

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ILICAKÖY (İKİZDERE-RİZE) SICAK SU KAYNAKLARININ
HİDROJEOLOJİSİ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Jeoloji Mühendisi Arzu FIRAT ERSOY

106463

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“Jeoloji Yüksek Mühendisi”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

106463

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :13.08.2001

Tezin Savunma Tarihi :05.09.2001

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Remzi DİLEK

Jüri Üyesi : Doç.Dr.Fikri BULUT

Jüri Üyesi : Doç.Dr.Kenan GELİŞLİ

*Hicri
f. Bulut
Kenan*

Enstitü Müdürü Prof.Dr.Asım KADIOĞLU

A. Kadioğlu.

TRABZON 2001

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı Ilıcaköy (İkizdere-Rize) sıcak su kaynaklarının jeolojik, tektonik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özellikleri açısından incelenmesidir.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde büyük katkıları olan, öneri ve eleştirilerinden yararlandığım danışman hocam Prof.Dr.Remzi DİLEK'e içtenlikle teşekkür ederim.

İnce kesitlerin incelenmesinde yardımcı olan Doç.Dr.Cemil YILMAZ'a, çalışmamın her aşamasında büyük desteğini gördüğüm Yrd.Doç.Dr.Fatma GÜLTEKİN'e ve manevi desteğini benden esirgemeyen kardeşim İrfan TEMİZEL'e teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında maddi-manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim aileme ve eşim Arş.Gör.Hakan ERSOY'a teşekkürlerimi sunarım.

Arzu FIRAT ERSOY

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu.....	1
1.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	2
1.4. Topografya.....	3
1.4.1. Havza Şekil İndisi.....	3
1.4.2. Altimetrik Frekans Grafiği ve Hipsometrik Eğri.....	5
1.5. Akarsular.....	5
1.6. Ulaşım ve Yerleşim Durumu.....	7
1.7. Bölgesel Jeoloji.....	7
1.8. Ekonomik Jeoloji.....	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Amaç ve Metodlar.....	13
2.2. Analiz Yöntemleri.....	13
2.2.1. Anyon ve Katyon Analizleri.....	13
2.2.2. Yerinde Yapılan Ölçümler	13
3. BULGULAR.....	14
3.1. Giriş	14
3.2. Genel Jeoloji.....	14
3.2.1. Giriş.....	14
3.2.2. Önceki Çalışmalar.....	14
3.2.3. Bölgenin Jeolojisi.....	15
3.2.4. İkizdere Granitoyidi.....	20

3.2.5.	Dayk.....	27
3.2.6.	Yamaç Molozu.....	27
3.2.7.	Traverten.....	29
3.2.8.	Altüvyon.....	31
3.3.	Bölgenin Tektoniği.....	31
3.3.1.	Çatlaklar.....	31
3.3.2.	Faylar.....	32
3.4.	Sıcak Su Kaynakları.....	35
3.5.	Sıcak Su Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	36
3.6.	Sıcak Su Kaynaklarının Fiziko-Kimyasal Özellikleri	42
3.7.	Sıcak Sularda Bulunan Başlıca İyonlar	42
3.8.	Kimyasal Analiz Sonuçlarının Diyagramla Gösterilmesi.....	45
3.9.	Sıcak Suların Kalsite Doyguluğunun Hesaplanması.....	49
3.10.	Sıcak Suların Dolomite Doyguluğunun Hesaplanması.....	54
3.11.	Sıcak Suların Kökeni.....	56
3.12.	Sıcak Su Kaynaklarının Jeotermal Enerji Yönünden İncelenmesi.....	57
3.12.1.	Sıcak Suların Jeotermal Enerji Yönünden Sınıflandırılması	57
3.12.2.	Sıcak Sıvının Geldiği Derinliğin Belirlenmesi.....	57
3.12.3.	Isı Akısının Belirlenmesi.....	59
3.12.4.	Rezervuardaki Jeotermal Akışkanın Sıcaklığının Belirlenmesi.....	59
3.12.5.	Sıcak Su Kaynaklarının Oluşum Şekli.....	60
3.12.6.	Sıcak Sularda Koruma Alanlarının Belirlenmesi.....	60
3.12.7.	Sıcak Su Kaynaklarının Ekonomik Olarak Değerlendirilmesi.....	62
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
5.	KAYNAKLAR.....	68
6.	ÖZGEÇMİŞ.....	70

ÖZET

Bu çalışmada Ilıcaköy (İkizdere-Rize) sıcak su kaynakları jeolojik, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal açıdan incelenmiş, oluşum şekli ve kökeni belirlenmiştir.

İnceleme alanı Tortum G₄₅-a₃ paftasında 20 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Bölgedeki en yaşlı birim Üst Kretase yaşlı İkizdere Granitoyidi'dir. Bu birim çalışma alanında granit, alkali feldspat granit, monzogranit ve siyenogranit türünde kayalardan oluşmaktadır. İkizdere Granitoyidi'ni dolerit daykları kesmektedir. İkizdere Granitoyidi'nin üzerine Kuvaterner yaşlı yamaç molozları ve alüvyon gelmektedir. Bölgedeki en genç birim ise günümüzde oluşmaya devam eden travertenlerdir.

Cimildere Vadisi'nde KB-GD, KD-GB ve D-B doğrultulu faylar bulunmaktadır. Bunlardan KB-GD doğrultulu olan 2 fay sıcak suların yüzeye çıkmasına neden olmaktadır.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarında 29.10.1998 yılında M.T.A. tarafından sondaj yapılmıştır. Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağından 2,5 l/sn debide su gelişi izlenmiştir. Yapılan sondajın derinliği 40 m.'dir. Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağından ise 6,1 l/sn debide su gelişi belirlenmiştir. Sondajın derinliği 266 m.'dir. Sıcak sulara MTA tarafından analiz yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağında toplam çözünmüş iyon miktarı 4012,1 mg/l, Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağında ise 4115,21 mg/l'dir. Ilıcaköy-1 kaynağının sıcaklığı 54 °C, Ilıcaköy-2 kaynağının sıcaklığı ise 63 °C olarak ölçülmüştür.

Sıcak su kaynakları boşalım yerlerinin jeolojik özelliklerine göre "faylardan çıkan kaynaklar", sıcaklıklarına göre "çok sıcak sular", sertliklerine göre "çok sert sular", baskın anyon-katyon çiftine göre ise "kalsiyum bikarbonatlı sular" sınıfına girmektedir.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının kalsit ve dolomit minerallerine doymun oldukları belirlenmiştir. Kaynakların çevresine traverten çökelimi görülmektedir.

Sıcak suların meteorik kökenli oldukları belirlenmiştir. Sıcak su kaynakları jeotermal enerji açısından "düşük ısı jeotermal sistemler" sınıfına girmektedir.

Sıcak su kaynaklarından sağlık açısından yararlanabilmek için yapılması gerekenler belirtilmiştir. Ayrıca kaynaklardan ısıtma, seracılık gibi daha başka alanlarda da yararlanılabilir. Kaynakların dış etkilerle kirlenmesini önlemek amacıyla uygulanacak koruma alanları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ilıcaköy Sıcak Su Kaynakları, Jeotermal Enerji.

SUMMARY

Hydrogeological Properties Of Ilıcaköy Hot Water Springs

In this investigation Ilıcaköy (İkizdere-Rize) hot water springs have been studied from the point of the geology, hydrogeology, hydrogeochemistry, recharge, discharge and origin.

The study area covers 20 km² in Tortum G45-a3 section of a map. In the study area the oldest rocks are Late Cretaceous İkizdere Granitoid. This granitoid composed of granite, K-feldspar granite, monzogranite, sienogranite. İkizdere Granitoid is cross cut by dolerit dykes. Granitoid is overlain by talus and alluvial material. In the study area the youngest unit is travertine.

There is a number of faults directed NE-SW, NW-SE and E-W, from which NW-SE and NE-SW directed faults control Ilıcaköy hot water springs to come out to the surface. In 29.10.1998 Ilıcaköy-1 and Ilıcaköy-2 hot water springs are drilled by MTA. For the Ilıcaköy-1 hot water 2,5 l/sec discharge rate are obtained. The drilling depth of the spring is 40 m. For the Ilıcaköy-2 hot water 6,1 l/sec discharge rate are obtained. The drilling depth of the spring is 266 m.

Hot waters are analyzed by MTA. According to the analyze results total dissolved ion matter for Ilıcaköy-1 4012,1 mg/l and Ilıcaköy-2 4115,21 mg/l are obtained. The temperature of the springs are 54 °C in Ilıcaköy-1 and 63 °C in Ilıcaköy-2. The hot water springs are classified according to the geological properties "fault springs", according to the temperature "very hot waters", according to the hardness "very hard waters", according to the dominant anion-cation pairs "Na-HCO₃ waters".

Ilıcaköy-1 and Ilıcaköy-2 hot water springs are saturated with calcite and dolomite. At the around of the springs deposit travertine.

The origin of the hot waters are meteoric. Hot water springs are classified according to geothermal energy "low enthalpy geothermal systems". For the prevent the pollution of the springs have been determinate protection regions.

Key Words : Ilıcaköy Hot Water Springs, Geothermal Energy.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	1
Şekil 2. Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonunda 1928-1980 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi.....	2
Şekil 3. Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonunda 1931-1978 yılları arasında ölçülen ortalama yağış değerlerinin aylara göre değişimi.....	3
Şekil 4. Cimildere Havzası'nın eş yükseklik alan haritası.....	4
Şekil 5. Altimetrik frekans grafiği.....	6
Şekil 6. Cimildere Havzası'nın orohidrografi haritası.....	8
Şekil 7. Cimildere Havzası'nın jeoloji haritası.....	10
Şekil 8. Cimildere Havzası'nın dikme kesiti.....	11
Şekil 9. Cimildere Regülatörü.....	12
Şekil 10. Çalışma alanının dikme kesiti.....	16
Şekil 11. Çalışma alanının jeoloji haritası.....	17
Şekil 12. Çalışma alanının B-B' jeolojik kesiti.....	18
Şekil 13. Çalışma alanının C-C' jeolojik kesiti.....	19
Şekil 14. Sırt Mahallesi civarından alınan alkali feldspat granitin arazi görünümü.....	21
Şekil 15. Alkali feldspat granitin polarizan mikroskoptaki görünümü.....	22
Şekil 16. Katalan Mahallesi yakınlarından alınan granitin arazideki görünümü.....	23
Şekil 17. Granitin mikroskoptaki görünümü.....	23
Şekil 18. Ilıcaköy civarından alınan siyeno granite ait arazi görünümü.....	24
Şekil 19. Siyeno granitin mikroskoptaki görünümü.....	25
Şekil 20. Abdo Mahallesi yakınlarından alınan monzo granitin arazi görünümü.....	26
Şekil 21. Monzo granitin mikroskoptaki görünümü.....	26
Şekil 22. Demirkapı Köyü yakınlarından alınan dolerit daykının arazideki görünümü.....	28
Şekil 23. Dolerit daykının mikroskoptaki görünümü.....	28

Şekil 24. Rüzgarlı Köyü yakınındaki yamaç molozunun arazi görünümü.....	29
Şekil 25. Travertenin araziideki görünümü.....	30
Şekil 26. Travertenin mikroskoptaki görüntüsü (enine kesiti).....	30
Şekil 27. Travertenin mikroskoptaki görüntüsü (boyuna kesiti).....	31
Şekil 28. İkizdere Granitoyidi'nden alınan 100 çatlak ölçüsü ile hazırlanan çatlak kontur diyagramı.....	32
Şekil 29. Doğu Pontid'lerde fay sistemleri	33
Şekil 30. Çalışma alanında gelişen köşeli drenaj ağı.....	34
Şekil 31. Arazide gözlenen mikro ölçekli fay	35
Şekil 32. Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağı.....	37
Şekil 33. Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağı.....	37
Şekil 34. Sıcak su kaynaklarının yer bulduru haritası.....	38
Şekil 35. Sıcak su kaynakları çevresinin jeolojik kesiti.....	39
Şekil 36. Ilıcaköy-1 sıcak su sondajına ait kuyu logu.....	40
Şekil 37. Ilıcaköy-2 sıcak su sondajına ait kuyu logu.....	41
Şekil 38. Kolon.Diyagramı.....	46
Şekil 39. Piper Diyagramı	47
Şekil 40. Schoeller Diyagram.....	48
Şekil 41. Aktivite katsayısı-İyonik şiddet grafiği.....	50
Şekil 42. Derinlik-sıcaklık ilişkisi.....	58
Şekil 43. Modelleme.....	61
Şekil 44. Sıcak su kaynakları çevresinde belirlenen koruma alanları	63

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonu'nda 1928-1980 yılları arasında ölçülen ortalama yağış ve sıcaklık değerleri.....	2
Tablo 2. Alan-kot değeri ilişkisi.....	6
Tablo 3. Sıcak ve soğuk su kaynaklarının fiziksel özellikleri.....	42
Tablo 4. Sıcak ve soğuk su kaynaklarının kimyasal özellikleri.....	43
Tablo 5. Sıcak ve soğuk su kaynaklarının toplam anyon ve kation değerleri.....	43
Tablo 6. Sıcak ve soğuk su kaynaklarında bulunan iyonların mek/l değerleri.....	44
Tablo 7. Ilıcaköy-1 sıcak su analiz sonuçları.....	44
Tablo 8. Alınan su örneklerindeki majör iyonlar (%r).....	45
Tablo 9. Alınan su örneklerindeki majör iyonlar (mg/l).....	49
Tablo 10. Alınan su örneklerindeki majör iyonlar (molalite).....	49
Tablo 11. Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının iyonik şiddet değerleri	50
Tablo 12. Alınan örneklerdeki majör iyonlar (aktivite katsayısı).....	51
Tablo 13. Alınan örneklerdeki majör iyonlar (aktivite değeri).....	51
Tablo 14. Sıcak su kaynaklarında bulunan iyonların $\log K_{\text{HCO}_3}$ ve $\log K_{\text{CaCO}_3}$ değerleri.....	52
Tablo 15. Sıcak su kaynaklarının kalsite doygunluğunun hesaplanmasında kullanılan değerler	53
Tablo 16. Sıcak su kaynaklarında bulunan iyonların $\log K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2}$ değerleri	54
Tablo 17. Sıcak su kaynaklarının dolomite doygunluğunun hesaplanmasında kullanılan değerler	55

SEMBOLLER DİZİNİ

l / sn	Litre / saniye
r	İyonun mek / l değeri
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
K	Potasyum
HCO ₃	Sodyum Bikarbonat
Cl	Klor
SO ₄	Sülfat
Mmho / cm	Mikromho / santimetre
EC	Elektriksel iletkenlik
pH	Hidrojen iyonu derişimi
mek / l	Miliekivalan / litre
mg / l	Miligram / litre
I	İyonik şiddet
γ_i	İyonun aktivite katsayısı
m_i	İyonun molalitesi
a_i	İyonun aktivite değeri
S_i	Doygunluk indisi
D	Derinlik
q	Isı akısı
l / gün	Litre / gün

1.GENEL BİLGİLER

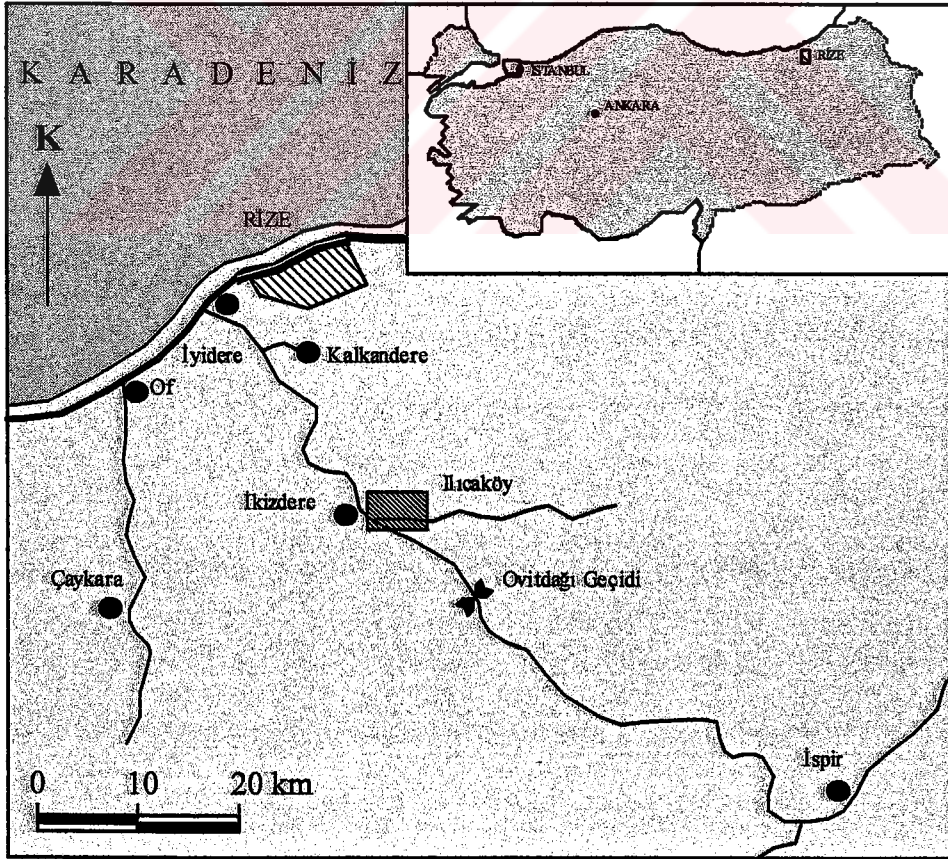
1.1 Giriş

Bu çalışmada Rize'nin İkizdere İlçesi'nde bulunan 2 adet sıcak su kaynağı jeolojik, tektonik ve hidrojeolojik açıdan incelenmiştir.

Jeotermal sular ilk çağlardan beri insanlar tarafından sağlık ve turizm amaçlı kullanılmaktadır. Jeotermal kaynaklar tükenmeyen, temiz ve yenilenebilir kaynaklar olduğu için 21. yüzyılda önemli bir enerji türü olarak kabul edilmektedir.

