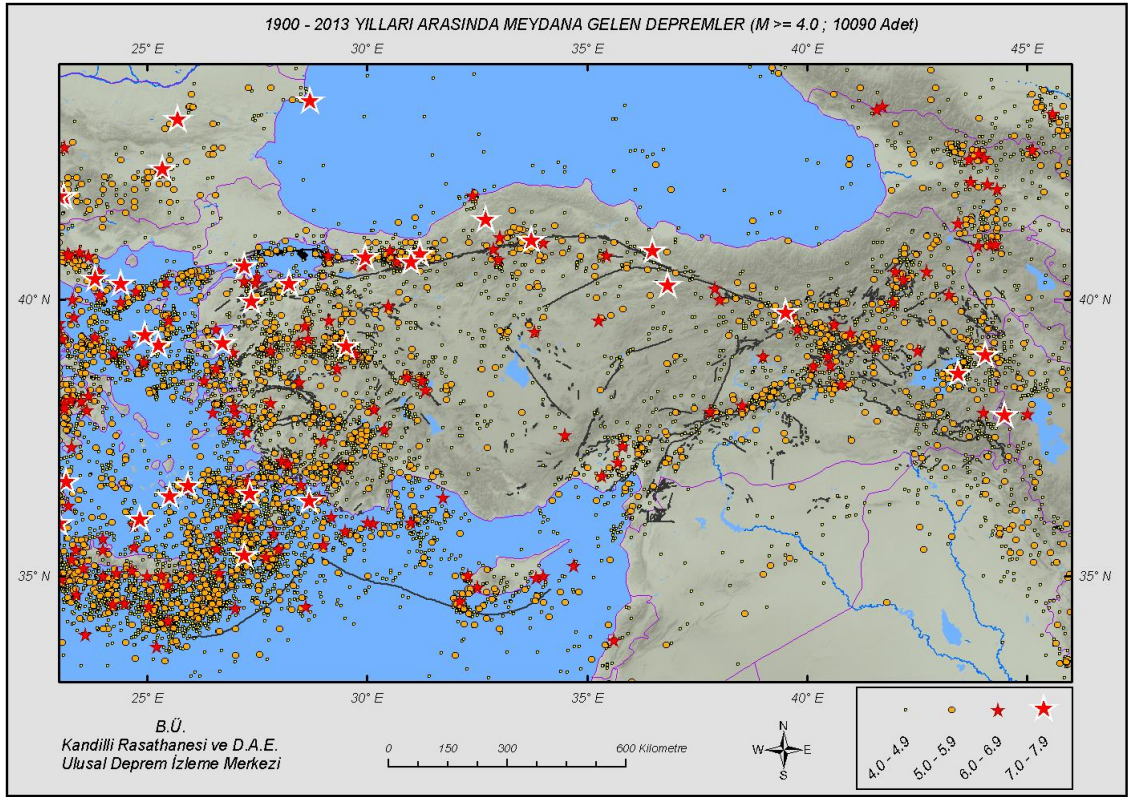
4.3.2. Çalışma alanının depremselliği

Türkiye Diri Fay Haritası'nda aktif fay olarak gösterilen Simav ve Kütahya Fayları arasında kalan çalışma alanı, aletsel dönemdeki depremler açısından oldukça aktif bir bölgedir. Tarihsel dönemdeki depremlere bakıldığında ise çalışma alanı ve çevresinde kaydedilmiş depremler vardır (Çizelge 4.20).

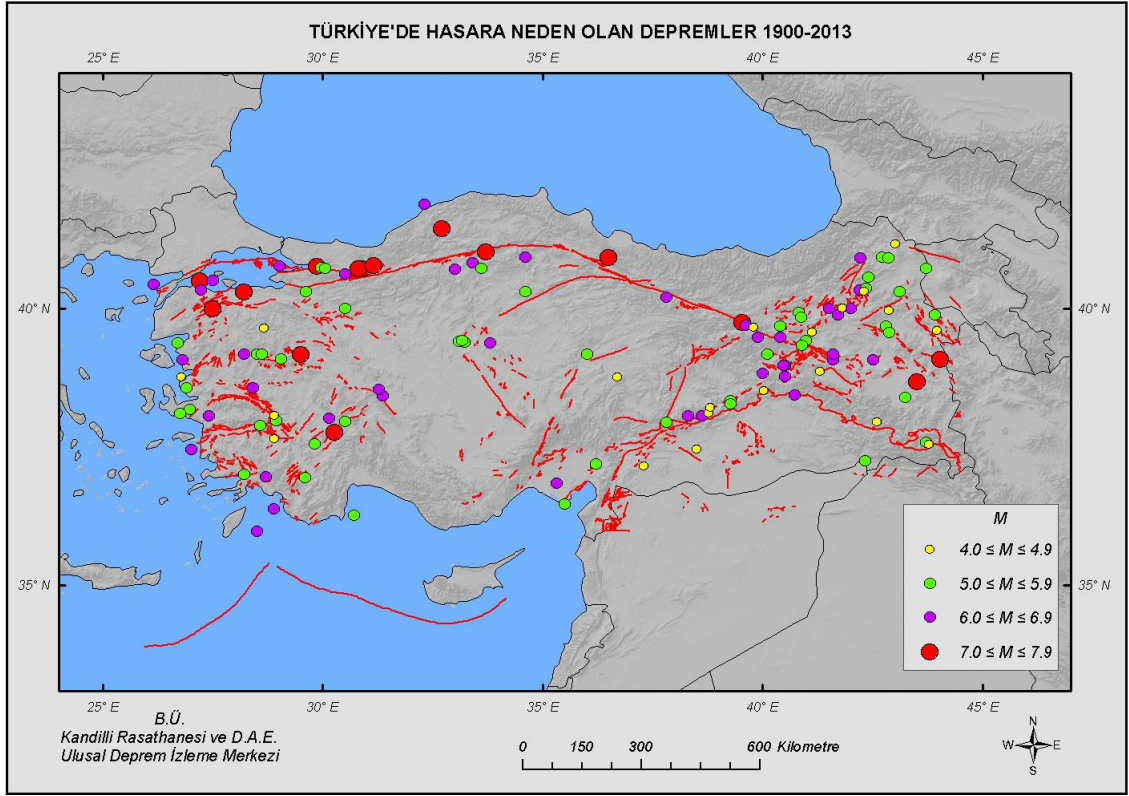
Çizelge 4.20. Çalışma alanı ve yakın çevresinde meydana gelmiş tarihsel depremler (1. Shebalin ve ark., 1974; 2. Calvi, 1941; 3. Plassard-Kogoş, 1968; 4. Ergin ve ark., 1967; 5. Pınar ve Lahn, 1952; 6. Ambraseys, 1975; 7. Öcal, 1968; 8. Karnik, 1971)

Sayı	Tarih	Enlem	Boylam	Bölge	Şiddet	Kaynak
1	1592	39.00	28.00	Turgutlu, Salihli-Manisa	8	6
2	1700	39.00	30.00	Kütahya	6	4
3	1845	39.00	28.00	Manisa ve Yöresi, İzmir	8	1,2, 3
4	1858	39.00	28.00	Akhisar, Manisa, İzmir	6	2, 4, 7
5	1860	39.00	30.00	Kütahya, Manisa, İzmir	6	8
6	1866	39.00	28.00	Uşak ve Bursa	6	2, 4, 7
7	1875	39.00	29.00	Uşak	7	7,2,1, 4, 5, 8
8	1886	40.00	29.00	Gökçedağ, Tavşanlı	8	2, 5, 4, 7,1, 8
9	1896	39.00	29.00	Emet ve Geniş Yöresi	8	5,2, 4, 7, 3

Türkiye'nin aletsel dönemdeki deprem aktivitesine bakıldığında çalışma alanı ve yakın civarında oldukça yoğun bir deprem aktivitesi olduğu görülmektedir (Şekil 4.32). Çalışma alanı ve yakın civarındaki bu deprem aktivitesinin kaynağı bölgede aletsel dönemde meydana gelmiş en büyük depremler olan 1969 Alaşehir, 1970 Gediz ve 2011 Simav depremleri ve bunların artçılarıdır (Şekil 4.33).

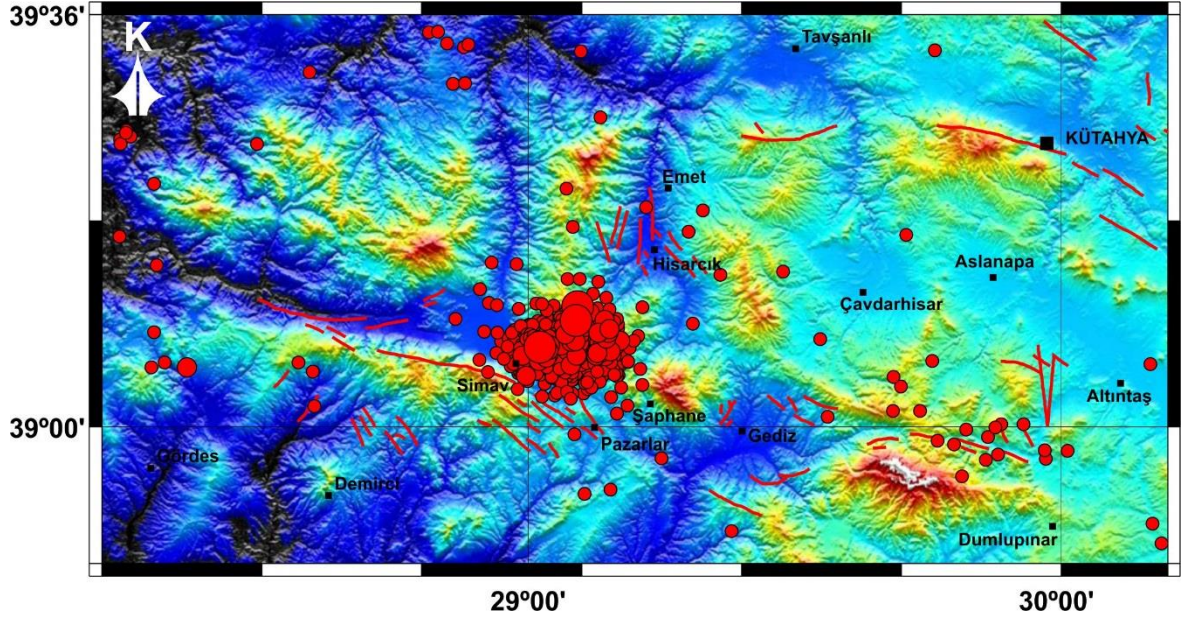


Şekil 4.32. Türkiye’de aletsel dönemde meydana gelmiş M>4 depremler (B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve UDİM)



Şekil 4.33. Türkiye’de aletsel dönemde meydana gelmiş hasar yapıcı depremler (B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve UDİM)

Bu çalışmanın başladığı Mayıs 2010 tarihinden Mayıs 2013 tarihine kadar olan sürede meydana gelen depremlere bakıldığında çalışma alanı ve yakın çevresinde $M \geq 3.0$ büyüklüğünde yaklaşık 735 adet deprem meydana gelmiştir (Kandilli Rasathanesi kayıtları) (Şekil 4.34).

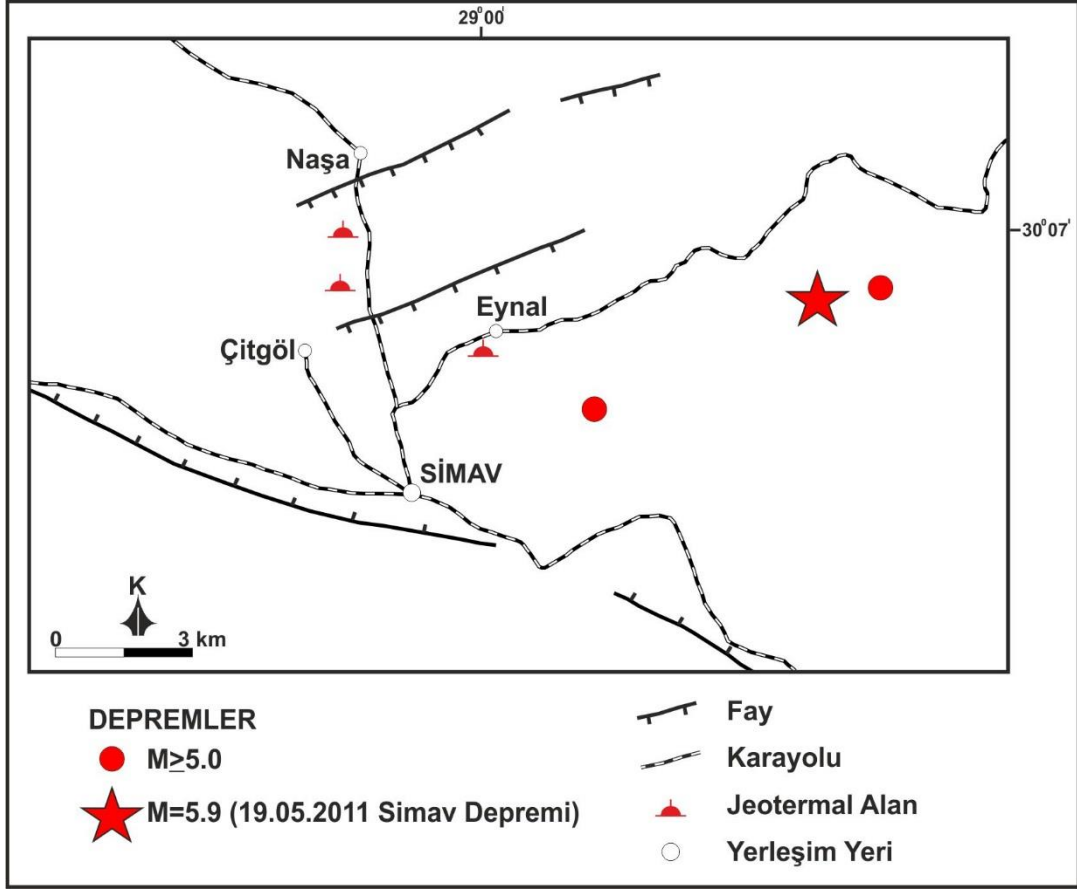


Şekil 4.34. Çalışma alanı ve yakın çevresinde Mayıs 2010-Mayıs 2013 tarihleri arasında meydana gelmiş $M \geq 3$ büyüklüğündeki depremler (Kandilli Rasathanesi kayıtları)

Çalışma alanı içerisinde meydana gelen depremlerin en büyüğü ve hasar yapıcı olan deprem Simav Fayı üzerinde 19 Mayıs 2011 tarihinde saat 20:15 te meydana gelen $M=5.9$ büyüklüğündeki depremdir. Ayrıca 27 Haziran 2011 tarihinde $M=5.0$ büyüklüğünde ve 3 Mayıs 2012 tarihinde $M=5.4$ büyüklüğünde iki adet orta büyüklükte deprem meydana gelmiştir (Çizelge 4.21) (Şekil 4.35).