1.2. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

İnceleme alanı 1/25.000 ölçekli Tortum G_{45-a4} paftası içerisinde yaklaşık 20 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. İkizdere İlçesi Rize İli'ne bağlı İkizdere İlçesinde bulunmaktadır. Ilıca, İkizdere Çayı'nın bir kolu olan Cimildere Vadisinde bulunmaktadır, ilçe merkezine 7 km., sahile 61 km. uzaklıktadır (Şekil1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

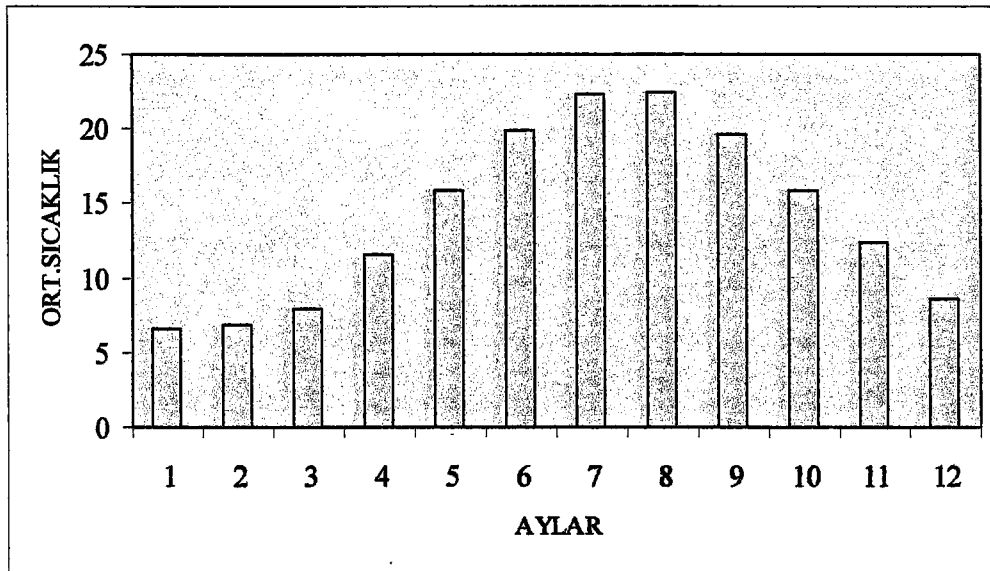
1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Rize İli'nin kıyı kesiminde ılık, her mevsim yağışlı bir iklim hüküm sürmektedir. Çalışma alanı olan İkizdere ve çevresi ise Rize İli ile benzerlik göstermektedir. Yazlar sıcak ve yağışlı, kışlar ise ılık geçmektedir. Doğu Karadeniz Dağları'nın dorukları ve güneylerinde karasal iklim görülmektedir. Sahilden 700 m. yüksekliğe kadar olan alanlarda çay bahçeleri ve meyve bahçeleri yer almaktadır. 700 m. ile 2000 m. kotları arasında çam, gürgen, kestane, kızılçam ve orman gülünden oluşan çok sık bir bitki örtüsü görülmektedir.

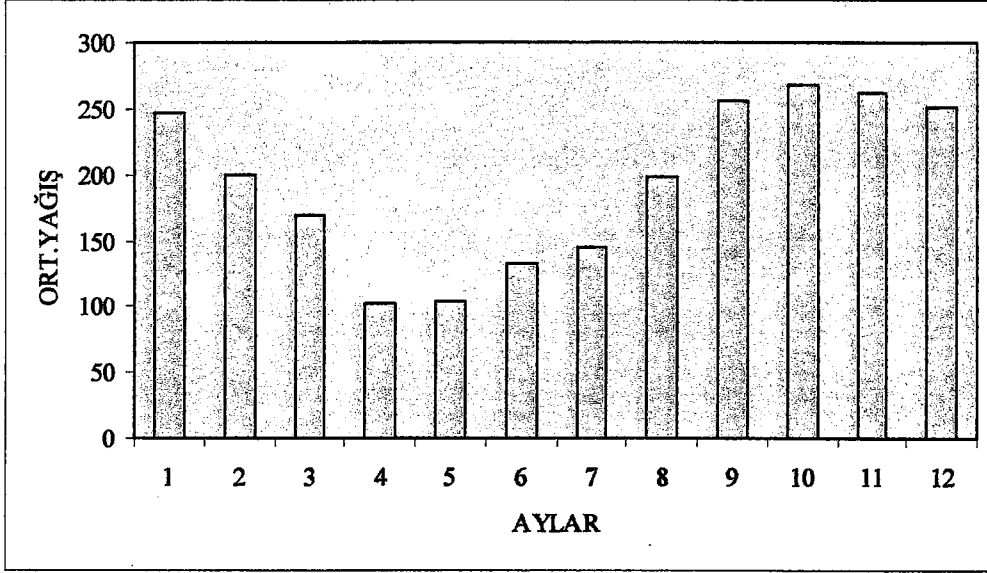
Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonunda 1928-1980 yılları arasında ölçülen ortalama yağış ve sıcaklık değerleri kullanılarak tablo hazırlanmıştır (Tablo 1). Bu tabloya göre sıcaklığın en yüksek olduğu ay 22,4 °C ile Ağustos Ayı, en düşük olduğu ay ise 6,6 °C ile Ocak Ayı, yağışın en fazla olduğu ay 267,6 mm. ile Ekim Ayı, en az olduğu ay ise 102,1 mm. ile Nisan Ayı'dır.

Tablo 1. Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonunda 1928-1980 yılları arasında ölçülen ortalama yağış ve sıcaklık değerleri.

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
ort.sıcaklık (°C)	6,6	6,8	7,9	11,5	15,8	19,9	22,3	22,4	19,6	15,9	12,3	8,6	14,1
ort.yağış (mm.)	247,4	199,4	168,4	102,1	103,2	132,0	144,9	197,9	255,8	267,6	261,8	251,8	2332,2



Şekil 2. Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonunda 1928-1980 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi.



Şekil 3. Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonunda 1931-1978 yılları arasında ölçülen ortalama yağış değerlerinin aylara göre değişimi.

1.4. Topografya

Rize İli'nin en önemli engebesini Kuzey Anadolu Dağları'nın kuzey kesimi oluşturur. Birçok vadi ile yarılarak çok engebeli bir görünüm kazanan bu dağlar, kıyı boyundan başlayarak güney-doğuya gidildikçe yükselir.

Çalışma alanı olan İkizdere ve çevresi oldukça engebeli bir topografyaya sahiptir. İlçe merkezinin denizden yüksekliği yaklaşık 700 m.dir. En önemli yükseltiler Cimil Dağı (3345 m.), Hemşin Tepesi (3302 m.), Çağcan Tepe (1607 m.), Punburluk Tepesi (1458 m.), İstarina Tepesi (1274 m.), Cimil Dağı, Amecü Dağı ve Demir Dağı' dir. Bölgenin eş yükseklik haritası Şekil 4'te verilmektedir.

Eş yükseklik haritasında eğimin kuzeybatı yönünde gidildikçe arttığı, güneydoğu yönünde gidildikçe ise azaldığı, buna göre yüksekliğin az olduğu yerlerde eğimin yüksek olduğu, yüksekliğin çok olduğu yerlerde ise eğimin düşük olduğu görülmektedir.

1.4.1. Havza Şekil İndisi

Havzaların davranışı şekilleri ile de ilgilidir. İnce, uzun bir havza ile dairesel bir havzanın hidrolojik olaylara karşı davranışı farklı olmaktadır. Havzaların bu özelliğini ifade etmek için Gravelius "Havza Şekil İndisi" adı verilen bir K parametresi tanımlamıştır. Buna göre ;



Şekil 4. Cimildere Havzası'nın eş yükseklik haritası

$K = P / (2 \times (\pi \times A)^{1/2})$ şeklinde belirlenmektedir.

Burada ;

$P = \text{havzanın çevresi} = 80 \text{ km.}$

$A = \text{havzanın alanı} = 262,6 \text{ km}^2$

$\pi = 3,14$

$K = 80 / (2 \times (262,6 \times 3,14)^{1/2})$

$K = 1,4$

olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanına ait “orohidrografi haritası” yardımıyla belirlenen havza sınırları içerisinde kalan ve birbirini izleyen eş yükseklik eğrileri arasında kalan alan “planimetre” ile belirlenmiştir (Şekil 4.).

Gravelius İndisi 1 değerinden uzaklaştıkça, havzanın biçimi daireden uzaklaşmaktadır. K değeri yağışın akışa geçiş sürecini denetlemektedir. Havza şeklinin daireye yakın olması yağışın kısa sürede taşkına dönme riskini arttırmaktadır, daireden uzaklaştıkça ise taşkın riski azalmaktadır. Çalışma alanına ait havzanın şeklinin Şekil 4’te elipse yakın olduğu görülmektedir.

1.4.2. Altimetrik Frekans Grafiği ve Hipsometrik Eğri

Çalışma alanına ait “eş yükseklik haritası” hazırlanarak birbirini izleyen eş yükseklik eğrileri arasında kalan alanlar belirlenmiştir. Bu alan değerlerinin havzadaki kot değerleri ile ilişkisi bir grafik üzerinde gösterilmiştir. Bu grafiğe “Altimetrik Frekans Grafiği” adı verilmektedir. Bu değerle kot bağıntısını veren eğriye ise “Hipsometrik Eğri” denilmektedir. Havzadaki alan değerlerinin kot değerleri ile ilişkisi Tablo 2.’de verilmektedir.

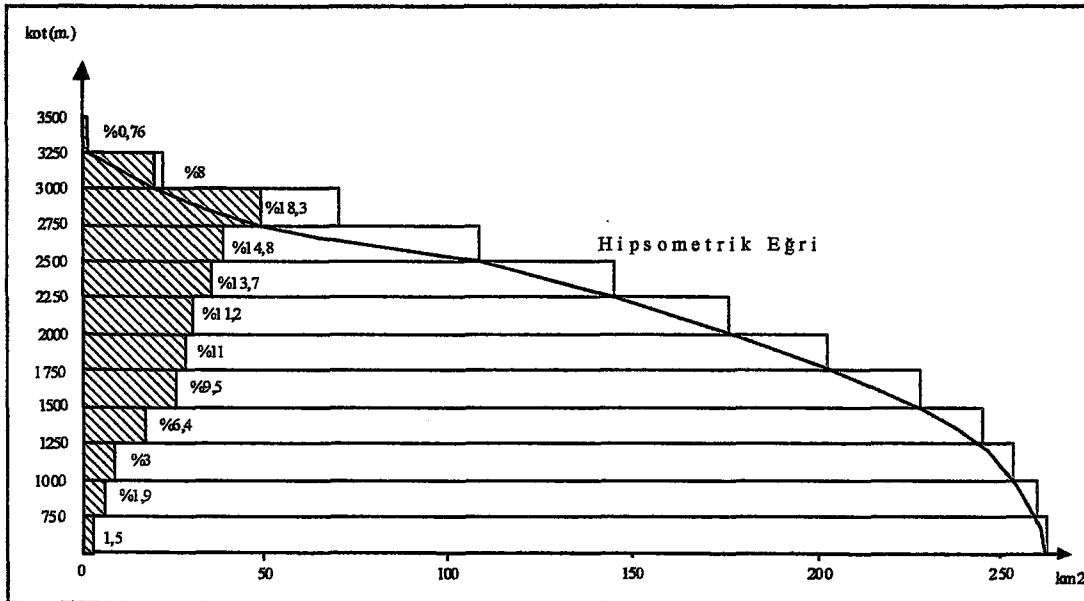
1.5. Akarsular

Rize İli’nin akarsuları birbirine paralel olarak, dağların doruğundan Karadeniz’e doğru inerler. Bu akarsular şiddetli yağıştan sonra ve karlar eridiğinde hızla kabarırlar.

Tablo 2. Alan-kot değeri ilişkisi

Kot değeri (m)	Alan (km ²)	Eklenik Alan (km ²)
< 750	2,8	2,8
750-1000	5,0	7,8
1000-1250	8,1	15,9
1250-1500	17,5	33,4
1500-1750	25,0	58,4
1750-2000	29,5	87,9
2000-2250	30,3	118,2
2250-2500	35,3	153,5
2500-2750	38,9	192,4
2750-3000	48,4	240,8
3000-3250	20,4	261,2
> 3250	1,4	262,6

Tablo 2.'deki değerler yardımı ile Altimetrik Frekans Grafiği çizilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Altimetrik Frekans Grafiği

Çalışma alanındaki en önemli akarsu İkizdere Çayı'nın bir kolu olan Cimil Dere'dir. Havzada ayrıca Değirmen Dere, Kuroi Dere, Harzlvan Dere, Azacu Dere, Çekufer Dere, Fosa Dere, Hıroктаşı Dere, Ranos Dere, Sudüşen Dere, Büyüktiron Dere, Büyük Dere, Yediçukur Dere, Eşkiyala Dere, Çalçarak Dere, Sarpinovit Dere bulunmaktadır. Bölgenin orohidrografi haritası Şekil 6'da verilmektedir.

1.6.Ulaşım ve Yerleşim Durumu

İkizdere İlçesi Rize il merkezine 54 km. uzaklıkta bulunmaktadır. İkizdere İlçesi ise İkizdere ilçe merkezine 7 km. uzaklıktadır. Rize'den İkizdere'ye kadar ulaşım asfalt yol ile sağlanmaktadır. İkizdere'den ılıcaya kadar ulaşım ise toprak yol ile mümkün olmaktadır. İlçe merkezi ile ılıca arasındaki yolun yapımına 2001-Mayıs ayında başlanmıştır.

Rize – İkizdere karayolu yılın hemen hemen her ayında trafiğe açık olmaktadır.

Bölgedeki en önemli yerleşim yerleri Gündoğdu, İmamlar, ılıcaköy, Abdo, Sırt, Katalan ve Demirkapı Mahalleleridir.

1.7. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanında Cimildere'ye ait beslenme havzası sınırları belirlenerek havza haritası hazırlanmıştır. 262.6 km²'lik bu havzanın jeolojisi, M.T.A. (1998) tarafından hazırlanan "Rize İli'nin Çevre Jeolojisi" adlı çalışmadan alınmıştır.

Buna göre havzada yaşlıdan gence doğru ;

Hamurkesen Formasyonu

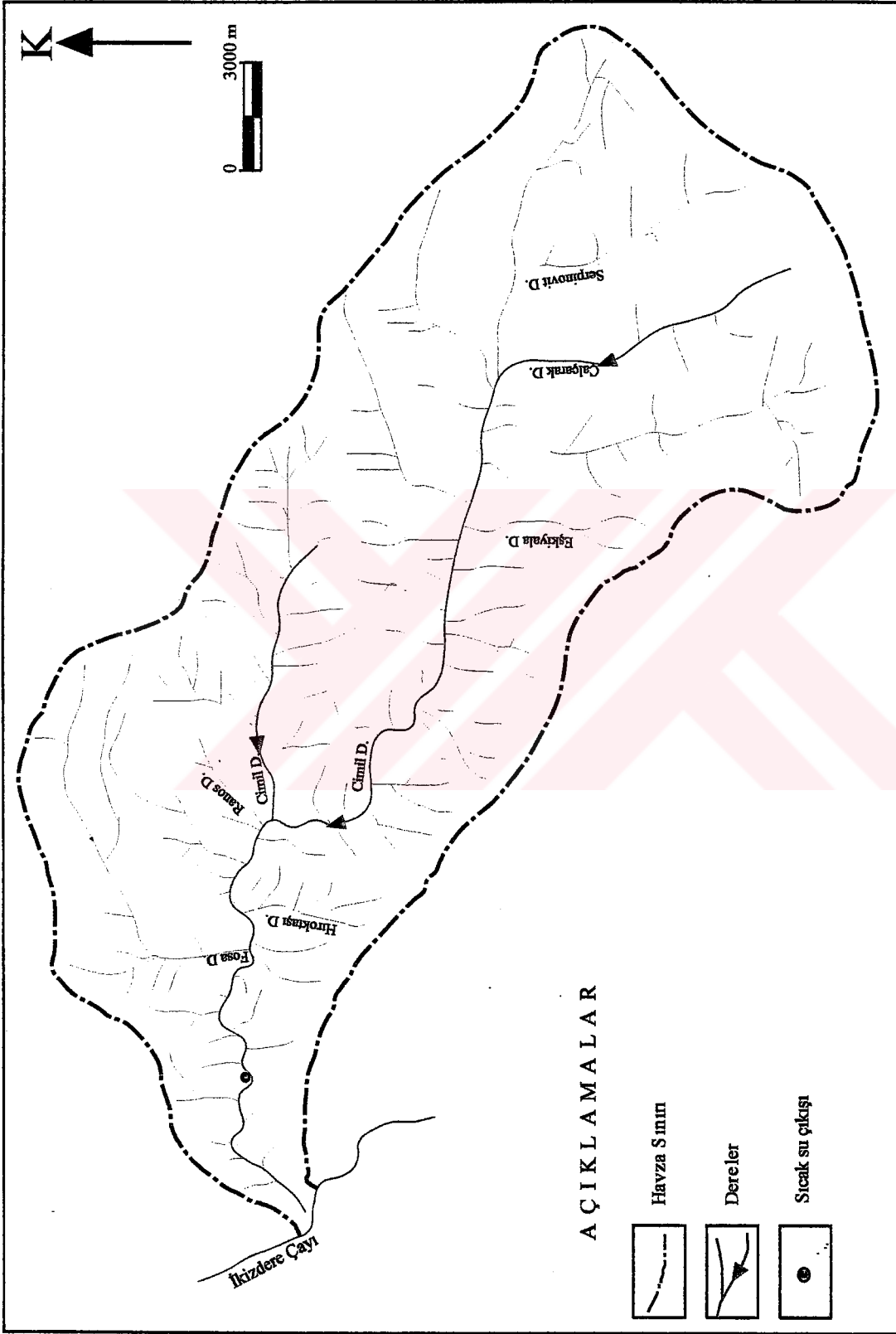
Çatak Formasyonu

İkizdere Granitoyidi

Çağrankaya Formasyonu

bulunmaktadır.

Hamurkesen Formasyonu Ağar (1977) tarafından Liyas yaşlı volkano-tortul istif olarak tanımlanmıştır. Birim andezit, bazalt ve piroklastları ile bunlarla ara tabakalı olarak bulunan kırmızı kireçtaşı, kumtaşı ve kil taşından oluşmaktadır. Formasyonun yaşı Liyas-Dogger olarak belirlenmiştir.



Şekil 6. Cimdilere Havzası'nın orohidrografi haritası

Cimildere havzasında Hamurkesen Formasyonu'nun üzerine Çatak Formasyonu gelmektedir. Tortul ara seviyeli bazalt, andezit ve piroklastlarından oluşan bu birim, Güven (1993) tarafından Çatak Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyonun yaşı Üst Kretase'dir.

Bölgede bulunan granitoid, Güven (1993) tarafından "Kaçkar Granitoyidi" olarak tanımlanmış ve granitoide çalışma alanında İkizdere Granitoyidi adı verilmiştir. Birim granit, alkali feldispat granit, monzogranit, siyenogranit türünde kayalardan oluşmaktadır. Granitoyid yerleşimini Üst Kretase'den Tersiyer'e kadar sürdürmüştür.