Çizelge 4.21. Çalışma alanı ve yakın çevresinde meydana gelen $M \geq 5,0$ depremler (Mayıs 2010-Mayıs 2013) (www.deprem.gov.tr)

Sayı	Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Yer	M	Derinlik (km)
1	03.05.2012	15:20	39.1245	29.11	KÜTAHYA - SİMAV	5.4	10.59
2	27.06.2011	21:13	39.1108	29.026	KÜTAHYA - SİMAV	5.0	18.27
3	19.05.2011	20:15	39.1328	29.082	KÜTAHYA - SİMAV	5.9	24.46



Şekil 4.35. Simav depremi ve sonrasında meydana gelen M_≥5 depremler

19 Mayıs 2011 Simav depreminden bir gün sonra Simav'da yapılan çalışmalarda hasarlı yapılar, ilçe merkezi ve mahalleleri başta olmak üzere, Simav'ın kuzeyindeki bazı köyler ve mahalleler olmak üzere geniş bir alanı kapsadığı belirlenmiştir. Simav ilçe merkezindeki betonarme binaların kolon ve kirişlerinde kesme çatlakları, çoğu duvarlarda da sıva türü çatlaklar gelişmiştir (Şekil 4.36). Bazı camilerin minareleri ile çoğu evlerin çatıları ve bacaları yıkılmıştır. 19 Mayıs 2011 Simav depreminde, depremden kaynaklı olarak sadece bir kişi hayatını kaybetmiştir.



Şekil 4.36. Simav depremi sonrası meydana gelen yapısal hasarlar (a, b, c) ve yüzey çatlakları (d)

4.4. Depremsellik ve Hidrojeokimya İlişkisi

Yeraltı soğuk ve sıcak suların fiziko-kimyasal bileşimlerindeki değişimlerin, depremlerin öncesinde oluşan öncü şokların oluşturduğu ilk sarsıntılarla başladığı ve enerjinin boşaldığı ana şok ile en üst seviyeye ulaştığı, sonra zamanla normale döndükleri bilinmektedir (Şimşek ve Yıldırım, 2000). Depremlerin öncesinde, depremlerle beraber ya da depremlerin sonrasında yeni kaynakların oluşmaları ve/veya mevcut kaynakların kaybolduğu gözlenmiştir. Sıcak ve mineralli su kaynaklarındaki değişimlerin bir depremin önceden belirlenebilmesi amacıyla sağlıklı olarak kullanılabilmesi için, bu kaynak bölgelerinin ayrıntılı jeolojik özelliklerinin bilinmesi gereklidir. 17 Ağustos 1999 İzmit ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinde de bazı jeotermal kaynak ve kuyu sularında fiziksel ve kimyasal değişimler izlenmiştir (Şimşek ve Yıldırım, 2000).

Bu çalışmada Orta-Batı Anadolu'da Türkiye diri fay haritalarında da aktif olarak gösterilen Kütahya ve Simav Faylarının, kuzey ile güney sınırlarını oluşturduğu bir bölgede yer alan dokuz farklı jeotermal alanda sıcak su kaynakları belirlenmiştir. Bu sıcak su kaynaklarında Mayıs 2010 ile Mayıs 2013 tarihleri arasında on farklı dönemde yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca bu tarihler arasında bu bölgede

meydana gelen depremler takip edilmiştir ve meydana gelen bu depremler ile sıcak suların fiziksel ve kimyasal özellikleri korele edilmiştir.

Depremsellik açısından bölgede, çalışmanın başladığı Mayıs 2010 tarihinden Mayıs 2011 tarihine kadar $M \geq 3.0$ büyüklüğünde 47 adet deprem meydana gelmiştir. Bu tarihten Mayıs 2013 tarihine kadar ise $M \geq 3.0$ büyüklüğünde 685 adet deprem meydana gelmiştir. Bunun nedeni ise bu çalışma sırasında bölgede yaşanan en büyük deprem olan 19 Mayıs 2011 tarihinde saat 20:15'te meydana gelen $M=5.9$ büyüklüğündeki deprem ve bunun artçılaridir. Ayrıca bölgede Mayıs 2011 tarihinden sonra 27 Haziran 2011 tarihinde $M=5.0$ ve 3 Mayıs 2012 tarihinde $M=5.4$ büyüklüğünde iki adet orta büyüklükte deprem meydana gelmiştir.

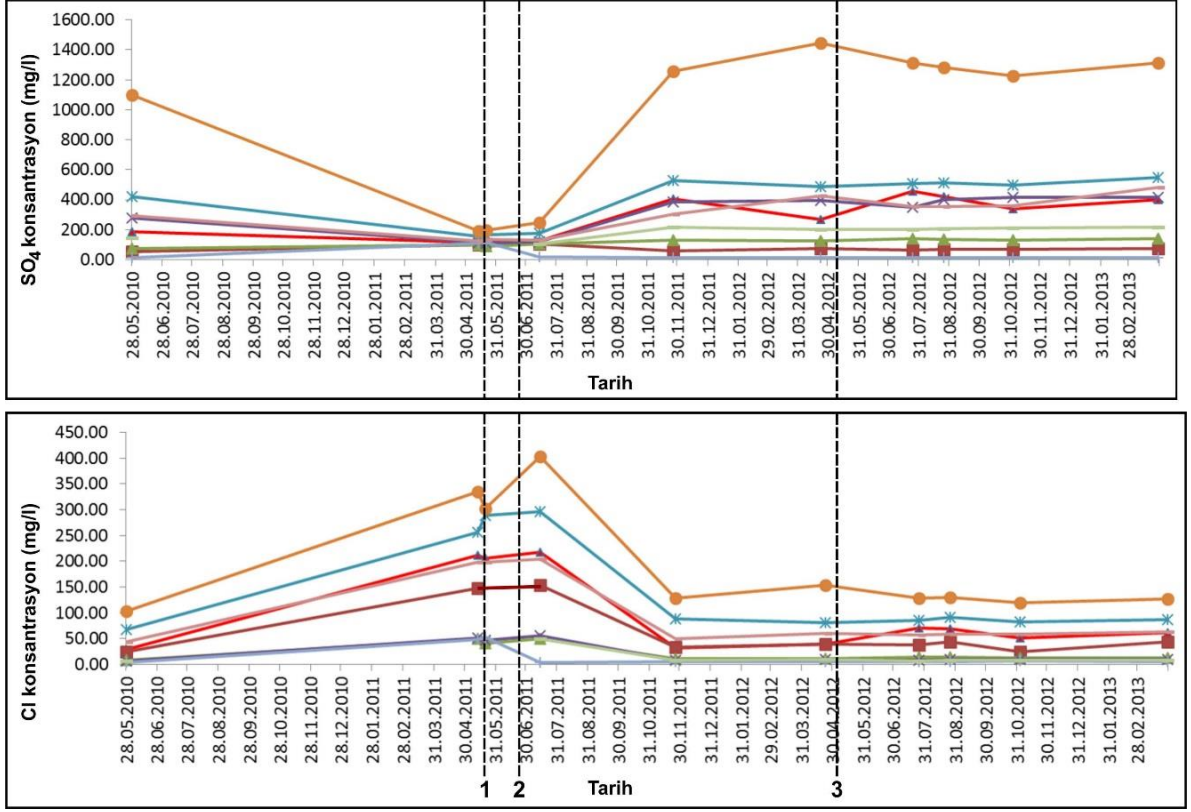
Bu çalışma sırasında sıcak su kaynaklarında yapılan analiz ve örnekleme tarihleri ise 28 Mayıs 2010, 13 Mayıs 2011, 21 Mayıs 2011, 14 Temmuz 2011, 26 Kasım 2011, 23 Nisan 2012, 25 Temmuz 2012, 25 Ağustos 2012, 3 Kasım 2012 ve 30 Mart 2013 tarihleridir. Örnekleme tarihleri ayrıntılı incelendiğinde, iki örnekleme dönemi bölgede meydana gelen $M=5.9$ büyüklüğündeki depremin bir sene ve bir hafta öncesine karşılık gelmektedir. Diğer örnekleme dönemleri ise depremden iki gün sonrasına ve devamına karşılık gelmektedir.

Tüm bu veriler dahilinde çalışma alanında meydana gelen depremler ile bölgedeki jeotermal alanlardaki sıcak sularda fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelmiştir. Sıcak suların fiziksel özellikleri kapsamında, sadece bazı jeotermal alanlarda sıcaklık değerlerinde değişimler yaşanmıştır. Çitgöl sıcak su kaynağında depremden bir hafta önce sıcaklık, bir önceki örnekleme döneminde ölçülen sıcaklık değerinden 10°C azalmıştır ve depremden 2 gün sonra bu değer 9°C daha azalmıştır. Bu değer Temmuz 2011 tarihinde yapılan ölçümlerde yine Mayıs 2010 tarihinde ölçülen değere ulaştığı belirlenmiştir. Naşa sıcak su kaynağında ise sıcaklık 10°C artmıştır. En önemli değişiklik Gediz sıcak su kaynağında meydana gelmiştir. Sıcaklık değeri depremlerle beraber 20°C artmıştır (Ateş ve ark., 2011; Ateş ve ark., 2012).

Derin kökenli jeotermal sularda sülfat (SO_4^{2-}) miktarı azdır. Yüzeye yakın yerlerde hidrojen sülfürün yükseltgenmesi ile artış gösterir. Klorür (Cl^-), jeotermal sistemlerin aranması ve yorumlanmasında çok kullanılan bir iyondur. Bir kez çözüldükten sonra başka minerallerin bünyesine kolay girmemesi nedeniyle doğrudan jeotermal suyu karakterize

eder. Yüksek derişim doğrudan, derinden ve yüksek debili bir beslenmeyi gösterir. Düşük klorür derişimi yüzey sularının giriş doğrultularını belirtir (Eroğlu ve Aksoy, 2003).

Çalışma alanındaki dokuz farklı sıcak su kaynaklarının hidrojeokimyasal özellikleri bölgede meydana gelen depremler ile ilişkilendirildiğinde belirgin fiziksel ve kimyasal değişikler meydana gelmiştir. Bunların en belirgin olanları bütün sıcak su kaynaklarındaki Cl⁻ ve SO₄⁻² iyon değerlerindeki değişimlerdir (Şekil 4.37) (Ateş ve ark., 2011; Ateş ve ark., 2012). Bu değişimleri genel olarak 5.0 ve daha büyük magnitütteki depremlerde gözlenmiştir. Örnekleme dönemlerinin en önemlileri 19 Mayıs 2011 de meydana gelen M=5.9 büyüklüğündeki depremden bir hafta önce ve 2 gün sonrası olanlarıdır. 13 Mayıs 2011 tarihindeki örnekleme dönemi sonrası alınan örneklerdeki SO₄⁻² değerindeki belirgin azalış ve Cl⁻ değerindeki belirgin artış trendi bölgedeki depremsellikle ilişkilidir. Benzer artış ve azalış davranışları 27 Haziran 2011 tarihinde meydana gelen M=5.0 büyüklüğündeki ve 3 Mayıs 2012 tarihinde meydana gelen M=5.4 büyüklüğündeki depremler öncesi ve sonrası da elde edilmiştir. Bu tarihten sonra bölgede deprem aktivitesi oldukça azalmış, genel olarak bölgede M<3 büyüklüğünde depremler meydana gelmektedir. Temmuz 2012 ve bu tarihten sonraki örnekleme dönemlerinde alınan su örneklerinin analiz sonuçları da azalan deprem aktivitesine uygun olarak durağan bir gidiş göstermektedir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. SO₄ ve Cl iyon değerlerindeki depremselliğe bağlı değişimler **1.** 19 Mayıs 2011 depremi (M=5.9) **2.** 27 Haziran 2011 depremi (M=5.0) **3.** 03 Mayıs 2012 depremi (M=5.4) (Turuncu: Ilıcasu, Mavi: Eynal, Pembe: Naşa, Mor: Esire, Kırmızı: Çitgöl, Yeşil: Emet, Kahverengi: Dereli, Açık Mavi: Göbel, Açık Yeşil: Yoncalı)

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada güneyde Simav Fayı, kuzeyde ise Kütahya Fayı ile sınırlandırılan bir alanda yer alan 9 farklı jeotermal alanda yer alan sıcak su kaynaklarında Mayıs 2010-Mayıs 2013 tarihleri arasında periyodik zamanlarda toplam 10 kez yerinde ölçüm ve su örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Örnekleme dönemleri; 28 Mayıs 2010, 13 Mayıs 2011, 21 Mayıs 2011, 14 Temmuz 2011, 26 Kasım 2011, 23 Nisan 2012, 25 Temmuz 2012, 25 Ağustos 2012, 03 Kasım 2012 ve 30 Mart 2013 tarihlerine karşılık gelmektedir. Sıcak su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal parametrelerindeki değişimler bölgenin depremselliği ile ilişkilendirilmiştir.

Çalışma alanı ve yakın çevresinde, çalışmanın başladığı tarih olan Mayıs 2010 tarihinden, Mayıs 2013 tarihine kadar $M \geq 3$ büyüklüğünde 735 adet deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerden en büyüğü 19 Mayıs 2011 tarihinde saat 20:15 te Simav merkezli $M=5.9$ büyüklüğündeki depremdir. Bu depremden sonra bölgede $M=5.0$ ve $M=5.4$ büyüklüğünde 2 adet deprem meydana gelmiştir.

Çalışma alanında meydana gelen depremler ile termal sulardaki fiziksel ve/veya kimyasal değişimler korele edilmiştir. Buna göre bölgedeki jeotermal alanlardaki sıcak sularda da fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana geldiği belirlenmiştir.

Sıcak suların fiziksel özellikleri kapsamında; sadece sıcaklıklarda belirgin değişimler meydana gelmiştir. Çitgöl jeotermal alanında depremden bir hafta önce suların sıcaklık değeri 10°C azalmıştır ve depremden 2 gün sonra bu değer 9°C daha azalmıştır. Naşa jeotermal alanında ise suların sıcaklık değeri 10°C artmıştır. En önemli değişiklik Ilıcasu sıcak su kaynağında meydana gelmiştir. Sıcaklık değeri depremlerle beraber 20°C artmıştır.