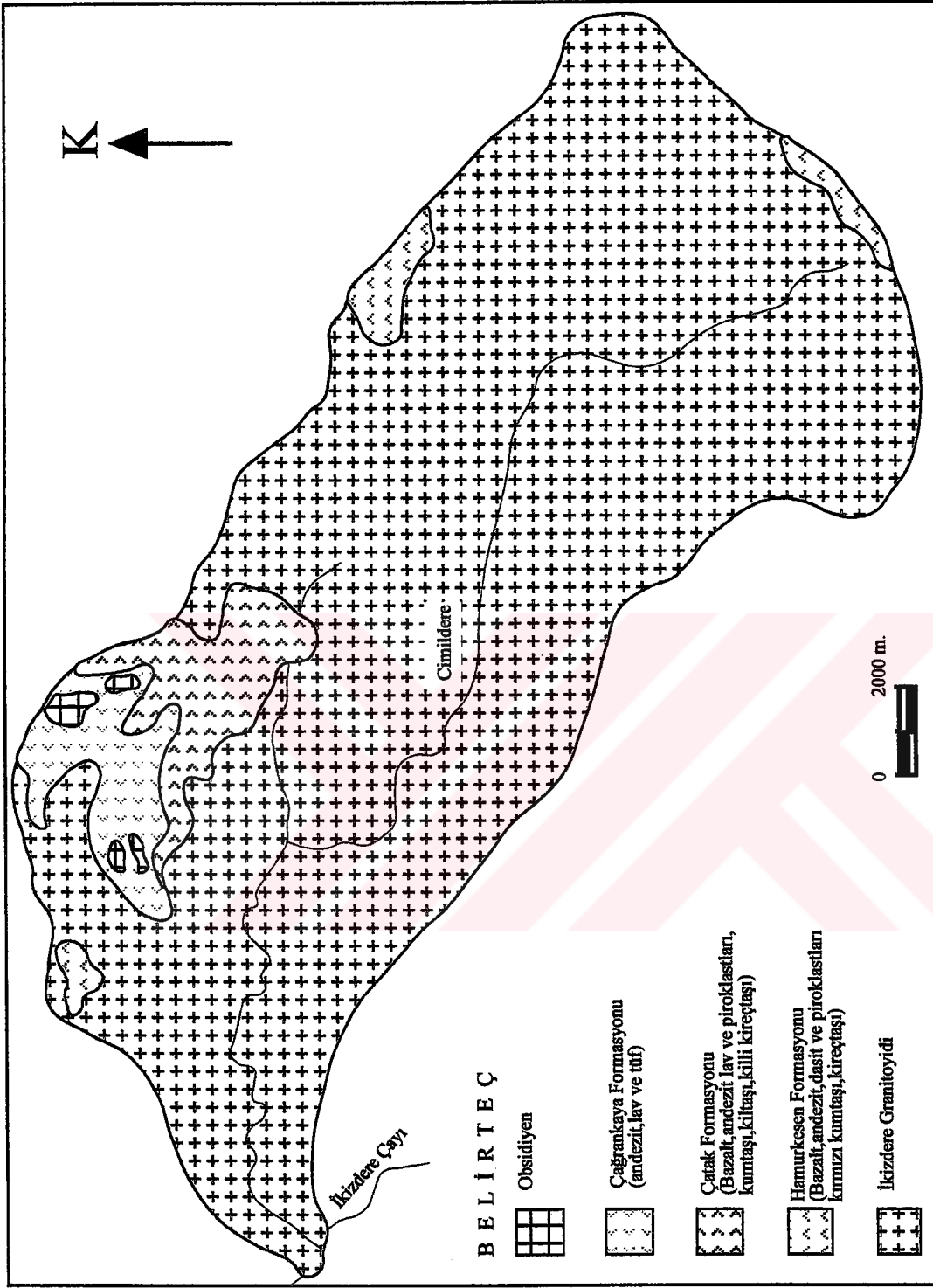
Cimildere Havzasındaki en genç birim Çağrankaya Formasyonu'dur. Formasyon M.T.A. (1998) tarafından adlandırılmıştır. Birim andezit, tuf ve obsidyenlerden oluşmaktadır. Birimin yaşı Oligosen- Miyosen ? olarak tahmin edilmektedir.

Cimildere Havzası'nın jeolojik haritası Şekil 7'de ve genelleştirilmiş dikme kesiti Şekil 8'de verilmektedir.

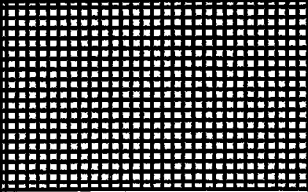
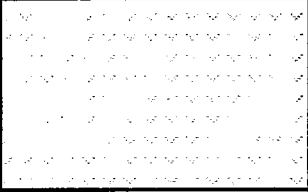
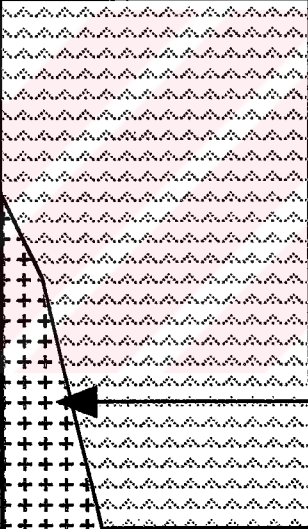
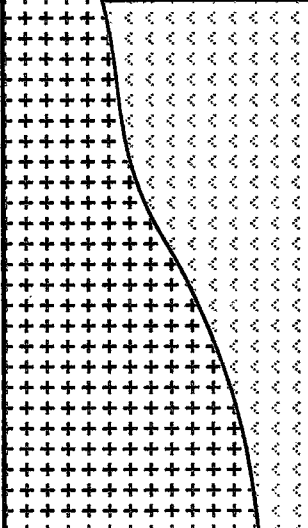
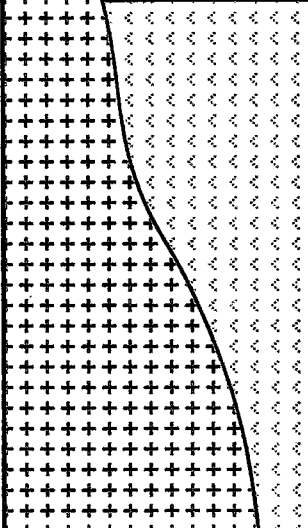
1.8. Ekonomik Jeoloji

Çalışma alanında ve İkizdere İlçesi'nin büyük bir bölümünde İkizdere Granitoyidi adı verilen kayalar yüzeylenmektedir. Granitoyidik kayalar mermer olarak ekonomiye kazandırılabilir (Tüdeş,1994).

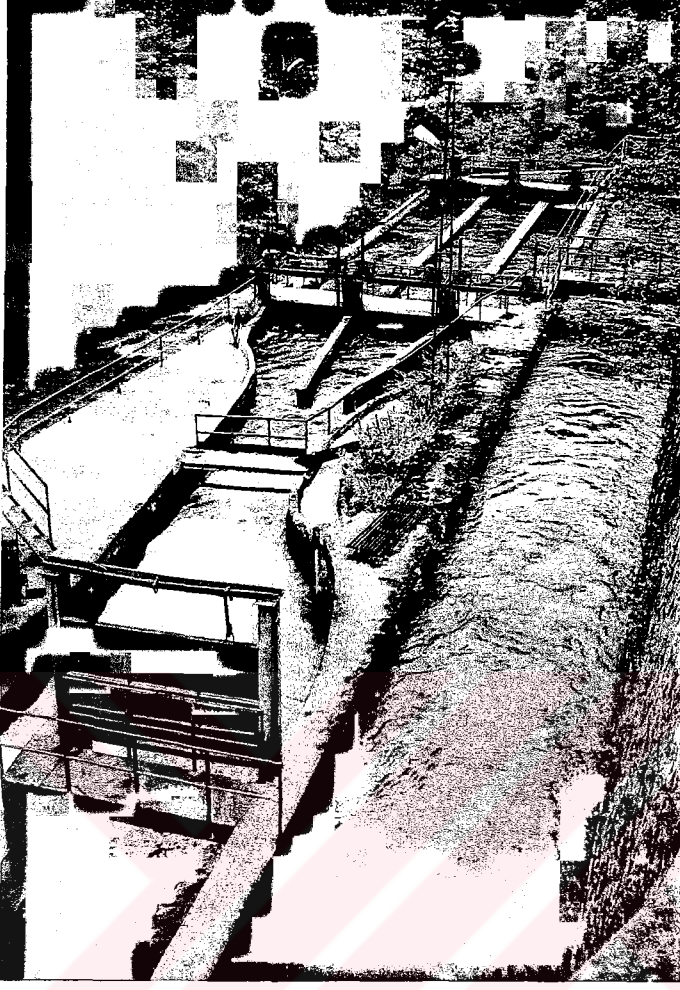
Çalışma alanında Cimildere ve İkizdere Çayı üzerinde 2 adet regülatör bulunmaktadır. Bunlar Cimildere Regülatörü ve Demirkapı Regülatörü'dür. Bu regülatörlerden alınan su İkizdere İlçesi girişinde bulunan İkizdere Hidroelektrik Santrali'ne gelmektedir. Hidroelektrik santraline Cimildere Regülatörü'nden 4 m³/sn, Demirkapı Regülatörü'nden 8 m³/sn su gelmektedir. Böylece HES'e toplam 12 m³/sn su girişi olmaktadır. Hidroelektrik santraline gelen sudan yılda 120.000.000 kilowatt elektrik enerjisi elde edilmektedir.



Şekil 7. Cimmelere Havzası'nın jeoloji haritası (MTA, 1998)

ZAMAN		DEVİR		DEVRE		FORMASYON		LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK		TERSİYER						 	<p>Obsidiyen</p> <p>Andezit, lav vetüf</p>
M E S O Z O Y İ K		K R E T A S E		Ü S T K R E T A S E		Ç A T A K		 	<p>Bazalt, andezit ve piroklastları (kumtaşı, kiltası, silttaşı, killi kireçtaşı)</p> <p>İkizdere Granitoyidi granit, alkali feldspat granit, monzogranit, siyenogranit.</p>
J U R A		L İ Y A S - D O G G E R		H A M U R K E S E N					<p>Andezit, bazalt ve piroklastları (kırmızı kireçtaşı, kumtaşı)</p>

Şekil 8. Cimildere Havzası'nın dikme kesiti
(MTA, 1998'den değiştirilerek)



Şekil 9. Cimildere Regülatörü

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Amaç ve Metotlar

İkizdere – Ilıcaköy (Rize) sıcak su kaynağının fiziko-kimyasal özelliği, sağlık açısından yararları, oluşumu, tektonizma ile ilişkisini belirlemek için yapılan bu çalışmada öncelikle inceleme alanının 1/ 25.000 ölçekli jeoloji haritası ve kesitleri hazırlanmış ve bu haritalar A4 boyutuna küçültülmüştür. Jeoloji haritasının yapımı sırasında arazi gözlemlerinden ve kayaç örneklerine ait ince kesitlerden yararlanılmıştır. Ayrıca hava fotoğrafları ve arazi gözlemlerinden bölgenin tektonik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Sıcak su kaynaklarının 1998 yılında MTA tarafından anyon ve katyon analizleri yapılmıştır. Ayrıca sıcak su kaynaklarının pH, sıcaklık değerleri ölçülmüştür.

2.2. Analiz Yöntemleri

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynakları ile ilgili arazide sıcaklık ve debi gibi bazı özellikler belirlenmiş ve alınan örneklerde kimyasal analiz yaptırılmıştır. Bu verilerin ışığında sıcak su kaynaklarının çeşitli özellikleri belirlenmiştir. Kaynağın oluşum mekanizması ve suyun kökeninin araştırılmasında arazide ve laboratuarda elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

2.2.1. Anyon ve Katyon Analizleri

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 29.10.1998 tarihinde MTA tarafından anyon ve katyon analizleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre sıcak su kaynaklarının fiziko-kimyasal özellikleri, oluşum ve kökeni belirlenmiştir. Ayrıca 26.06.2001 tarihinde Acme Laboratuvarı'nda (Kanada) sıcak su analizi yaptırılarak her iki sonuç karşılaştırılmıştır.

2.2.2. Yerinde Yapılan Ölçümler

Sıcak su kaynaklarının sıcaklığı yerinde yapılan ölçümlerle belirlenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Giriş

Bu bölümde Rize İli'nin İkizdere İlçesi'ne 7 km. mesafede bulunan sıcak su kaynaklarının hidrojeolojik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu başlık altında sıcak su kaynaklarının sıcaklık, debi gibi çeşitli fiziksel özellikleri, sıcak suda bulunan iyonların hidrokimyasal özellikleri, sıcak su kaynaklarının kalsit, dolomit ve jips minerallerine doygunlukları belirlenmiştir. Ayrıca Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynakları çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılmışlardır. Sıcak su kaynaklarının kökeni de bu bölümde anlatılmıştır.

3.2. Genel Jeoloji

3.2.1. Giriş

Çalışma alanında jeolojik, jeotektonik ve hidrojeolojik çalışmalar yapılmıştır. Bölgede Üst Kretase yaşlı granitoid türünde kayaçlar ile bunları kesen dayklar bulunmaktadır. Kuvaterner yaşlı yamaç molozu, traverten ve alüvyon granitoidin üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Granitoidik kayaçlarda 3 yönlü çatlaklı yapı gelişmiştir. Çatlakların doğrultusu KD-GB, KB-GD ve D-B olarak ölçülmüştür. Sıcak su kaynağının bulunduğu yerde fayların varlığı belirlenmiştir.

3.2.2. Önceki Çalışmalar

BAYKAL (1948), ATABEK (1949), OKAY (1949), YALÇINLAR (1952); çalışma alanını içine alan 1/100.000 ölçekli jeolojik harita çalışması yapmışlardır.

GATTİNGER (1955); inceleme alanını içerisine alan bir çalışma yapmıştır.

GATTİNGER (1962); 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Trabzon Paftası'nın komplikasyonunu derlemiştir. Bu çalışmada bölgedeki birimler litoloji ve stratigrafik konum yönünden incelenmişlerdir.

TANER (1977); Güneyce-İkizdere yöresinde yaptığı doktora çalışmasında bölgedeki birimleri haritalamış, granitoidden K-Ar yöntemiyle yaş tayinleri yapmıştır.

YILMAZ (1977); bölgedeki magmatitlerin petrokimyasal, mineralojik ve jeokronometrik incelemesini yaparak magmatik kökenli intrüzif bir yerleşme ürünü olduğunu belirlemiştir.

TANER (1979); “Doğu Karadeniz Bölümü Magmatizması ve Rize Plütonuna Bağlı Bazı Cevherleşme Örnekleri” isimli bildirisinde granitik intüzyonların Alp Orojenezi’nin tektonik evreleriyle uyumluluk gösterdiğini, genellikle yerleşmenin Üst Kretase sonuna doğru olduğunu, sonra Eosen’de batolitlerin oluştuğunu belirtmektedir.

BEKTAŞ (1983); “Kuzeydoğu Pontid Magmatik Yayındaki (I) Tipi Granitler ve Jeotektonik Konumları” isimli bildirisinde Doğu Pontid Magmatik ark kuşağının gelişimi için önerilen modellerin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla, ark tipi granitlerin zaman ve bölgedeki dağılımları araştırmıştır. Yazar yitimin güneye doğru olduğunu ve magmatik kayalardaki potasyum oranının güneye doğru arttığını ileri sürmektedir.

GEDİK-KORKMAZ (1986); Rize yöresinde Paleosen yaşlı birimlerin varlığını belirlemişlerdir.

BEKTAŞ, O.,ÇAPKINOĞLU, Ş.(1997); “Doğu Pontid Magmatik Arkında (KD Türkiye) Neptuniyen Dayklar ve Blok Tektoniği : Mesozoyik Havzaların Kinematığı İle İlgili Bulgular” adlı makalelerinde uydu ve hava fotoğraflarından elde edilen foto lineasyonların Doğu Pontid Jeolojisine uyarlandığında, bu foto lineasyonların, bölgenin fay tektoniğine karşılık geldiğini belirtmişlerdir.

3.2.3. Bölgenin Jeolojisi

Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Bölgede 5 birim ayırt edilmiştir. Bu birimler yaşlıdan gence doğru aşağıdaki gibi sıralanmaktadır ;

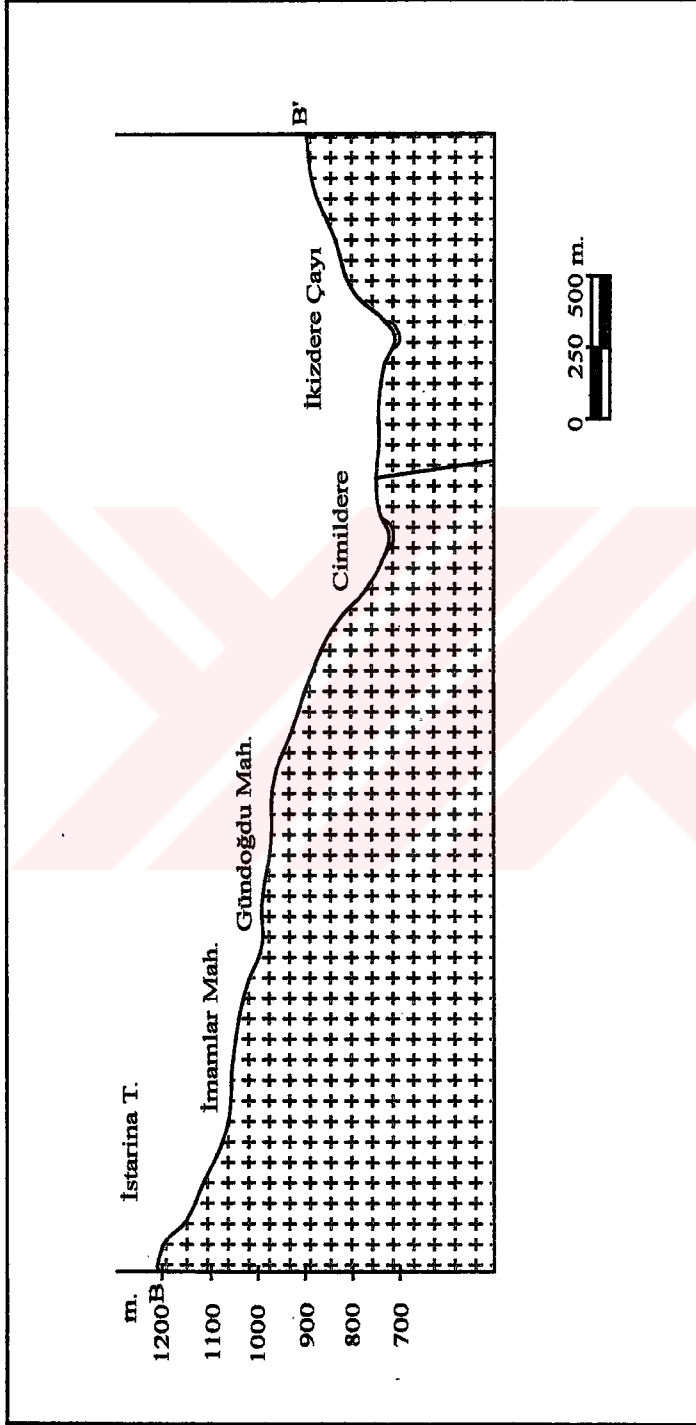
İkizdere Granitoyidi

Yamaç Molozu

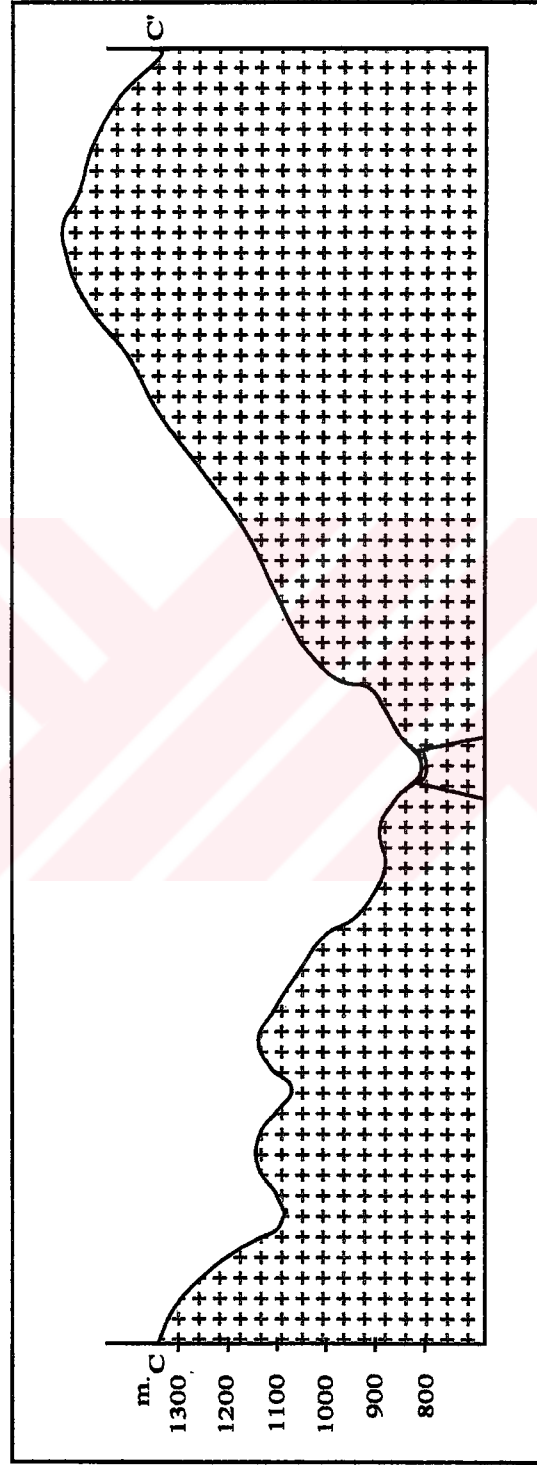
Traverten

Altüvyon

İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti Şekil 10’da, 1/25.000 ölçekli jeolojik haritası ve jeolojik kesitleri Şekil 11, Şekil 12 ve Şekil 13’te verilmektedir.