Sıcak suların kimyasal özellikleri kapsamında; hemen hemen tüm alanlardaki suların Cl değerleri büyük depremler öncesi yaklaşık beş kat artmıştır. Sıcak sularda Cl değeri ne kadar fazla olursa sular o kadar fazla derin dolaşımli olduğu sonucunu vermektedir. Bölgedeki suların depremin etkisi ile derin kökenli bir beslenmeyle ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Ayrıca sıcak sulardaki SO_4^{-2} değerlerinde de büyük depremler öncesi bir azalma meydana gelmiştir. SO_4 değeri deprem öncesinde azalma trendine girmiştir. Çünkü sülfür

(S⁻³), SO₄⁻² a yükseltgenmeyip, gaz olarak yüzeyle ulaşmıştır. Deprem sonrasında ise HS ve/veya H₂S gazının normal düzeyine dönmeye başlamasıyla yeniden suda SO₄⁻² olarak çözünmeye başlamıştır şeklinde düşünülmüştür.

Sıcak sulardaki bu değişimler sadece 19 Mayıs 2011 tarihinde olan deprem etkisiyle gözlenmemiştir. 27 Haziran 2011 tarihinde M=5.0 ve 3 Mayıs 2012 tarihinde M=5.4 büyüklüklerindeki depremlerin hemen öncesi ve sonrası da benzer değişimler gözlenmiştir.

Elde edilen bu veriler ışığında, jeotermal sistemleri de içeren sismik açıdan aktif bölgelerde, sıcak sular sürekli izlenebilirse, olası bir depremin, öncesinde jeotermal sistemdeki sıcak sularda fiziko-kimyasal değişimler sayesinde bir depremin önceden tahmin edilebileceği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- Akdeniz N., Konak N., 1979. Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci Yörelerinin Jeolojisi, MTA Gen. Müd., *Rapor No: 6547*, Ankara.
- Akkuş İ., Akıllı H., Ceyhan S., Dilemre A., Tekin, Z., 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, *MTA Genel Müdürlüğü Envanter Serisi-201*, 849 s.
- Ambraseys N.N., 1975. Studies in Historical Seismicity and Tectonics, *Geodynamics Today*, Chap. 2, The Royal Soc., London.
- Ardos M., 1995. *Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi*, Cilt I, 2. Baskı, Çantay Yayınevi, İstanbul.
- Armijo R., Meyer B., King G.C.P., Rigo A., Papanastassiou D., 1996. Quaternary Evolution of the Corinth Rift and Its Implications for the Late Cenozoic Evolution of the Aegean, *Geophy. J. Int.*, 126, 11-53.
- Ateş Ö., Özden S., Tutkun S.Z., 2011. Aktif Fayların Jeotermal Alanlarla İlişmesine Bir Örnek: 19 Mayıs 2011 Simav Depremi İle Jeotermal Kaynaklardan Elde Edilen Verilerin Anlamı, *ATAG 15. Çalıştayı Bildiri Özleri Kitabı*, Adana, s 58.
- Ateş Ö., Özden S., Tutkun S.Z., 2012. Jeotermal Kaynaklarda Depremlere Bağlı Gözlenen Değişikliklere Bir Örnek: 19 Mayıs 2011 Simav Depremi ve Etkileri, *65. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, s 14-15.
- Back W., 1966. Hydrochemical Facies and Groundwater Flow Patterns in Northern Part of Atlantic Coastal Plain, *U.S. Geol.Survey Professional paper*, 498-A, 42 p.
- Barka A.A., 1992. The North Anatolian Fault, *Anneles Tectonicae*, VI, p 164-195.
- Blumenthal M., 1962. Das Taurische Hochgebirge Des Aladağ, Neure Forschungen Zu Zeiner Geographie, Stratigraphie und Tektonik, *MTA Enstitüsü Yayını*, Seri D, 6, 1-136.
- Bozkurt E., 2001. Neotectonics of Turkey-A Synthesis, *Geodinamica Acta*, 14, 3–30.

- Brunn J.H., Dumont J.F., De Graciansky P.C., Gutnic M., Juteau T., Marcoux J., Poisson A., 1971. Outline of the Geology of the Western Taurides. *In Geology and History of Turkey (ed A.S. Campwell)*, Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli, p 225-257.
- Calvi V.S., 1941. Erdbebenkatalog der Turkei und Einiger Benaehbarter Gebiete, *Rapor No.276*, MTA Enstitüsü, Ankara (Yayımlanmamış).
- Coşar Z., Coşar N., Gültekin C., Evirgen C., 1984. Kütahya-Emet-Hisarçık Civarındaki Linyitli Neojen Havzasının Detay Etüd ve Sondaj Raporu, *MTA Der. Rap. No: 7659*, (yayımlanmamış), Ankara, 13 s.
- Çiftçi N.B., Bozkurt E., 2006. Gediz Grabeni'nin Normal Fay Dokusu ve Faylanmayı Kontrol Eden Stres Rejimi, *ATAG-10 Bildiri Kitabı*, 4-6 Kasım 2006, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Demirel Z., 1991. Kütahya-Tavşanlı-Göbel Kaplıcası Koruma Alanları İncelemesi, *MTA Der. Rap. No: 9127*, (yayımlanmamış), Ankara, 8 s.
- Dewey J.F., Şengör A.M.C., 1979. Aegean and Surrounding Regions: Complex Multiplate and Continium Tectonics in a Convergent Zone, *Geological Society of America Bulletin*, 90, 84-92.
- Didik S., 1995. Yeşil Kaplıcalar (Kütahya-Emet) Yöresinin Jeoloji-Hidrojeoloji Etüd Raporu, *MTA Der. Rap. No: 9918*, (yayımlanmamış), Ankara, 18 s.
- Doğan A., Emre Ö., 2006. Ege Graben Sistemi'nin Kuzey Sınırı: Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu, 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 20-24 Mart 2006, *Bildiri Özleri Kitabı*, Ankara, s. 83-84.
- Emre Ö., Duman T., Özalp S., 2011. *1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi Kütahya (NJ 35-4) Paftası Seri:10*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.
- Ercan T., Günay E., Savaşçın M.Y., 1982. Simav ve Çevresindeki Senozoyik Yaşlı Volkanizmanın Bölgesel Yorumlanması, *MTA Dergisi*, 97-98, 86-101.

- Ergin K., Güçlü U., Uz Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Katoloğu, *İTÜ Maden Fak. Arz Fiziği Ens. Yayın No.24*, İstanbul.
- Eroğlu A., Aksoy N., 2003. Jeotermal Suların Kimyasal Analizi, VI. Ulusal Tesisat Kongresi, *Jeotermal Enerji Semineri Kitapçığı*, 149-183.
- Frizon de Lamotte D., Poisson A., Aubourg C., Temiz H., 1995. Post-Tortonian Westward and Southward Thrusting in the Core of the Isparta Re-Entrant (Taurus, Turkey). *Geodynamic Implications Bull. Soc. Geol. France*, 166, 59-67.
- Genç Ş.C., Yılmaz Y., 1995. Evolution of the Triassic Continental Margin, Northwest Anatolia, *Tectonophysics*, 243, pp. 193–207.
- Gemici Ü., Tarcan G., 2002. Hydrogeochemistry of the Simav Geothermal Field, Western Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 116, 215-233.
- Gemici Ü., Tarcan G., Çolak M., Helvacı C., 2004. Hydrogeochemical and Hydrogeological Investigations of Thermal Waters in the Emet Area (Kütahya, Turkey), *Applied Geochemistry*, 19, 105–117.
- Güleç N., Mutlu H., 2002. Jeotermal Alanlarda İzotop Jeokimyası, *Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi (JENARUM) Yaz Okulu Ders Notları*, İzmir, s 64-88.
- Gün H., Akdeniz N., Günay E., 1979, Gediz ve Emet Güneyi Neojen Havzalarının Jeolojisi ve Yaş Sorunları, *Jeoloji Mühendisliği Derg.*, 8, 3-13.
- Gündüz O., Şimşek C., Hasözbeğ A., 2009. Arsenic Pollution in the Groundwater of Simav Plain, Turkey: Its Impact on Water Quality and Human Health, *Water Air Soil Pollut.*, 205, 43–62.
- Güneş C., 2006. Gediz Kaplıcalarının (Kütahya) Hidrojeolojik ve Hidrojeokimyasal Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, 170 s.
- Gürer Ö.F., Özbüran M., Sanğu E., Doğan B., 2005. Kütahya Dolayının Neotektonik İncelemesi, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, *BAPB-Proje No: 2005/14 Final Raporu*.