Şekil 12. Çalışma alanının B-B' jeolojik kesiti



Şekil 13. Çalışma alanının C-C' jeolojik kesiti

3.2.4. İkizdere Granitoyidi

İkizdere Granitoyidi inceleme alanında Cimildere Vadisinde, İkizdere – Erzurum Karayolunda yüzeyleme vermektedir. Granitoyid; granit, alkali feldspat granit, monzogranit ve siyenogranit türünde kayalardan oluşmaktadır.

Granitoyid arazide pembe, açık gri renkli bir görünüme sahiptir. Oldukça kırıklı bir yapıdadır. Yaygın alterasyon şekli; killeşme, serisitleşme ve silisleşme şeklindedir. Ayrışma sonucunda killeşmenin etkisiyle yer yer sarımsı, kahvemsı renklerde görülmektedir.

Makroskobik incelemelerinde taneli doku gösterdikleri öz şekilli ve yarı öz şekilli plajiyoklas kristalleri, yarı öz şekilli ve öz şekilsiz alkali feldspat kristalleri, öz şekilsiz kuvars kristalleri, yarı öz şekilli amfibol, klorit, biyotit kristalleri içerdikleri görülmektedir.

İkizdere Granitoyidi'nde 3 yönde gelişmiş çatlak sistemi bulunmaktadır. Bu çatlaklar kısmen dolgusuz, bazen de kil dolguludur. Çatlak açıklıkları 1 mm. ile 1 cm. arasına değişmektedir bazen de 10 cm.ye ulaşmaktadır. Kayalar çatlak sistemine bağlı olarak arazide büyük bloklar halinde bulunmaktadır.

Granitoyidin yaşını belirlemek için GATTİNGER (1955); granitlerle Eosen flişi (Lütesiyen) arasındaki kontakları izleyerek bu intrüzyonun en erken Üst Eosen'de başlamış olduğu sonucuna varmıştır. GATTİNGER (1962); bu intrüzyonların Oligosen'de de devam ettiğini ve hatta değişik intrüzyonların Miyosen'e ait olabilecekleri sonucuna varmıştır. EROSKAY (1971); magmatik kayaların Eosen volkanitlerini kestiğini, kontakt zonlarında metamorfizmaya sebep olduğunu, bunların Eosen sonu veya Oligosen yaşında olabileceğini belirtmektedir. ÇOĞULU (1970); Rize Granitleri'nin Tersiyer yaşında olduklarını ileri sürmektedir.

İkizdere Granitoyidi'nden alınan kayaç örneklerinden hazırlanan ince kesitler petrografik amaçlı olarak incelenmiş ve modal analiz yapılmıştır.

Alkali feldspat granit arazide pembemsi, açık renkli bir görünüme sahiptir. El örneğinde iri ortoklas kristalleri ve kuvars minerali göze çarpmaktadır. Ayrıca hornblend ve biyotit mineralleri de az miktarda bulunmaktadır.

Alkali feldspat granit örneği mikroskopta incelenmiş ve taneli strüktüre sahip olduğu görülmüştür.

Ortoklas minerali T.N.'de açık sarı, Ç.N.'de gri tonlarında görülmektedir. İri kristaller halinde bulunmaktadır. Bazı ortoklaslarda zonlu yapı izlenmiştir. Yarı öz

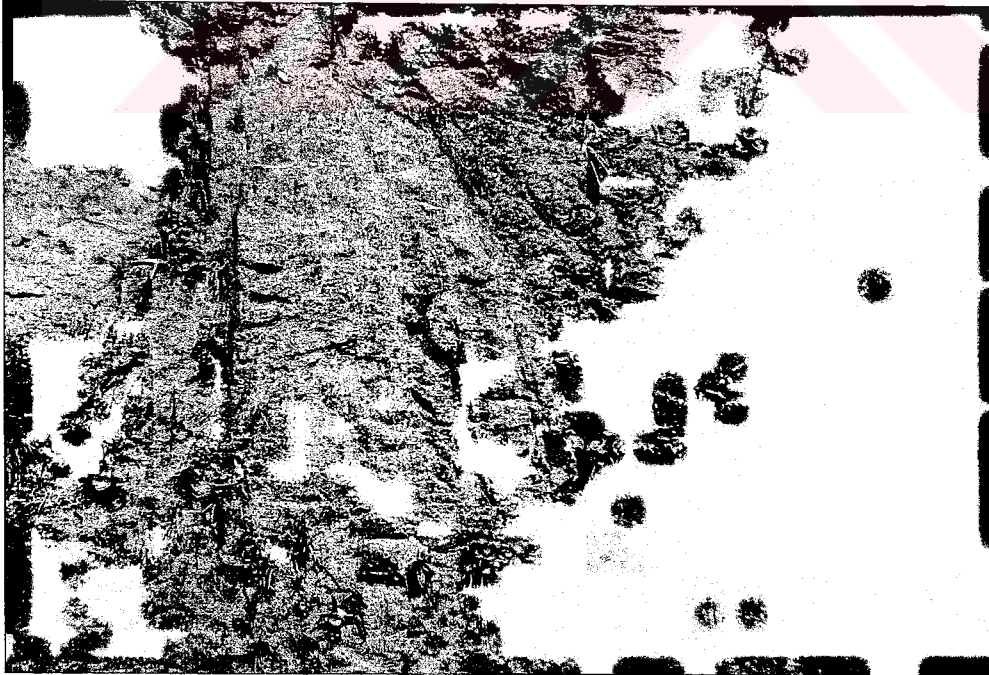
şekilli ve öz şekilli tanelerden oluşan ortoklasların kayada %58 oranında bulunduğu belirlenmiştir.

Kuars minerali öz şekilsiz, yarı öz şekilli tanelerden oluşmaktadır. T.N.'de beyaz, Ç.N.'de gri renktedir. Ayrışma nedeniyle opaklaşmış biyotitler nadiren kuvars içinde görülmektedir. Kuvars, kayada %23 civarında bulunmaktadır.

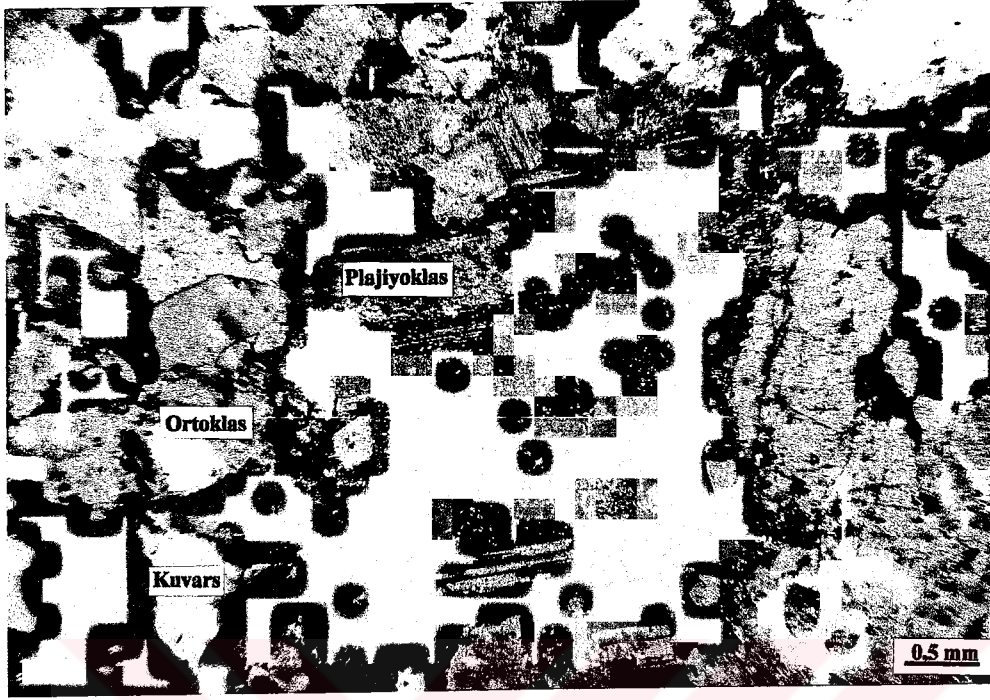
Plajiyoklas minerali yarı öz şekilli tanelerden oluşmaktadır. T.N.'de sarımsı, Ç.N.'de gri tonlarındadır. Albit ikizi görülmektedir. Plajiyoklaslarda yapılan cins tayini sonucunda bunların albit (An_{10}) oldukları belirlenmiştir. Kayaç içindeki oranı yaklaşık %13'tür.

Biyotitler yarı öz şekilli tanelerden oluşmaktadır. T.N.'de renk pleokroizması görülmektedir. Ç.N.'de koyu kahverengi renktedir. Yer yer uzun latalar halinde bulunmaktadır. Kayaç içerisinde %2 oranında görülmektedir.

Hornblendler öz şekilsiz, küçük taneler halinde bulunmaktadır. T.N.'de yeşil, sarı, Ç.N.'de yeşil, kahverengi renklerde dir. Kayaç içerisinde %5 oranında bulunmaktadır.



Şekil 14. Sirt Mahallesi civarındaki alkali feldspat granitin arazi görüntüsü



Şekil 15. Alkali feldspat granitin polarizan mikroskoptaki görünümü

Granit arazide sarımsı, pembemsi renk tonu ile göze çarpmaktadır. Makroskobik inceleme sonucunda iri kuvars kristalleri, plajiyoklas, biyotit, apatit ve ortoklas içerdikleri görülmüştür. Granitoidden alınan örneklerden hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskopta incelenmiş ve bunların taneli strüktüre sahip oldukları belirlenmiştir.

Kuvars minerali iri ve orta büyüklükte ve kısmen yarı öz şekilli taneler halinde bulunmaktadır. Örnekte %30 oranında görülmektedir.

Plajiyoklas minerali Ç.N.'de zonlu bir yapı göstermektedir ve albit ikizi görülmektedir. Kayaç içerisinde %32 oranındadır.

Ortoklas T.N.'de kırıklı bir yapısı vardır. Ç.N.'de zonlanma çok belirgindir. İri taneler şeklinde bulunmaktadır. Karlsbat İkizi görülmektedir. %30 oranında görülmektedir.

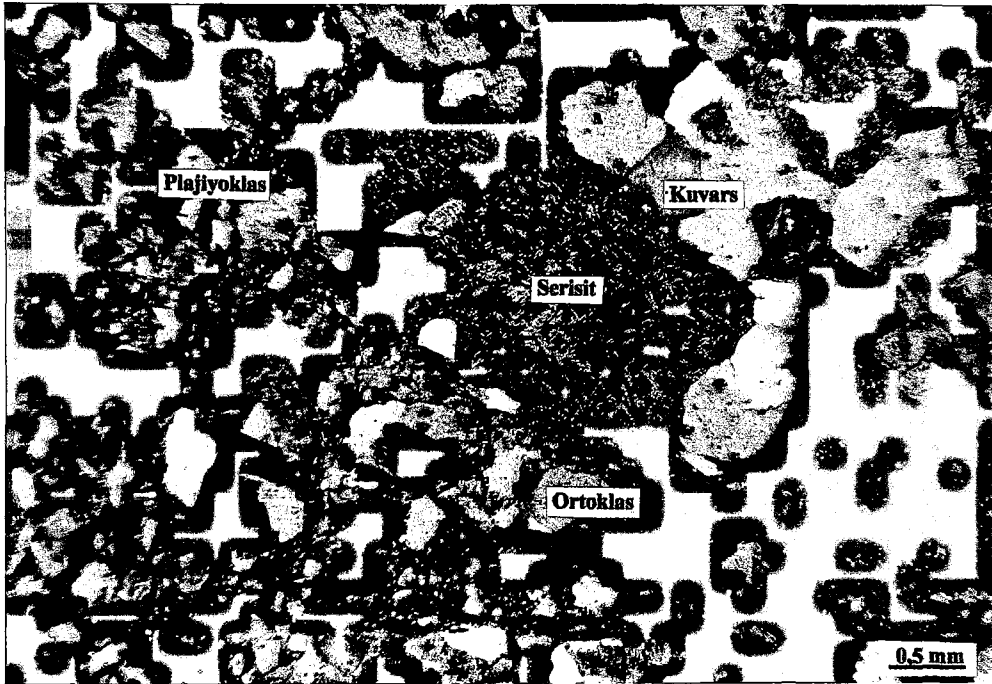
Biyotit genellikle öz şekilsiz, küçük taneler halinde bulunmaktadır. Örnekte %2 oranında görülmektedir.

Apatit T.N.'de renksizdir, rölyefi düşüktür. Küçük çubuklar şeklinde görülmektedir. Ç.N.'de gri tonlarındadır. Dik sönme göstermektedir.

Opak mineral küçük taneler şeklinde bulunmaktadır. Belirgin bir yönlenme olmadan gelişi güzel dağılmaktadır.



Şekil 16. Katalan Mahallesi yakınlarındaki granitin arazi görünümü



Şekil 17. Granitin polarizan mikroskoptaki görünümü

Siyenogranit çalışma alanında pembemsi renk tonlarında görülmektedir. El örneğinde bol miktarda ortoklasın yanı sıra kuvars, biyotit ve plajiyoklas mineralleri bulunmaktadır. Ortoklaslar iri taneler şeklinde bulunmaktadır. Mikroskobik inceleme sonucunda siyenogranitin taneli dokuya sahip olduğu görülmüştür.

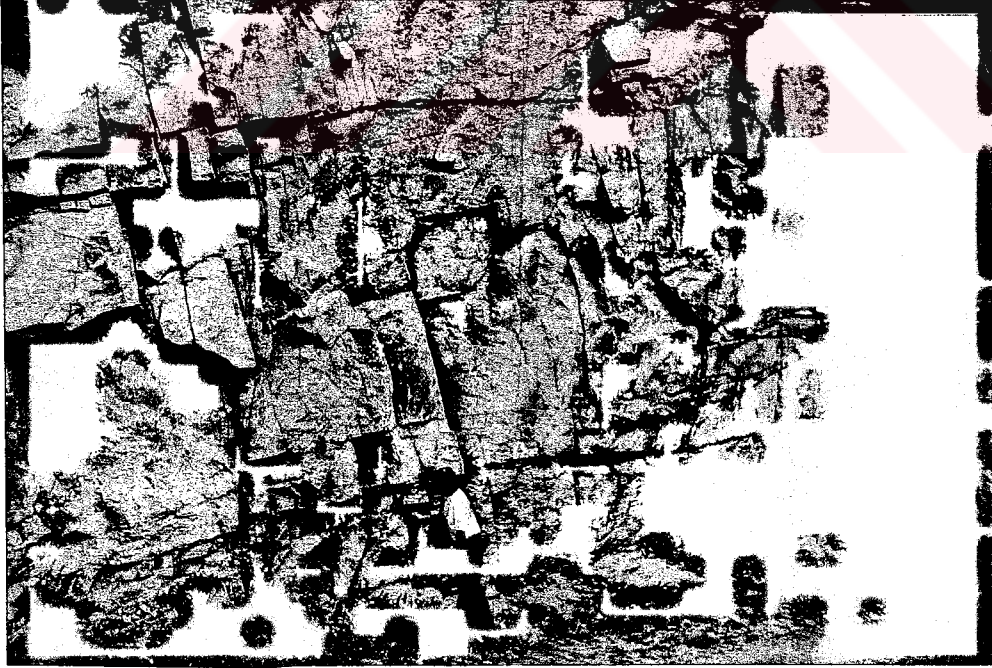
Ortoklas yarı öz şekilli, küçük taneler halinde bulunmaktadır. Karsbat ikizi görülmektedir. Ortoklas minerali kaolenleştikleri için T.N.'de sarımsı-kahvemsi renkte ve %52 oranında görülmektedir.

Kuvars öz şekilsiz, küçük taneler şeklinde bulunmaktadır. Örnekte %25 oranında görülmektedir.

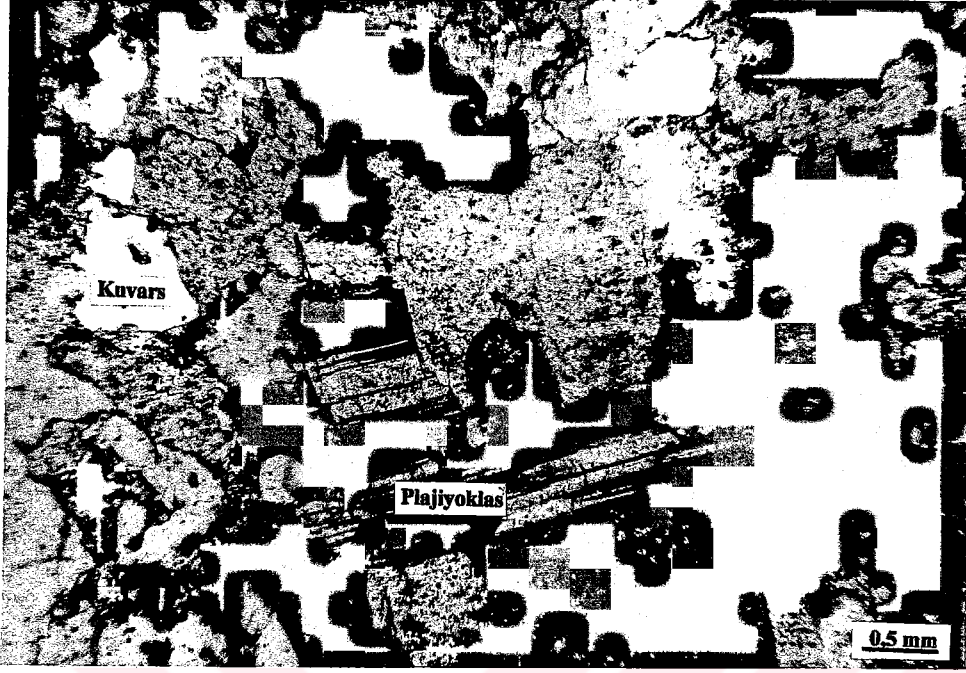
Plajiyoklas minerali küçük, öz şekilsiz, yarı öz şekilli taneler şeklinde bulunmaktadır. Kayaç içerisinde %14 oranında görülmektedir.

Biyotit uzun latalar şeklinde bulunmaktadır. %2 oranında görülmektedir.

Hornblend öz şekilsiz, küçük tanelerden oluşmaktadır. Kayaçta %4 oranında bulunmaktadır.



Şekil 18. Ilıcaköy civarındaki siyenogranitin arazi görünümü



Şekil 19. Siyenogranitin polarizan mikroskoftaki görünümü

Monzogranit inceleme alanında beyazımsı, sarımsı renklerde görülmektedir. Makroskobik incelenmeleri sonucunda bunların kuvars, plajiyoklas, ortoklas, biyotit, hornblend ve opak mineral içerdikleri görülmektedir. Polarizan mikroskofta incelenmiş ve taneli dokuya sahip oldukları belirlenmiştir.

Kuvars minerali öz şekilsiz, iri taneler şeklinde görülmektedir. Kayaç içerisinde %34 oranında bulunmaktadır.

Plajiyoklas minerali yarı öz şekilli ve orta büyüklükte tanelerden oluşmaktadır. Zonlanma görülmektedir. Mineralin kayaç içerisindeki oranı %33'tür.

Ortoklas minerali yarı öz şekilli-öz şekilsiz taneler şekline bulunmaktadır. Karlsbat ikizi görülmektedir. Kayaç içerisindeki oranı %24'tür.

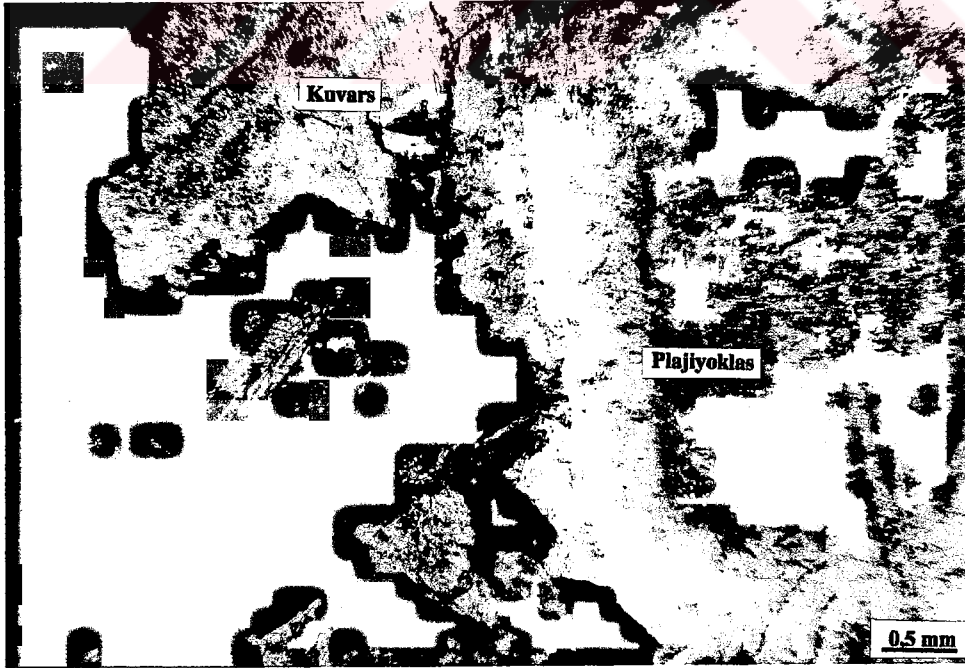
Biyotit minerali öz şekilsiz, küçük taneler halinde bulunmaktadır. Kayaç içerisinde %5 civarında bulunmaktadır.

Hornblend kristali öz şekilsiz küçük tanelerden oluşmaktadır. Kayaçta %3 oranında bulunmaktadır.

Opak mineral küçük, öz şekilsiz taneler şeklinde görülmektedir.



Şekil 20. Abdo Mahallesi yakınlarındaki monzogranitin arazi görünümü



Şekil 21. Monzogranitin polarizan mikroskoftaki görünümü

3.2.5. Dayk

Çalışma alanında İkizdere Granitoyidi dolerit daykları tarafından kesilmektedir. Arazide koyu yeşil, siyahımsı renkte görülen doleritlerin kalınlığı 50-60 cm.'ye ulaşmaktadır. Çatlaksız, ayrışmamış ve masif bir görünümündedir. Dayklar, Demirkapı Köyü civarında ve İkizdere-Cimildere yol ayrımında bulunmaktadır. Dayklardan alınan örneklerle ait ince kesitlerin mikroskopik incelenmesinden bunların enter granüler-ofitik strüktürde dolerit oldukları belirlenmiştir.

Dolerit daykının yaşının, içerisinde yer aldığı Üst Kretase yaşlı İkizdere Granitoyidi'nden daha genç olduğu söylenebilir.

Büyük latalar halinde ve birbirlerine kenetlenmiş olarak bulunan plajiyoklas minerallerindeki ayrışma, killeşme ve serisitleşme şeklinde gelişmiştir.

Egirin-Ojit T.N.'de yeşil-kahverengi renk pleokroizması göstermektedir. Rölyefi yüksektir. Bazı minerallerde tek yönlü dilinim bulunmaktadır. Ç.N.'de parlak polarizasyon renklerine sahiptir.

Plajiyoklasların ayrışması sonucunda ikincil mineral olan serisit gelişmiştir.

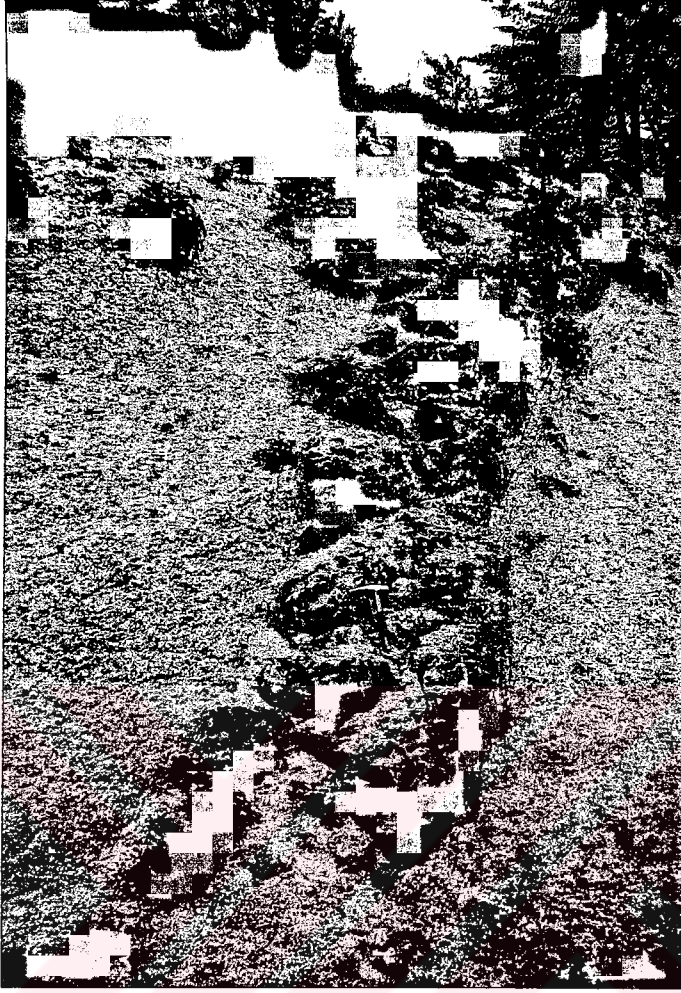
Kayaçta ayrıca öz şekilsiz ve küçük taneler halinde opak mineraller de bulunmaktadır.

3.2.6. Yamaç Molozu

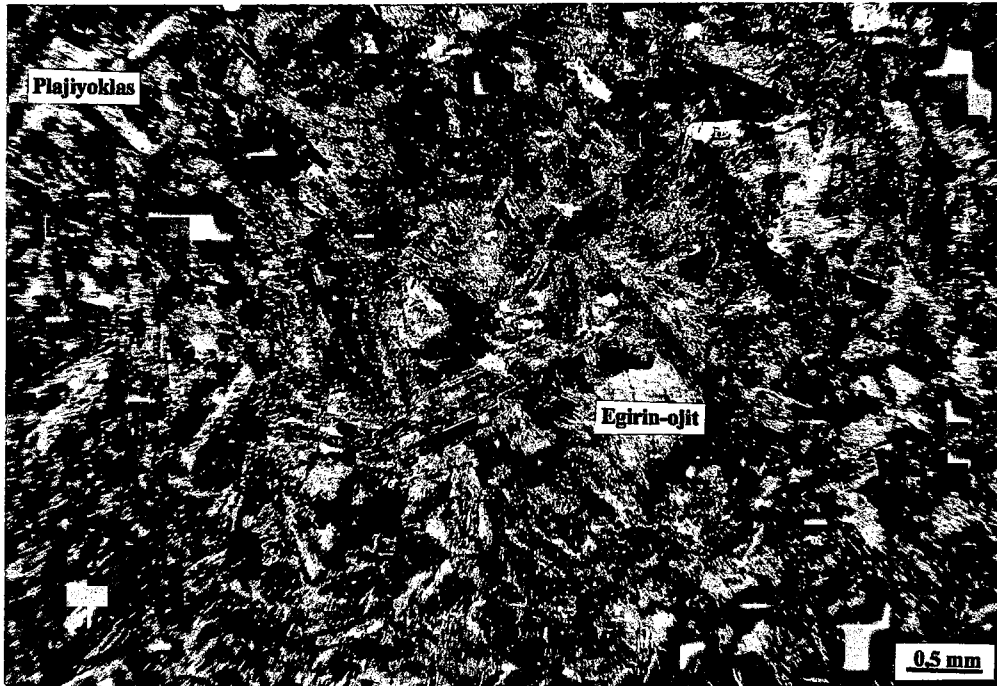
Çalışma alanında yamaç molozu İkizdere – Erzurum karayolu üzerinde Rüzgarlı Köyü yol ayrımında ve Ilıcaköy çevresinde görülmektedir.

Rüzgarlı Köyü'nde yamaç molozu yol boyunca 250 m. devam etmektedir. Yamaç molozundaki elemanların boyutları birkaç cm. ile 2 m. arasında değişmektedir. Bu elemanların makroskopik olarak incelenmesi sonucunda bunların granit, bazalt, andezit oldukları anlaşılmıştır. Yamaç molozunun elemanlarının bağlayıcısı kum ve kildir. Yamaç molozunun kalınlığı 20 m.ye ulaşmaktadır.

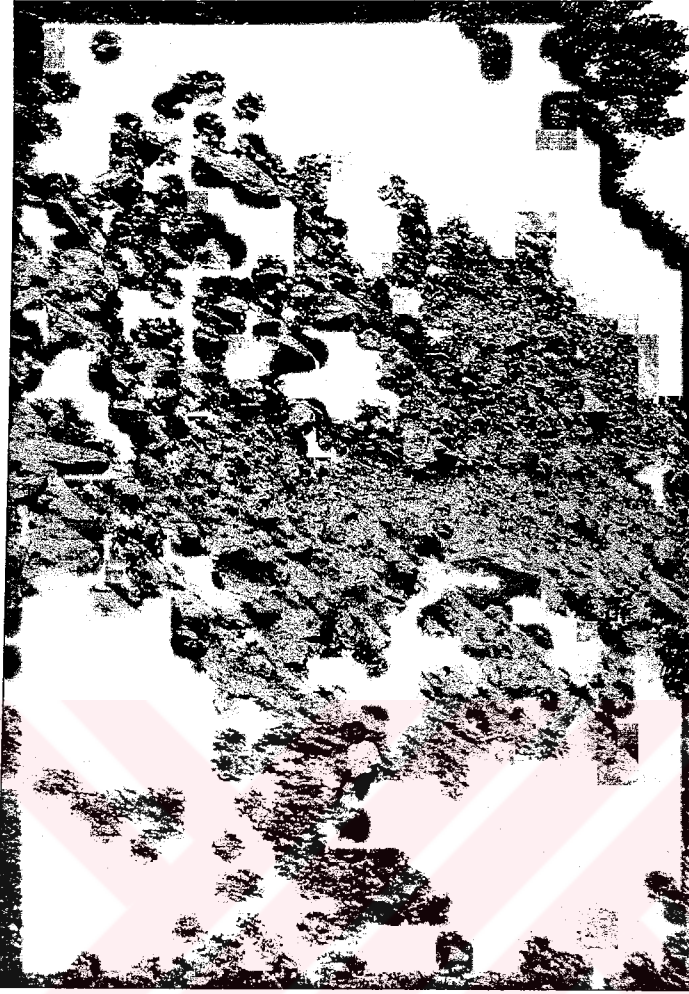
Ilıcaköy yolunda sıcak su kaynaklarının bulunduğu yerden başlayarak yaklaşık 750 m.ye kadar yer yer devam etmektedir. Yamaç molozundaki elemanların boyutları kil boyutundan 1,5 – 2 m.ye kadar ulaşmaktadır. Yamaç molozunun bağlayıcı malzemesi kildir.



Şekil 22. Demirkapı Köyü yakınlarındaki dolerit daykının arazideki görünümü



Şekil 23. Dolerit daykının polarizan mikroskoptaki görünümü



Şekil 24. Rüzgarlı Köyü yolundaki yamaç molozunun arazi görünümü

3.2.7. Traverten

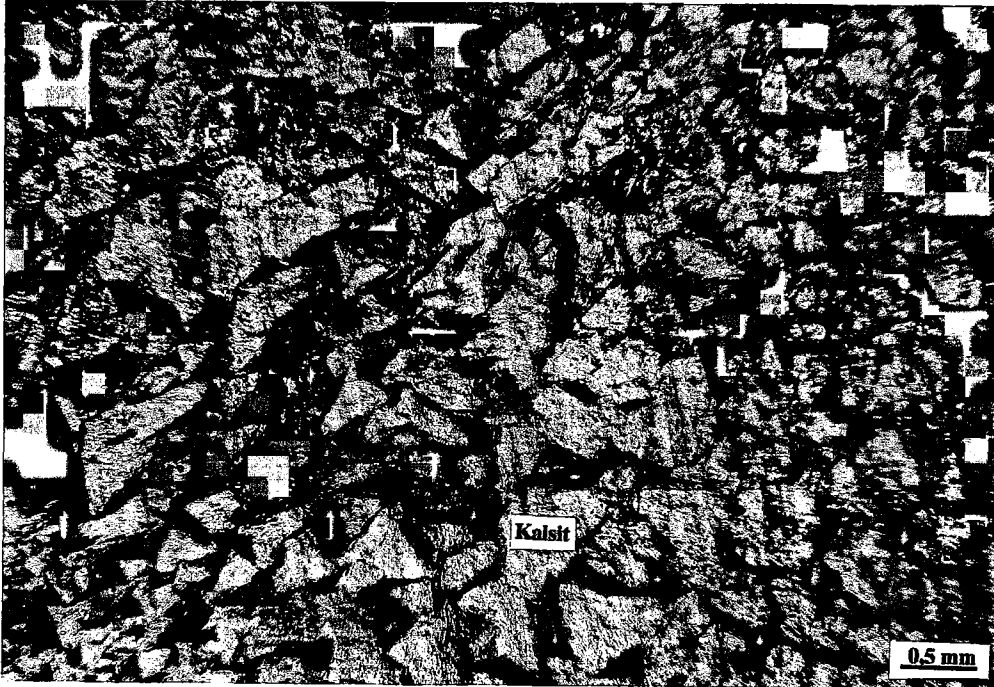
İnceleme alanında Ilıcaköy sıcak su kaynaklarının çevresinde görülen traverten günümüzde oluşumunu sürdürmektedir. Makroskobik olarak incelendiklerinde beyazımsı, sarımsı renkte ve gevşek oldukları görülmektedir.

Ilıcaköy sıcak su kaynaklarının çevresinden alınan örneklerin polarizan mikroskopta incelenmeleri sonucunda bunların magnezyumlu kalsit mineralinden oluştuğu belirlenmiştir. Magnezyumlu kalsit minerali uzun kristaller şeklinde bulunmaktadır. Bunların enine kesitinde mineraller konsantrik büyüme gösterirler. Boyuna kesitinde ise uzun kristaller şeklindedirler.

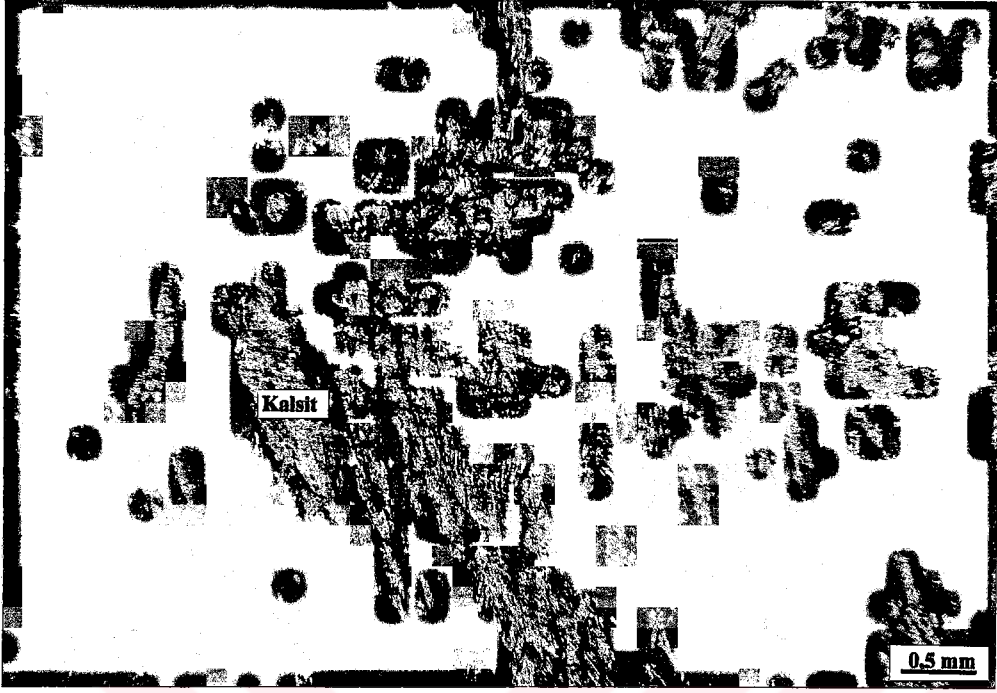
Tanelerin etrafı, boyları 25-30 mikron arasında değişen birincil lifi çimento ile kaplanmıştır. Kristallerin uzun eksenleri tanelere dik ve taneler arası boşluk içine doğru büyümüşlerdir. Bu tip çimentolar yüksek Mg'lu ortamlarda gelişmektedir. Mg^{++} / Ca^{++} oranıyla denetlenen çimentoyu oluşturan kalsit kristallerinin uzun, ince gelişmesi, ortamda Mg^{++} iyonunun fazla olmasından kaynaklanmaktadır Folk (1971).