- Hayward A.B., 1984. Miocene Clastic Sedimentation Related to the Emplacement of the Lycian Nappes and the Antalya Complex, SW Turkey, In The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (eds J.E. Dixon and A.H.F. Robertson), *Geological Society London Special Publication no. 17*, p. 287-300.
- IAH (International Association of Hydrogeologists), 1979. *Map of Mineral and Thermal Water of Europe. Scale 1:500000*, International Association of Hydrogeologists, United Kingdom.
- Jackson J., McKenzie D.P., 1984. Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt Between Western Turkey and Pakistan, *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 77, 185-246.
- Karnik V., 1971. *Seismicity of the European Area 2. D. Reidel Publishing Company*, Dordrecht, Holland.
- Koçyiğit A., 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişimi, *TJK Bülteni*, 27:1-16.
- Koçyiğit A., Deveci Ş., 2005. Akşehir-Simav Fay Sistemi: GB Türkiye’de Neotektonik Rejimin Başlama Yaşı ve Depremsellik, 23-25 Mart 2005, *Deprem Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Kocaeli.
- Konak N., 2002. *1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası İzmir Paftası*, MTA, Ankara.
- Kissel C., Averbuch O., Frizon de Lamotte D., Monod O., Allerton S., 1993. First Paleomagnetic Evidence for a Post-Eocene Clockwise Rotation of Western Taurides Thrust Belt East of the Isparta Re-Entrant (Southwestern Turkey), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 117, 1-14.
- McKenzie D.P., 1978. Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: The Aegean Sea and Surroundings Regions (Tectonics of Aegean Region), *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 55, 217-254.
- Marcoux J., 1987. Histoire et Topologie de la Neo-Tethys. *These de Doctorat Detat. L'Universite Pierre et Marie Curie*, Paris, 569 p.
- Öcal N., 1968. Türkiyenin Sismisitesi ve Zelzele Coğrafyası, 1850-1960 Yılları İçin Zelzele Kataloğu, *Kandilli Rasathanesi Yayınları No: 8*, İstanbul.

- Özburan M., Gürer Ö.F., 2009. Kütahya ve Çevresinin Neotektonik Özellikleri, *ATAG 13 Çalıştayı Bildiri Özleri Kitabı*, s 40.
- Öktü G., 1984. Kütahya-Günlüce-Dereli Kaplıcasının Koruma Alanları Etüdü, *MTA Der. Rap. No:7579*, (yayımlanmamış), Ankara, 11 s.
- Özden S., Tutkun S.Z., Bekler T., Karaca Ö., Komut T., Kalafat D., Ateş Ö., Demirci A., Gündoğdu E., Çınar Yıldız S., 2012. Simav Fayı ile Kütahya Fayı (Emet-Orta Batı Anadolu) Arasında Kalan Bölgenin Neotektonik ve Sismotektonik Özellikleri, *TÜBİTAK 109Y103 nolu proje final raporu*, 235 s.
- Özmutaf M., Burçak M., 1995. Kütahya-Yoncalı Yöresinin Jeoloji-Hidrojeoloji İncelemesi ve Toprak Gazlarının Ölçümleri Raporu, *MTA Der. Rap. No: 9910*, (yayımlanmamış), Ankara, 16 s.
- Parkhurst D.L., Appelo C.A.J., 1999. User's Guide to PHREEQC (Version 2)-A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations, *USGS Water Resources Investigation Report 99-4259*, 312p.
- Palabıyık Y., Serpen Ü., 2008. Geochemical Assessment of Simav Geothermal Field, Turkey, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 25, núm. 3, 2008, p. 408-425.
- Pfister M., Rybach L., Şimşek Ş., 1998. Geothermal Reconnaissance of the Marmara Sea Region (NW-Turkey); Surface Heat Flow Density in an Area of Active Continental Extension, *Tectonophysics*, 291, 1998, p. 77-89.
- Pınar N., Lahn E., 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu, *TC Bayındırlık Bak. Yapı ve İmar İş. Reis. Y. Seri 6*, Sayı 36.
- Plassard-Kogoş, 1968. Catalogue des Seismes Recents a Liban, *Ann. Memoires de l'Observ. de Xsara*, TomeIV, Cahier 1.
- Poisson A., 1984. The Extension of the Ionian Trough Into SW Turkey. In: J. F. Dixon & A. H. Robertson Eds., The Geologic Evolution of the Eastern Mediterranean. *Geol. Soc. London Spec. Pub. 17*, 241-249.

- Poisson A., 1990. Neogene Thrust Belt in Western Taurides. The Imbricate Systems of Thrust Sheets Along a NNW-SSE Transect, *IESCA-1990*, 224-235.
- Poisson A., Akay E., Dumont J.F., Uysal S., 1984. Isparta Angle (W Taurids): A Mesozoic Paleorift. In: O. Tekeli and C. Göncüoğlu Eds., *Geology of the Taurus Belt*, *sp. Pub. MTA*, Ankara, 11-26.
- Seyitoğlu G., 1997. The Simav Graben: An Example of Young E-W Trending Structures in the Late Cenozoic Extensional System of Western Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 6, 135-141.
- Seyitoğlu G., Scott B.C., 1991. Late Cenozoic Crustal Extension Basin Formation in West Turkey, *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- Shebalin N.V., Karnik V., Hardzievski D., 1974. *Catalogue of Earthquakes UNESCO*, Skopje, Yugoslavia
- Şaroğlu F., Emre Ö., Kuşcu İ., 1992. *Türkiye Diri Fay Haritası*, MTA, Ankara.
- Şener M., Gevrek A.İ., 1986. Simav-Emet-Tavşanlı Yörelerinin Hidrotermal Alterasyon Zonları, *Jeoloji Mühendisliği (MTA)*, 28, 43-49.
- Şengör A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance, *J. Geol. Soc. Lond.*, 136, 269–282.
- Şengör A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, *Türkiye Jeol. Kur. Konferanslar Dizisi*, 2, 40 s.
- Şengör A.M.C., 1982. Ege'nin Neotektonik Evrimini Yöneten Etkenler, *Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli*, T.J.K. (Ed: Erol, O).
- Şengör A.M.C., 1987. Tectonics of the Tethysides: Orogenic Collage Development in a Collisional Setting, *Annual Review Earth Planetary Science*, 15, 213-244.
- Şengör A.M.C., Yılmaz Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach, *Tectonophysics*, 75:181–241.
- Şengör A.M.C, Satır M, Akkök R., 1984. Timing of Tectonic Events in the Menderes Massif, Western Turkey: Implications for Tectonic Evolution and Evidence for Pan-African Basement in Turkey, *Tectonics*, 3/7, 693-707.