Şekil 25. Travertenin arazideki görünümü



Şekil 26. Travertenin mikroskoftaki görüntüsü (enine kesiti)



Şekil 27.Travertenin mikroskoptaki görüntüsü (boyuna kesiti)

3.2.8. Alüvyon

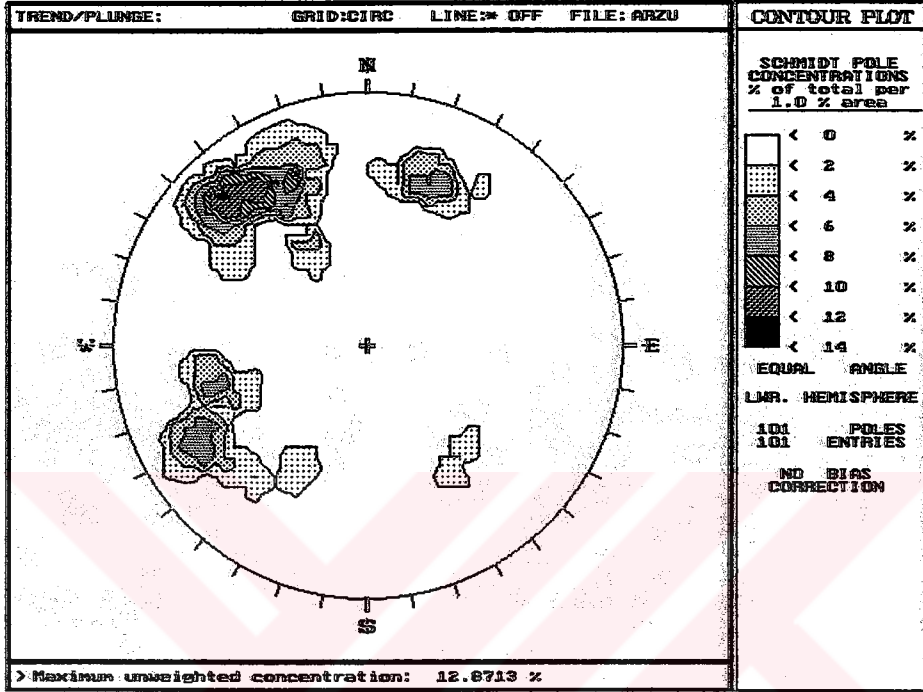
Çalışma alanında Cimildere ve İkizdere Çayı Vadilerinde görülen alüvyon, kilden blok boyutuna kadar ayırık malzemeyi içermektedir. Bu elemanların büyük çoğunluğu granitoyidik kayalardan oluşmaktadır.

3.3. Bölgenin Tektoniği

3.3.1. Çatlaklar

Çalışma alanında granitoyidik kayalar yüzeyleme vermektedir. Granit, granodiyorit, alkali feldspat granit, mikro granit olarak belirlenen bu kayalar oldukça çatlaklı bir görünüme sahiptir. Bu çatlakların açıklığı 1 mm. ile 1 cm. arasında değişmekte ve hatta bazen 10 cm. 'ye ulaşmaktadır. Çatlaklar kısmen dolgusuz ve bazen de kil dolguludur. Killerden yapılan X – Ray Difraktometre Analizi sonucunda bunların kaolinit ve illit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir.

Granitoyid türündeki kayalardan alınan 100 çatlak ölçüsü ile çatlak kontur diyagramı hazırlanmıştır. Çalışma alanındaki hakim çatlak konumları K44D/35GD, K70B/42GB ve K32B/38KD'dur (Şekil 28).



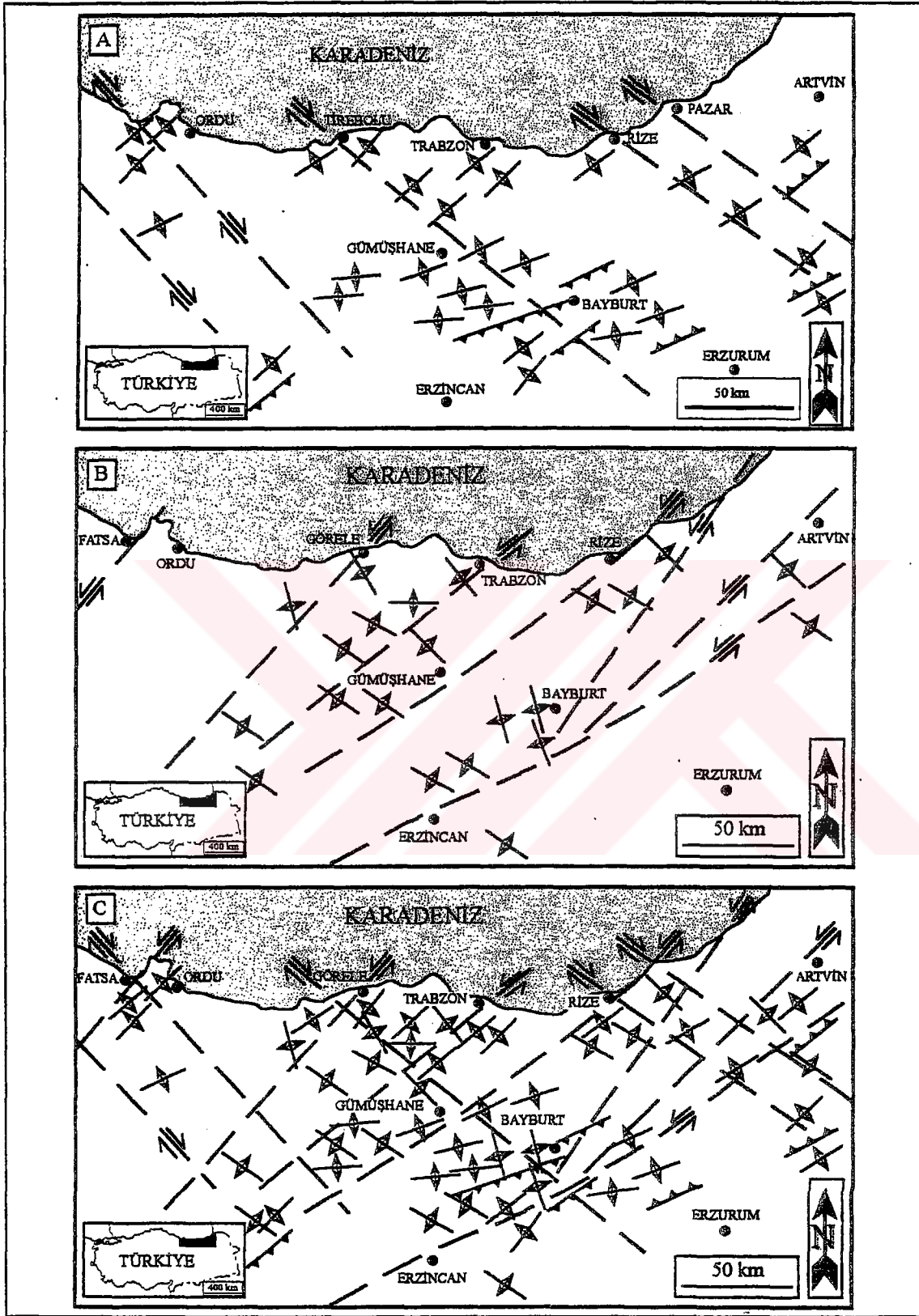
Şekil 28. İkazdere Granitoyidi'nden alınan 100 çatlak ölçüsü ile hazırlanan çatlak kontur diyagramı

3.3.2. Faylar

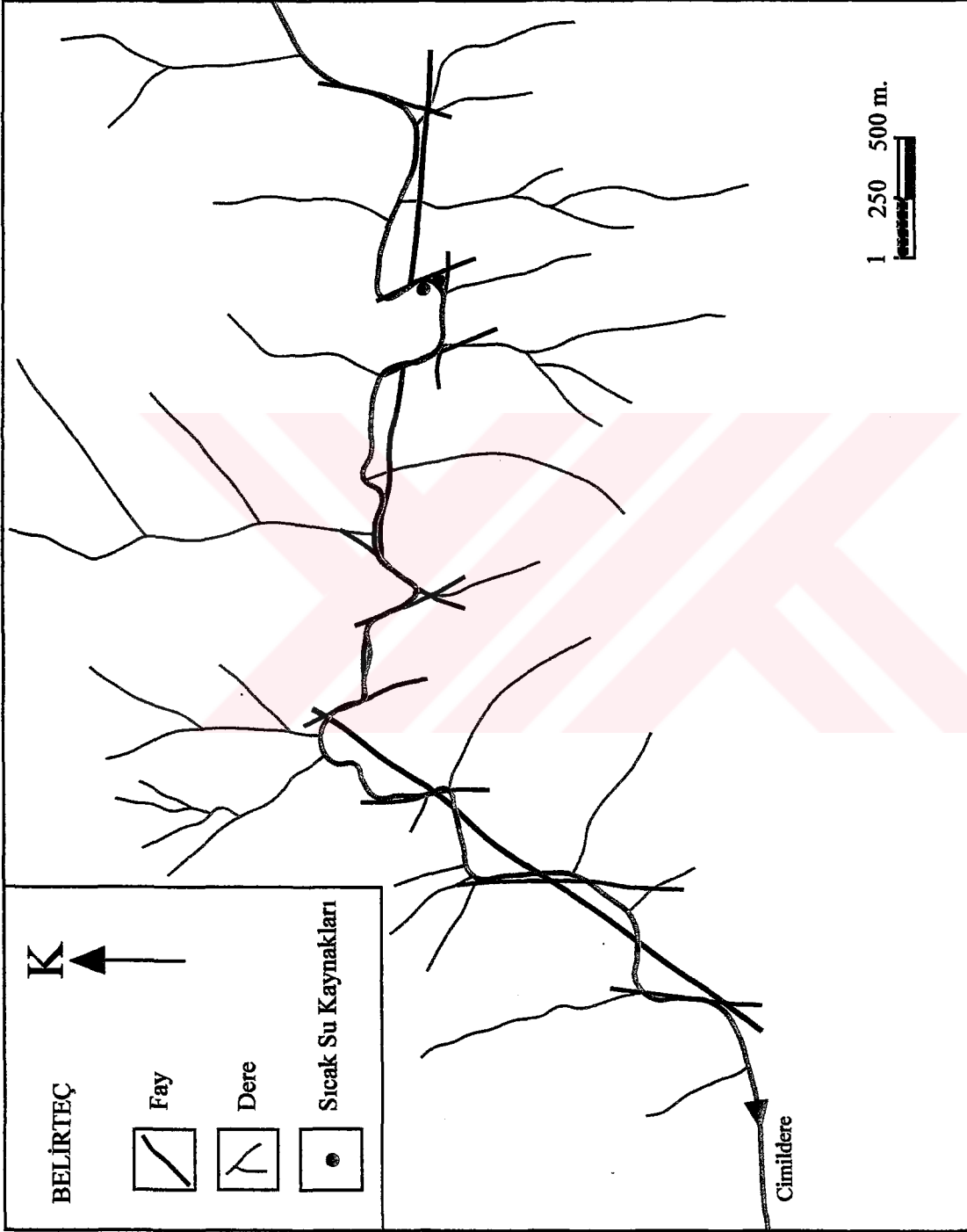
Doğu Pontid Magmatik Ark'ında KD-GB, KB-GD ve D-B doğrultulu faylar blok fay tektoniği ile açıklanmıştır (Bektaş, O., Çapkınoğlu, Ş.,1997)(Şekil 29).

Cimildere Vadisi'nde morfolojik yapıdan KD-GB ve D-B doğrultulu 2 olası fay belirlenmiştir. Çalışma alanındaki çatlakların konumu fayların doğrultularıyla paralellik göstermektedir. İnceleme alanında köşeli dreanj ağının gelişmesi fayların belirlenmesinde yardımcı unsur olmuştur (Şekil 30).

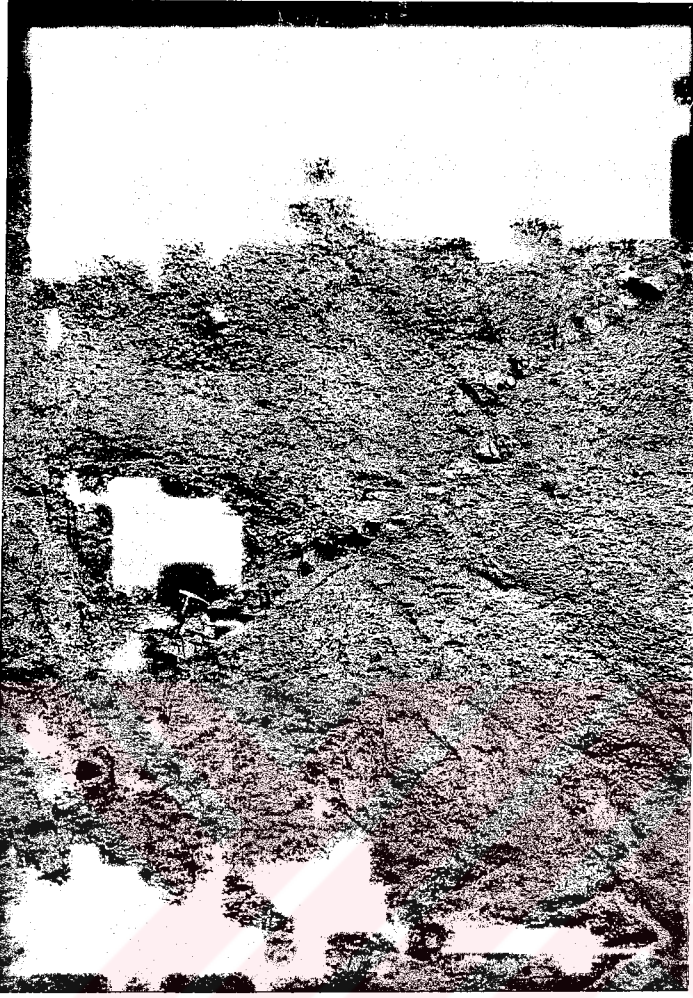
Cimildere Vadisi'ni şekillendiren KD-GB ve D-B doğrultulu 2 ana fayın yanı sıra vadide küçük ölçekli KD-GB, KB-GD ve D-B doğrultulu faylar görülmektedir. Arazide ayrıca mikro faylara da rastlanmaktadır (Şekil 31).



Şekil 29. Doğu Pontidler’de fay sistemleri (Bektaş,O.,Çapkınoğlu,Ş. 1997)



Şekil 30. Çalışma alanında gelişen köşeli drenaj ağı



Şekil 31. Arazide gözlenen mikro ölçekli fay

3.4. Sıcak Su Kaynakları

Ilıcaköy sıcak su kaynakları Cimildere vadisinde ve İkizdere ilçe merkezine 6 km. uzaklıkta bulunmaktadır. Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 ismi verilen sıcak su kaynaklarından Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağı Cimildere'nin sol sahilinde, Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağı ise Cimildere'nin sağ sahilinde bulunmaktadır. İki sıcak su kaynağı arasında 15 m. mesafe vardır. Sıcak suların bulunduğu bölgenin denizden yüksekliği 840 m.'dir. Sıcak su kaynakları İkizdere Granitoyidi'nden yüzeye çıkmaktadır. Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının yer bulduru haritası ve jeolojik kesiti Şekil 34'te ve Şekil 35'te verilmektedir.

1998 yılında MTA tarafından Ilıcaköy-1 sıcak su sondajı 40 m. derinlikte, Ilıcaköy-2 sıcak su sondajı 266 m. derinlikte olmak üzere iki sondaj kuyusu açılmıştır. Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağının debisi 2,5 l/sn, Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağının debisi 6,1 l/sn olarak MTA tarafından ölçülmüştür. 21.02.2001 tarihinde

Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağının sıcaklığı 54 °C, Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağının sıcaklığı ise 63 °C olarak ölçülmüştür.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarına yapılan sondajlara ait MTA tarafından hazırlanan kuyu logları Şekil 36 ve Şekil 37’de gösterilmektedir. Ilıcaköy-1 sıcak su sondaj kuyusunun yaklaşık 12 m.’lik kısmı alüvyon içerisinde, bu derinlikten sonrası ise granit içerisinde bulunmaktadır. Granit sert ve çatlaktır. Sondaj sırasında yaklaşık 40 m. derinlikte faya rastlanmıştır. Ilıcaköy-2 sıcak su sondaj kuyusunun yaklaşık 10 m.’lik kısmı alüvyon içerisinde, bu derinlikten sonrası granit içerisinde bulunmaktadır.

3.5. Sıcak Su Kaynaklarının Sınıflandırılması

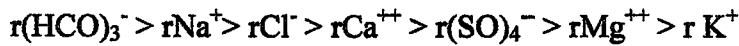
İnceleme alanındaki sıcak su kaynakları boşalım yerlerinin yapısal özelliklerine, sıcaklıklarına göre, kimyasal bileşimlerine göre ve sertliklerine göre sınıflandırılmışlardır.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynakları boşalım yerlerinin yapısal özelliklerine göre KD-GB ve KD-GB doğrultulu iki fay boyunca yüzeye çıktıkları için “fay kaynağı” sınıfına girmektedirler (Schoeller, 1962).

Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağı 54 °C, Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağı ise 63 °C sıcaklıktadır. Bu değerlere göre Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 kaynak suları “çok sıcak sular” sınıfında yer almaktadırlar (Schoeller, 1962).

Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının iyon dizilimi aşağıdaki gibidir (Schoeller 1962) .

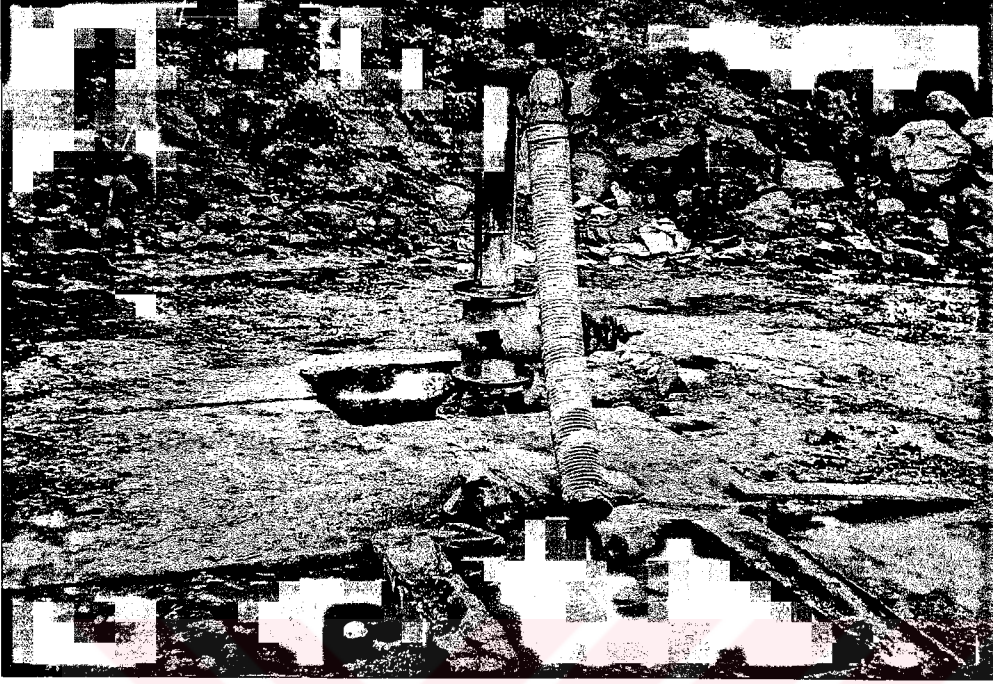
Ilıcaköy-1 ;



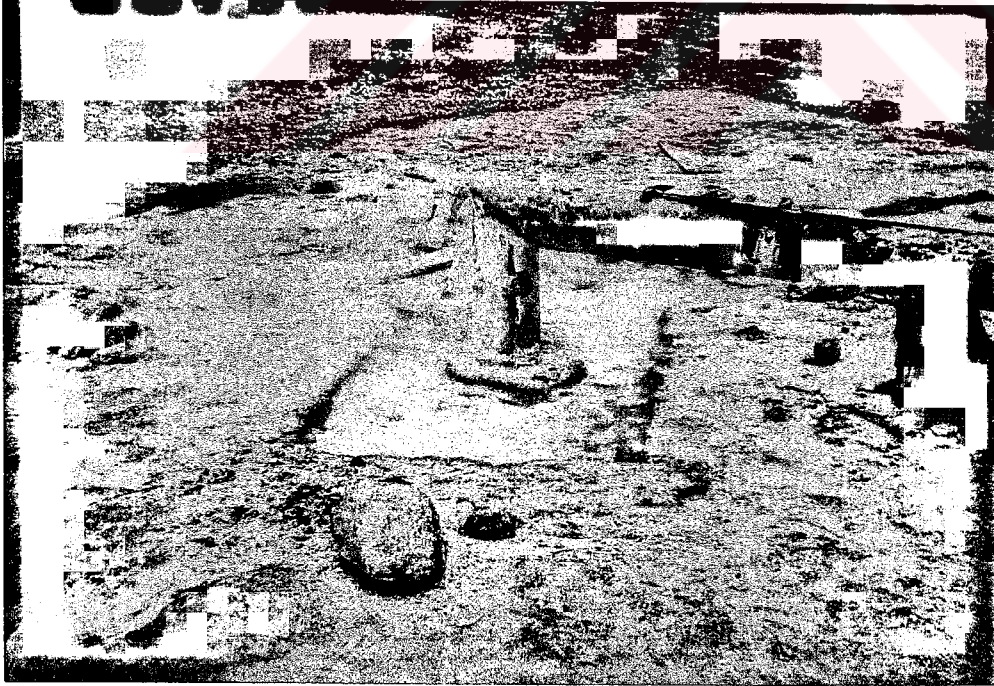
Ilıcaköy-2 ;



Buna göre sıcak su kaynakları “sodyum bikarbonatlı sular” sınıfına girmektedir. Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının sertliği 21.02.2001 tarihinde MTA tarafından yapılan ölçümlere göre sırasıyla 57,28 ve 46,54 Fransız Sertliği değerinde oldukları belirlenmiştir. Buna göre sıcak sular “çok sert sular” sınıfına girmektedir.



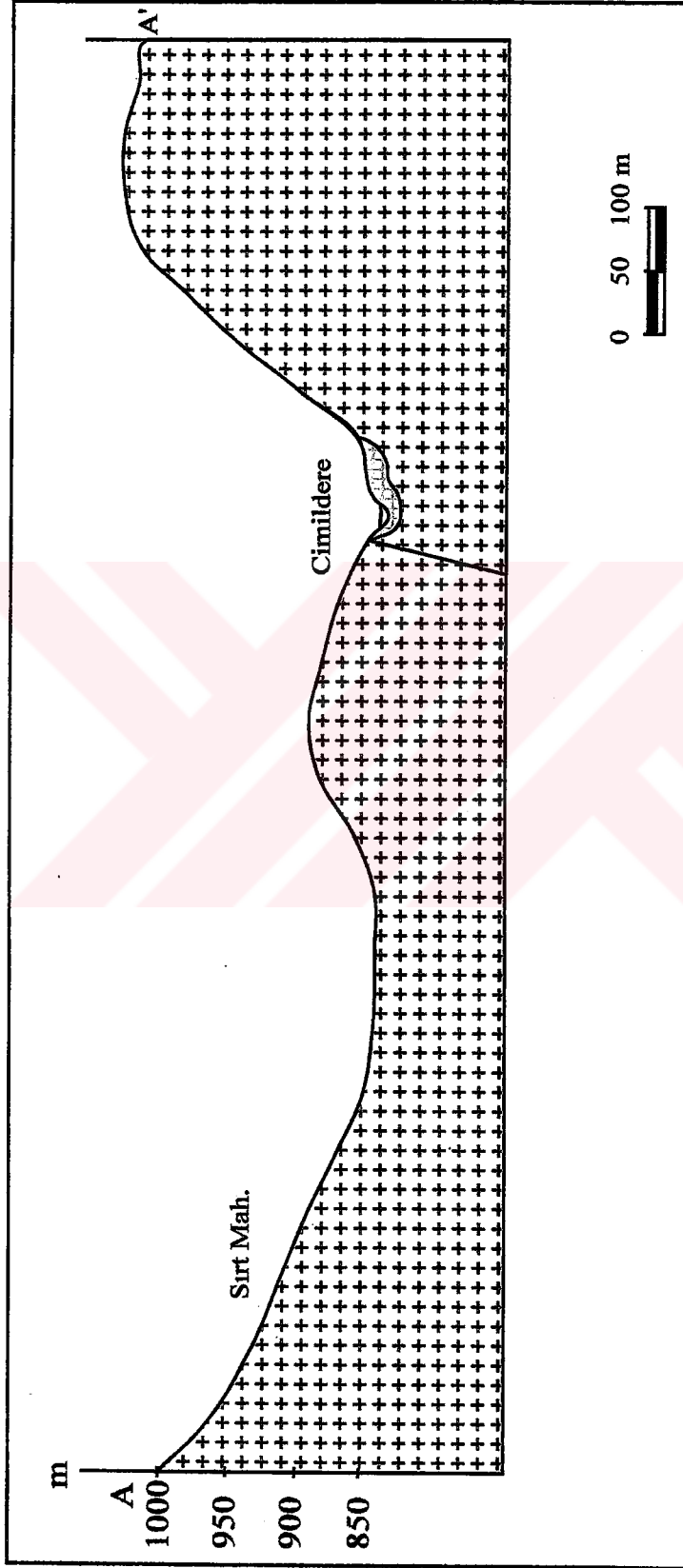
Şekil 32. Iıcaköy-1 sıcak su kaynağı



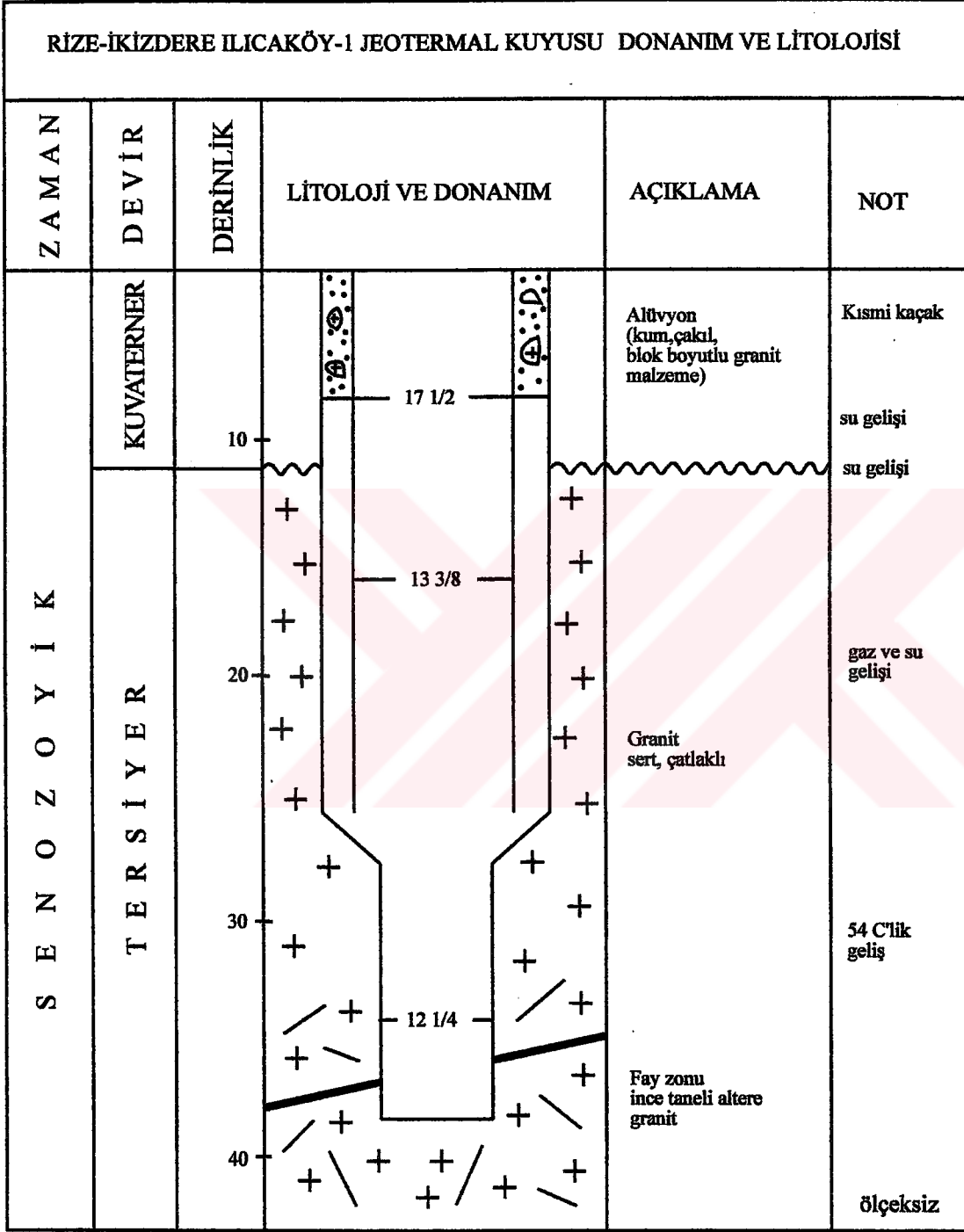
Şekil 33. Iıcaköy-2 sıcak su kaynağı



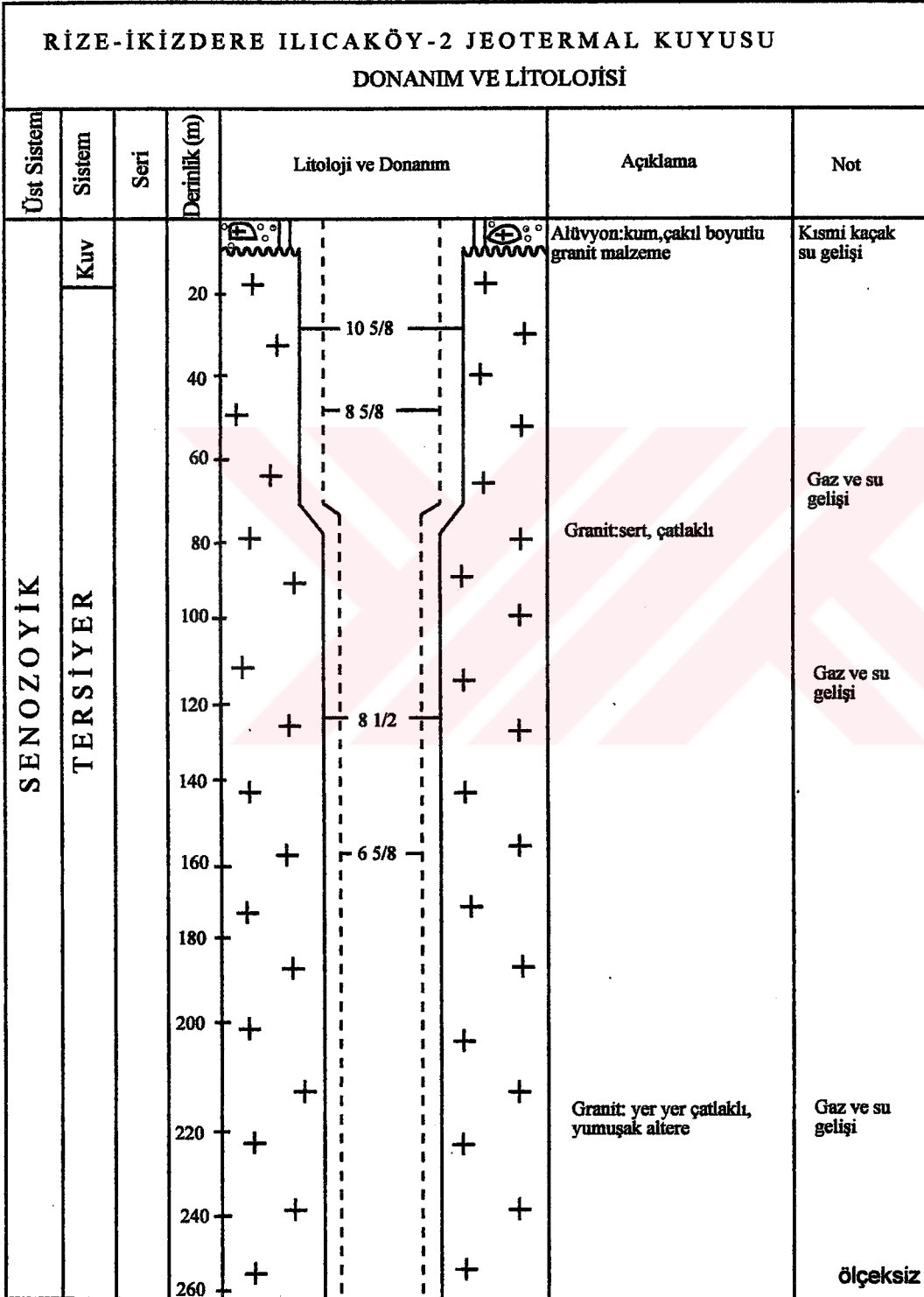
Şekil 34. Sıcak su kaynaklarının yer buldurular haritası



Şekil 35. Sıcak su kaynakları çevresinin jeolojik kesiti



Şekil 36. Ilıcaköy-1 sıcak su sondajına ait kuyu logu (MTA,1998)



Şekil 37. Ilıcaköy-2 sıcak su sondajına ait kuyu logu (MTA,1998)

3.6. Sıcak Su Kaynaklarının Fiziko-Kimyasal Özellikleri

İlcaköy sıcak su kaynaklarına 29.10.1998 tarihinde MTA tarafından analiz yapılmıştır.

Sıcak su kaynakları yeryüzüne çıktıkları yerlerde gevşek yapılı traverten çökelimi oluşturmaktadır. Travertenler beyazımsı, sarımsı ve yer yer kirli sarımsı renktedir. Eski oluşuklar sert, yenileri ise yumuşak özelliktedir.

Sıcak su kaynaklarının yüzeye çıktığı yerlerde H₂S kokusu algılanmaktadır.

İlcaköy-1 ve İlcaköy-2 sıcak su kaynaklarına ait analiz sonuçları Tablo 3 , Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 3. Sıcak ve soğuk su kaynaklarının fiziksel özellikleri

Fiziksel özellikler	İlcaköy-1	İlcaköy-2	Cimildere (yukarı)	Cimildere (aşağı)
Görünüş	Berrak	Berrak	Berrak	Berrak
Renk	Renksiz	Renksiz	Renksiz	Renksiz
Koku	H ₂ S kokulu	H ₂ S kokulu	Kokusuz	Kokusuz
Tad	Ekşimsi	Ekşimsi	Normal	Normal

3.7. Sıcak Sularda Bulunan Başlıca İyonlar

29.10.1998 tarihinde MTA tarafından yapılan sıcak ve soğuk suların analiz sonuçlarına göre İlcaköy-1 sıcak su kaynağına ait toplam anyon ve katyon miktarı 4012,1 mg/l , İlcaköy-2 sıcak su kaynağına ait toplam anyon ve katyon miktarı 4115,21 mg/l , Cimildere soğuk suyuna ait toplam anyon ve katyon miktarı 53,52 mg/l olarak belirlenmiştir.

İlcaköy-1 sıcak su kaynağında katyon olarak 849 mg/l değeriyle en fazla Na⁺⁺ iyonu, anyon olarak ise 2124 mg/l değeriyle en fazla HCO₃⁻ iyonu bulunmaktadır. Na⁺⁺ iyonu katyonların mek/l cinsinden %70,36'sını oluşturmaktadır. HCO₃⁻ iyonu ise anyonların mek/l cinsinden %67,04'ünü oluşturmaktadır.

İlcaköy-2 sıcak su kaynağında katyon olarak 940 mg/l değeriyle en fazla Na⁺⁺ iyonu, anyon olarak ise 2056 mg/l değeriyle en fazla HCO₃⁻ iyonu bulunmaktadır. Na⁺⁺ iyonu katyonların mek/l cinsinden %74,89'unu, HCO₃⁻ iyonu ise anyonların mek/l cinsinden %62,61'ini oluşturmaktadır.

Tablo 4. Sıcak ve soğuk su kaynaklarının kimyasal özellikleri

Kimyasal özellikler	Ilıcaköy-1	Ilıcaköy-2	Cimildere
Na ⁺ (mg/l)	849	940	2,7
Mg ⁺⁺ (mg/l)	48,8	62	2,77
Ca ⁺⁺ (mg/l)	149	83,3	6,47
K ⁺ (mg/l)	157	170	0,62
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	2124	2056	35,9
Cl (mg/l)	416	479	0,22
SO ₄ ⁻ (mg/l)	259	318	4,84
CO ₃ ⁻ (mg/l)	< 10	< 10	< 10
B (total)	48	58	< 0,1
Li ⁺	5,57	5,65	
Fe (total)	0,12	0,15	
F ⁻	1,35	0,56	
NO ₃ ⁻	2,38	0,7	< 1
pH	7,41	7,81	6,4
EC (µmho/cm)	4341,12	4639	55
Fransız sertliği	57,28	46,54	

Tablo 5. Sıcak ve soğuk su kaynaklarının toplam anyon ve katyon değerleri

	Ilıcaköy-1	Ilıcaköy-2	Cimildere
Toplam anyon	2802,73	2854,26	40,96
Toplam katyon	1209,37	1260,95	12,56
Toplam mineralizasyon	4012,1	4115,21	53,52

Tablo 6. Sıcak ve soğuk su kaynaklarında bulunan iyonların mek/l değerleri

İyon (mek/l)	Ilıcaköy-1	Ilıcaköy-2	Cimildere
Na ⁺	36,91	40,87	0,11
Ca ⁺⁺	7,45	4,17	0,32
Mg ⁺⁺	4,07	5,17	0,23
K ⁺	4,03	4,36	0,01
HCO ₃ ⁻	34,82	33,71	0,58
Cl ⁻	11,72	13,5	0,006
SO ₄ ⁻	5,4	6,63	0,1

Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağına 22.6.2001 tarihinde Kanada'da bulunan Acme Laboratuvarı'na yaptırılan analiz sonuçları Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. Ilıcaköy-1 sıcak su analiz sonuçları

İyonlar	Ilıcaköy-1	İyonlar	Ilıcaköy-1
Ag (ppb)	< 5	Mg (ppm)	64,8
Al (ppm)	0,1	Mn (ppm)	0,08
As (ppm)	1,464	Mo (ppb)	5
B (ppm)	48,787	Na (ppm)	1195,1
Ba (ppb)	98	Ni (ppb)	5
Be (ppb)	9	P (ppm)	0,08
Bi (ppb)	< 20	Pb (ppb)	< 10
Ca (ppm)	240	Sb (ppb)	< 10
Cd (ppb)	8	Se (ppb)	< 20
Ce (ppb)	< 30	Si (ppm)	75,32
Co (ppb)	< 5	Te (ppb)	< 10
Cr (ppb)	< 20	Ti (ppb)	15
Cu (ppb)	4	Tl (ppb)	< 10
Fe (ppm)	1,68	U (ppm)	< 0,05
K (ppm)	147,8	V (ppb)	< 10
Li (ppm)	5,12	Zn (ppb)	248

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda çalışma alanında granitoyid türünde kayaların bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca Cimildere'ye ait beslenme alanı belirlenmiş ve bu havzadaki kayaların türleri tespit edilmiştir. Bunun sonucunda havzada Çatak Formasyonu (andezit, bazalt ve piroklastları ile bunlarla aratabakalı kumtaşı, kıltaşı, silttaşı, killi kireçtaşı), Hamurkesen Formasyonu (bazalt, andezit, dasit piroklastları ile bunlarla ara tabakalı kırmızı kumtaşı, kireçtaşı), Çağrankaya Formasyonu (andezitve tüfler) ve obsidyenler belirlenmiştir.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarında katyon olarak en fazla bulunan Na^{++} iyonunun plajiyoklasların ayrışması sonucunda zenginleştiği düşünülmektedir.