- Şimşek Ş., 1997. Geothermal Potential of Northwestern Turkey, Active Tectonics of Northwestern Anatolia, *The Marmara Poly-Project*, Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zurich, ISBN 3-7281-2425-7, p 111-124.
- Şimşek Ş., Yıldırım N., 2000. Termal Kaynaklar: Deprem Habercisi, 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 Deprem Bölgelerindeki Termal Kaynaklarda Gözlenen Değişimler ve Önemi, *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi*, 01 Temmuz 2000.
- Tarcan G., 2002. Jeotermal Su Kimyası, *Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi (JENARUM) Yaz Okulu Ders Notları*, İzmir, s. 230-272.
- Tokay M., Doyuran V., 1979. Gediz ve Dolaylarının Sismotektonik Özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22: 209-211.
- Ünlü R., Ünal A., 1971. Gediz, Simav, Sındırgı, Bigadiç Yöresinin Jeotermal Olanakları, *MTA Der. Rap. No: 4829*, (yayımlanmamış), Ankara, 25 s.
- Yılmaz Y., 1997. Geology of Western Anatolia, *In; Active Tectonics of NW Anatolia -The Marmara Poly-Project*, eds Schindler and Pfister, VDF, ETH Zurich, 31-54.
- Yücel B., Çoşkun B., Demirci S., Yıldırım N., 1983, Simav Yöresinin Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları, *MTA Der. Rap. No: 8219*, 21s.
- <http://www.egev.org/ilraporlari/kutahya.pdf>
- www.deprem.gov.tr
- <http://udim.koeri.boun.edu.tr/> (Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Ulusal Deprem İzleme Merkezi)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Özkan ATEŞ

Doğum Yeri : Mutlu/Konya

Doğum Tarihi : 22.01.1974

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen
Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (Gelişmiş)

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI –Diğer

1. Kürçer, A., Chatzipetros, A., Tutkun, S.Z., Pavlides, S., Özden, S., Syrides, G., Vouvalidis, K., Ulugergerli, E., **Ateş, Ö.** and Ekinci, Y.L., 2012. An Assessment of the Earthquakes of Ancient Troy, NW Anatolia, Turkey, Tectonics-Recent Advances, InTech, Chapter 7, p. 171-199. (<http://dx.doi.org/10.5772/48471>)
2. Kürçer, A., Chatzipetros, A., Tutkun, S.Z., Pavlides, S., **Ateş, Ö.** and Valkaniotis, S. 2008. The Yenice-Gönen Active Fault (NW Turkey): Active Tectonics and Palaeoseismology, Tectonophysics, 453, 263-275.
3. Çınar Yıldız, S., Özden, S., Tutkun, S.Z., **Ateş, Ö.**, Altuncu Poyraz, S., Kapan Yeşilyurt, S., Karaca, Ö., 2013. Ganos Fayı Boyunca Geç Senozoyik Yaşlı Gerilme Durumları, KB Türkiye, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 56, Sayı 1, sf. 1-21.
4. Baba A., **Ateş Ö.** and Deniz O., 2008. The environmental and hydrogeochemical properties of the Tuzla-Kestanbol-Hıdırlar geothermal sources, Turkey, 30th Anniversary Workshop, United Nations University, Geothermal Training Programme, 26-27 August 2008, Iceland, p 1-10.

5. Özden, S., **Ateş, Ö.**, Şengün, F., Tunç., İ.O., Türkdönmez, O., Şanlıyüksel, D., Avcıoğlu, M., Ertekin, C., 2008. Gökçeada'nın Jeolojik Özellikleri. Çanakkale İli Değerleri Sempozyumu (25-31 Ağustos), s 47-58.

6. Tutkun, S.Z., Yıldırım, H., Türkeş, M., Kaya, M.A., Ekinci, Y.L., Şengül, E., **Ateş, Ö.**, 2006. Arkeoloji ve Yer Bilimleri, Sevim Buluç Anı Kitabı, Çanakkale Onsekiz Mart Yayınları, 145-168.

b) Bildiriler -Uluslararası –Ulusal

1. Özden, S., Şahin, G. ve **Ateş, Ö.**, 2013. Çavdarhisar (Kütahya) ve Yakın Civarının Geç Senozoyik Yaşlı Gerilme Durumları ve Aktif Tektoniği, Batı Anadolu, Türkiye, ATAG 17. Çalıştay Bildiri Özleri Kitabı, Antalya.

2. **Ateş, Ö.**, Özden, S., Tutkun, S.Z., Ürküt, Y. ve Gül, C., 2013. 08 Ocak 2013 Kuzey Ege (Mw: 6.2) Depreminin Bölgedeki Jeotermal Sistemler Üzerindeki Etkisi, ATAG 17. Çalıştay Bildiri Özleri Kitabı, Antalya.

3. Çınar, S., Özden, S., Tutkun, S.Z., **Ateş, Ö.**, Altuncu, S., Kapan Yeşilyurt, S. ve Karaca, Ö., 2012. Ganos Fayı Boyunca Geç Senozoyik Yaşlı Gerilme Durumları, KB Türkiye, 09 Ağustos 1912 Mürefte Depreminin (Mw=7.4) 100. Yıldönümü Sempozyumu Bildiri Kitapçığı, sf: 172.

4. **Ateş, Ö.**, Baba, A. ve Tutkun, S.Z., 2012. Hıdırlar (Çanakkale) Jeotermal Sisteminin Hidrojeolojik ve Hidrojeokimyasal Özellikleri, V. Ulusal Jeokimya Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf: 97-98.

5. **Ateş, Ö.**, Özden, S. ve Tutkun, S.Z., 2012. Jeotermal Kaynaklarda Depremlere Bağlı Gözlenen Değişikliklere Bir Örnek: 19 Mayıs 2011 Simav Depremi ve Etkileri, 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, sf 14-15.

6. **Ateş, Ö.**, Özden, S. ve Tutkun, S.Z., 2011. Aktif Fayların Jeotermal Alanlarla İlişkisine Bir Örnek: 19 Mayıs 2011 Simav Depremi ile Jeotermal Kaynaklardan Elde Edilen Verilerin Anlamı, ATAG 15. Çalıştay Bildiri Özleri Kitabı, Adana, S:58.

7. Özden, S., Gündoğdu, E., Karaca, Ö., Can, L., **Ateş, Ö.**, Çınar, S., Fıratlıgil, E., Akgün, Y., Demirci, A., Bekler, T., Komut, T., Kalafat, D., Yalçiner, Ç. ve Tutkun, S.Z., 2011. Simav Fayı, Emet Zonu ve Kütahya Fayıyla Sınırlandırılan Bölgenin Geç Senozoyik Yaşlı

Gerilme Durumları, Orta-Batı Anadolu, ATAG 15. Çalıştayı Bildiri Özleri Kitabı, Adana, S:53.

8. Vouvalidis, K., **Ateş, Ö.**, Syrides, G., Pavlides, S., Tutkun, S.Z., Chatzipetros, A., Özden, S., Mavroudis, P., Sboras, S., Kürçer, A. and Valkaniotis S., 2010. Holocene fluvial processes in Troy plain, European Geosciences Union General Assembly (EGU 2010), Vienna-Austria.

9. **Ateş, Ö.**, Tutkun, S.Z., Baba, A., Woith, H. and Özden, S., 2010. An example of geothermal systems: Hidirlar Geothermal Field, Biga Peninsula, NW Turkey, European Geosciences Union General Assembly (EGU 2010), Vienna-Austria.

10. Çınar S., Tutkun, S.Z., Özden, S., Kapan Yeşilyurt S. and **Ateş, Ö.**, 2010. New geological and tectonic findings on the Ganos Fault and surroundings, NW Turkey, European Geosciences Union General Assembly (EGU 2010), Vienna-Austria.

11. Çınar, S., Tutkun, S.Z., Özden, S. and **Ateş, Ö.**, 2010. Kinematics of the Ganos Fault, NW Turkey: Implications Lateral Extrusion of the Anatolian Block Since Late Miocene, Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia, 2010 Abstracts with Programs, p. 32.

12. Özden, S., Bekler, T., Tutkun, S.Z., Kürçer, A., **Ateş, Ö.**, Bekler, F.N., Kalafat, D. 2009. Late Cenozoic stress field distribution in Biga Peninsula, NW Turkey EGU Abstract Book, Vienna-Austria, p.428.

13. Pavlides S., Tutkun S.Z., Chatzipetros A., Michailidou A., Sboras S., Syrides G., Valkaniotis S., Vouvalidis K., Zervopoulou A., Doğan B., Özaksoy V., Kürçer A., Özden S., **Ateş Ö.**, Ulugergerli E.U., Bekler T., Ekinci Y.L., Demirci A., Şengül E., Elbek Ş, Gündoğdu E., Köse K., 2009. Hidden Earthquakes in the Gölcük-Kavaklı, Yenice-Gönen and Troy Faults, Palaeo. and Archaeo. App., ATAG 13. Çalıştayı.

14. Özden S., Bekler T., Tutkun S.Z., Kürçer A., **Ateş Ö.**, Bekler F., Kalafat D., Gündoğdu E., Bircan M.T., Çınar S., Çağlayan Ö., Gürgen M., İşler H. ve Yalçınöz A., 2008. Biga Yarımadası ve Marmara Denizi Güneyinin Sismotektoniği, Aktif Tektonik Araştırma Grubu 12. Çalıştayı (ATAG-12) Bildiri Özleri Kitabı, s. 48-49.

15. Çınar S., Tutkun S.Z., **Ateş Ö.**, Kapan-Yeşilyurt S. ve Özden S., 2008. Ganos Fayının Kinematığı ve Yeni Bulgular (Gaziköy, Gelibolu Yarımadası), Aktif Tektonik Araştırma Grubu 12. Çalıştayı (ATAG-12) Bildiri Özleri Kitabı, s. 53-54.

16. Pavlides S., Chatzipetros A., Drivaliari N., Michailidou A., Sboras S., Syrides G., Valkaniotis S., Vouvalidis K., Zervopoulou A., Tutkun S.Z., Kürçer, A., **Ateş, Ö.**, Özden S., Ulugergeli E., Ekinci L.E. and Demirci A., 2008. Troy: the Homeric landscape revisited in the light of modern morphotectonic and palaeoseismological research, Studying, modeling and sense making of planet Earth, Mytilene, Lesbos.
17. Pavlides S., Chatzipetros A., Drivaliari N., Michailidou A., Sboras S., Syrides G., Valkaniotis S., Vouvalidis K., Zervopoulou A., Tutkun S.Z., Kürçer A., **Ateş Ö.**, Özden S., Ulugergeli E., Ekinci L.E. and Demirci A., 2008. Troy: new insights to the Homeric landscape, 3rd International Conference on the Geology of the Tethys, Aswan, Egypt, 8-11 January 2008, Abstract book, 15.
18. Pavlides, S., Tutkun, S.Z., Chatzipetros, A., Kürçer, A., **Ateş, Ö.** and Valkaniotis, S., 2006. Quaternary faulting along the Yenice - Gönen Fault (NW Turkey), European Geosciences Union 2006, Vienna-Austria, Geophysical Research Abstracts, Vol 8, 06399.
19. Özden, S., Kürçer, A., **Ateş, Ö.** ve Tutkun, S.Z. 2006. Kuzey Anadolu Fayının güney kolu üzerinde yer alan Yenice-Gönen Fayı ve yakın civarındaki Geç Senozoyik yaşlı gerilme durumları, Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı (ATAG-10), Bildiri Özleri Kitabı, sf. 108-110, İzmir.
20. Kürçer, A., Tutkun, S.Z., Pavlides, S., Chatzipetros, A., **Ateş, Ö.**, Özden, S., Ulugergeli, E., Gündoğdu, Y., Bekler, T., Syrides, G., Vouvalidis, K., Valkaniotis, S., Zervopoulou, A., Şengül, E., Ekinci, Y.L., Köse, K., Demirci, A. ve Elbek, Ş. 2006. Troia Fayı'nın Morfotektonik Özellikleri ve Paleosismolojik Ön Çalışmalar, KB Türkiye, ATAG 10, Bildiri Özleri Kitabı, s 60-62.
21. Çetiner, Z.S., Baba, A. ve **Ateş, Ö.**, 2006. Orta-Kuzeybatı Biga Yarımadasındaki Termal Kaynakların Nadir Toprak Element (NTE) İçeriğinin Araştırılması, II. Ulusal Jeokimya Sempozyumu Bildiriler ve Özetler Kitabı, sf. 5, Bursa.
22. Tutkun, S.Z., Pavlides, S., Chatzipetros, A., Kürçer, A., **Ateş, Ö.** and Valkaniotis, S., 2006. Morphotectonics of Troy Fault (NW Turkey). European Geosciences Union 2006, Vienna-Austria, Geophysical Research Abstracts, Vol 8, 06536.
23. Pavlides, S., Chatzipetros, A., Valkaniotis, S., Tutkun, S.Z., Kürçer, A. and **Ateş, Ö.**, 2005. The Yenice-Gönen Earthquake 1953 (Mw: 7,2), NW Turkey: Paleoseismological approach. 14. Meeting of the Association of European Geological Societies (MAEGS-14), 19-23 September 2005, Torino-Italy, p:50.

24. Pavlides, S., Chatzipetros, A., Tutkun, S.Z., Kürçer, A., Ateş, Ö. and Valkaniotis, S., 2005. Paleoseismological Investigation of the 1953 (Mw:7,2) Yenice-Gönen Earthquake Fault (NW Turkey). International Symposium on the Geodynamics of the Eastern Mediterranean : Active Tectonics of the Aegean, 15- 18 June 2005, İstanbul, Turkey

25. Kürçer, A., Tutkun, S.Z., Pavlides, S., Chatzipetros, A. ve Ateş, Ö., 2005. 1953 Yenice-Gönen Deprem (Mw: 7,2) Fayı'nda Paleosismolojik İlk Sonuçlar, 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, s:123, 11-17 Nisan 2005, Ankara

c) Katıldığı Projeler

1. Troia Fayı'nın Paleosismolojisi, TÜBİTAK-GSRT Projesi, 2006-2010 (Araştırmacı)
2. Simav ve Kütahya Fayları Arasında Kalan Jeotermal Alanların Aktif Faylarla İlişkisi, ÇOMÜ-BAP Projesi, 2010-2013 (Araştırmacı)
3. Sarıköy-İnova ve Edincik Fayları'nın Neotektonik Özellikleri ve Kinematığı, ÇOMÜ-BAP Projesi, 2009-2011 (Araştırmacı)
4. Simav Fayı ile Kütahya Fayı (Emet-Orta-Batı Anadolu) Arasında Kalan Bölgenin Neotektonik ve Sismotektonik Özellikleri, TÜBİTAK-109Y103 nolu proje, 2009-2012 (Bursiyer)

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Araştırma Görevlisi, 2004-2014

İLETİŞİM

E-posta Adresi : ozkan.ates@hotmail.com