Diğer bir katyon olan Mg^{++} iyonunun ise granitoyid ve andezitlerdeki biyotit, ojit ve amfibollerin ayrışması sonucunda sıcak sularda zenginleştiği düşünülmektedir.

Ca^+ iyonunun plajiyoklas ve amfibol minerallerinin ayrışması ile, K^+ iyonu feldspat, biyotit ve amfibollerin ayrışması ile, B^+ iyonu da turmalinlerin ayrışması ile sıcak sularda bulunabilirler.

Sıcak su kaynaklarında bulunan Cl^- iyonu yüzey sularından kaynaklanmaktadır.

Cimildere soğuk suyunda katyon olarak 6,47 mg/l değeri ile en fazla Ca^{++} iyonu, anyon olarak ise 35,9 mg/l değeri ile en fazla HCO_3^- iyonu bulunmaktadır. Ca^{++} iyonu katyonların mek/l cinsinden %47,76'sını, HCO_3^- iyonu ise anyonların mek/l cinsinden %85,28'ini oluşturmaktadır.

3.8. Kimyasal Analiz Sonuçlarının Diyagramla Gösterilmesi

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynakları ve Cimildere'ye ait soğuk su örneklerinin analiz sonuçları değerlendirilerek Kolon Diyagramı, Piper Diyagramı ve Scholler Diyagramı'nda gösterilmiştir (Şekil 38, Şekil 39, Şekil 40).

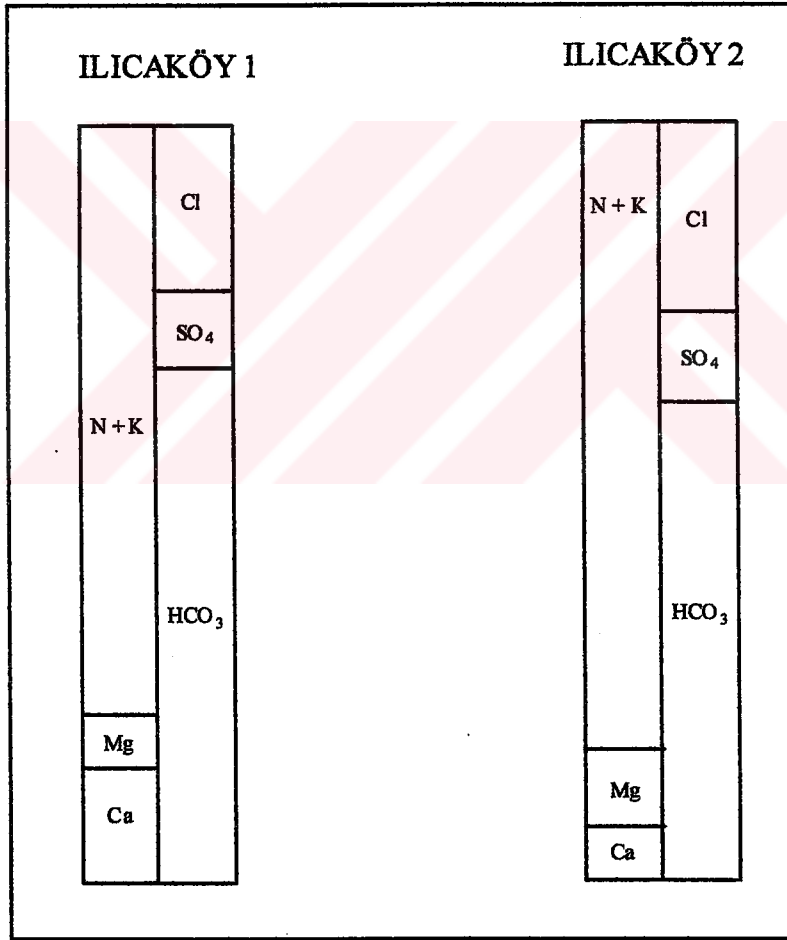
Ilıcaköy-1, Ilıcaköy-2, Cimildere su kaynaklarına ait % r değerleri tablo 8.'de verilmektedir.

Tablo 8. Alınan su örneklerindeki majör iyonlar (% r)

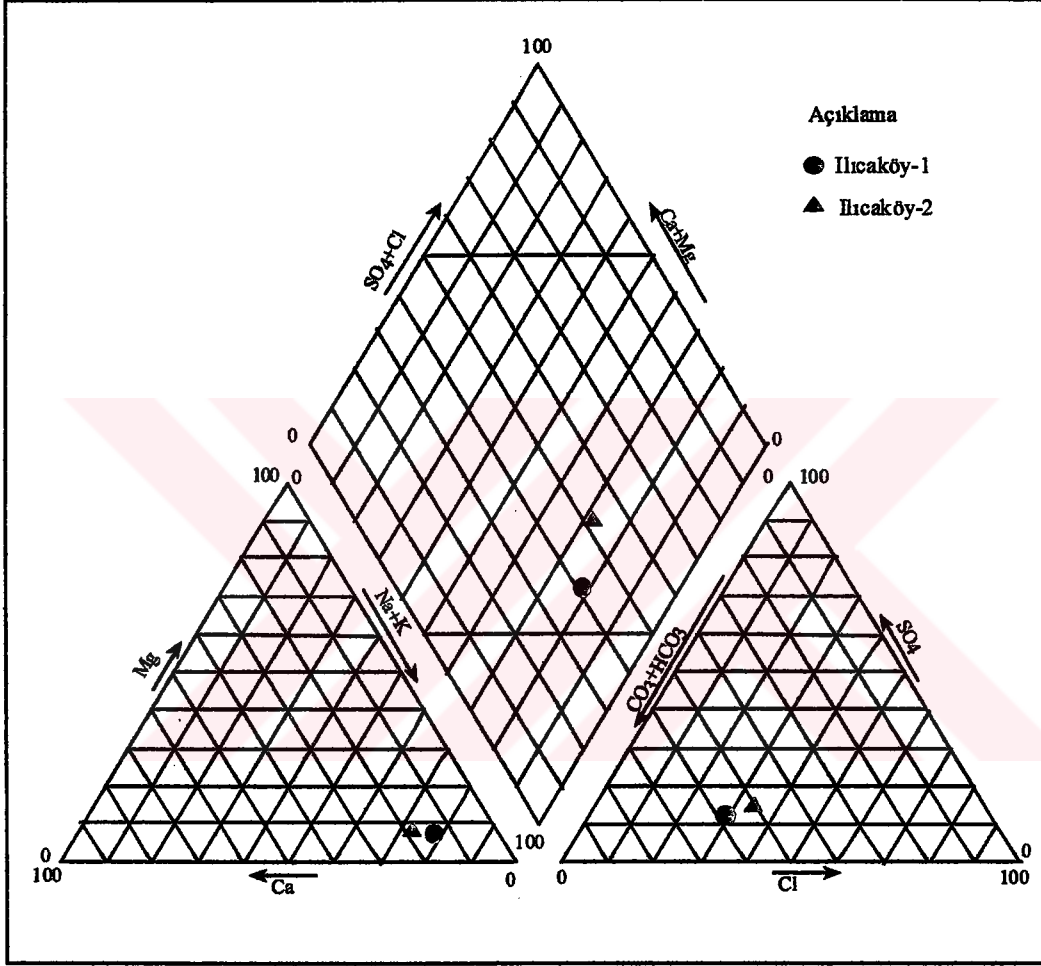
Su örnekleri	rCa^{++}	rMg^{++}	rNa^+	rK^+	rCl^-	rSO_4^-	rHCO_3^-
Ilıcaköy-1	14,2	7,76	70,36	7,68	22,56	10,4	67,04
Ilıcaköy-2	7,64	9,47	74,89	7,99	25,07	12,31	62,61
Cimildere	47,76	34,32	16,41	1,49	0,87	14,7	85,28

Kimyasal analiz sonuçları Schoeller Diyagramı'nda gösterilmiştir. İyonları birleştiren doğruların paralellik göstermesi sıcak suların aynı kökene sahip olduğunu ifade etmektedir.

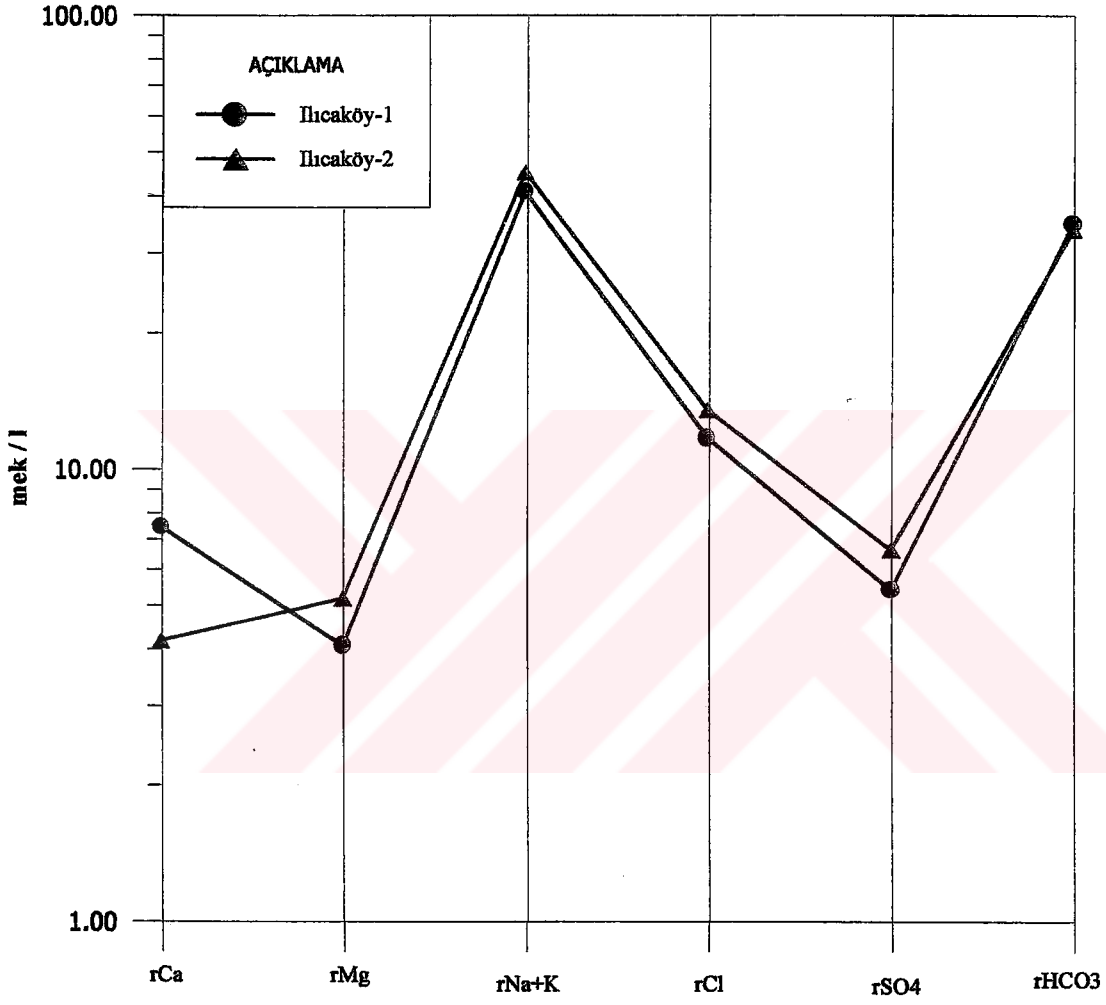
Kimyasal analiz sonuçları Piper Diyagramı'nda değerlendirilmiştir. Buna göre Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynakları "alkalilerin toprak alkalilerden fazla olduğu sular ve zayıf asitlerin kuvvetli asitlerden fazla olduğu sular" olarak tanımlanmaktadır. Cimildere soğuk su kaynağında yine sıcak sular gibi "alkalilerin toprak alkalilerden fazla olduğu sular ve zayıf asitlerin kuvvetli asitlerden fazla olduğu sular" sınıfına girmektedir.



Şekil 38. Kolon diyagram



Şekil 39. Piper diyagramı



Şekil 40. Schoeller Diyagramı

3.9. Sıcak Su Kaynaklarının Kalsite Doygunluğunun Hesaplanması

Sıcak suların kalsite (CaCO_3) doygunluğunun hesaplanmasında ilk adım iyonların molalite değerlerinin bulunmasıdır. İyonların molalite değerleri aşağıda verilen formül yardımıyla belirlenmektedir.

$$\text{molalite} = \text{mg/l} \times 10^{-3} / \text{formül ağırlığı} \quad (1)$$

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarında bulunan iyonların mg/l cinsinden değerleri Tablo 9'da verilmektedir.

Tablo 9. Alınan örneklerdeki majör iyonlar (mg/l)

Örnek adı	Ca^{++}	Na^+	Mg^{++}	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^-
Ilıcaköy-1	149	849	48,8	416	2124	259
Ilıcaköy-2	83,3	940	62	479	2056	318

Sıcak su kaynaklarında bulunan iyonların molalite değerleri (1) formülü ile hesaplanmış ve Tablo 10.'da verilmiştir.

Tablo 10. Alınan örneklerdeki majör iyonlar (molalite)

Örnek adı	Ca^{++}	Na^+	Mg^{++}	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^-
Ilıcaköy-1	3,73	36,91	2,03	11,72	34,82	2,7
Ilıcaköy-2	2,08	40,87	2,58	13,49	33,71	3,31

Çözeltilerin iyonik şiddet (I) değeri aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır ;

$$I = 1 / 2 \sum m Z^2$$

Burada ;

I = iyonik şiddet

m = iyonların molalite cinsinden miktarı

Z = iyon yükü

Alınan su örneklerindeki majör iyonlar için I değeri aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır ;

$$I = 1/2 [4 (Ca^{++}) + 4 (Mg^{++}) + (Na^+) + 4 (SO_4^-) + (Cl^-) + (HCO_3^-)] \quad (2)$$

Burada ;

I = iyonik şiddet

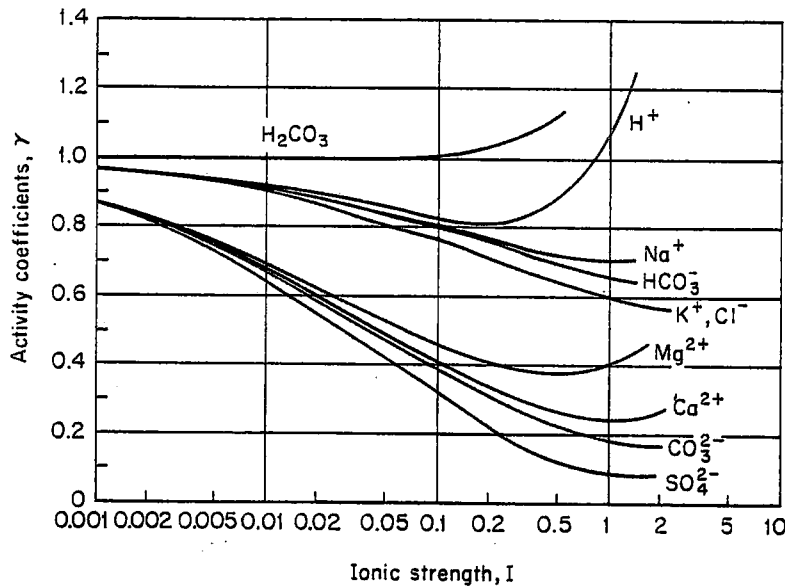
() = iyonların molalite değerleridir.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarına ait iyonik şiddet (I) değerleri (2) formülü ile hesaplanmış Tablo 11.'de verilmiştir.

Tablo 11. Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının iyonik şiddet değerleri

Kaynak adı	Ilıcaköy-1	Ilıcaköy-2
İyonik şiddet (I)	0,058	0,059

Sıcak su kaynaklarına ait iyonik şiddet değerleri kullanılarak iyonlara ait aktivite katsayısı (γ) Şekil 41'de verilen abak yardımıyla belirlenmiştir. Bulunan değerler Tablo 12.'de verilmektedir.



Şekil 41. Aktivite katsayısı-İyonik şiddet grafiği (Freeze, Cherry, 1979)

Tablo 12. Alınan örneklerdeki majör iyonlar (aktivite katsayısı)

Örnek adı	Ca ⁺⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻
Ilıcaköy-1	0,45	0,81	0,51	0,8	0,8	0,43
Ilıcaköy-2	0,45	0,81	0,51	0,8	0,8	0,43

Sıcak su kaynaklarındaki iyonlar için aktivite katsayısı değerleri belirlendikten sonra her iyon için aktivite (a) değeri hesaplanmaktadır. Aktivite değeri aşağıda verilen formül ile belirlenmektedir.

$$a_i = m_i \times \gamma_i \quad (3)$$

burada

a_i = sıcak su kaynağındaki i bileşenin aktivitesi

m_i = sıcak su kaynağındaki i bileşenin molalite cinsinden konsantrasyonu

γ_i = sıcak su kaynağındaki i bileşenin aktivite katsayısıdır.

İncelenen su örneklerindeki majör iyonlara ait hesaplanan aktivite değerleri tablo 13'te verilmektedir.

Tablo 13. Alınan örneklerdeki majör iyonlar (aktivite değeri)

Örnek adı	Ca ⁺⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻
Ilıcaköy-1	1,68	29,89	1,04	9,38	27,86	1,16
Ilıcaköy-2	0,94	33,11	1,32	10,79	26,97	1,42

Sıcak su kaynaklarının CaCO₃'e (kalsit) doygunluğunun hesaplanmasında ;

$S_i = Q_{CaCO_3} / K_{CaCO_3}$ ifadesi esas alınmaktadır.

Burada ;

S_i = doygunluk indeksi

Q = reaksiyon oranı

K = denge sabiti

olarak tanımlanmaktadır.

CaCO₃'ün çözünme reaksiyonu ;

CaCO₃ ↔ Ca⁺⁺ + CO₃⁻ şeklindedir.

Burada ;

$Q_{CaCO_3} = [Ca^{++}] [CO_3^{-}]$ olarak ifade edilmektedir.

[] = etkin konsantrasyon değeridir.

Buradan ;

$S_i = [Ca^{++}] [CO_3^{-}] / K_{CaCO_3}$ ifadesi elde edilmektedir.

$S_i = (aCa^{++}) (aCO_3^{-}) / K_{CaCO_3}$ şeklinde yazılabilir.

$HCO_3 \leftrightarrow H^+ + CO_3^{-}$ denkleminde ;

$K_{HCO_3^{-}} = [H^+] [CO_3^{-}] / [HCO_3^{-}]$

$K_{HCO_3^{-}} = (aH^+) (aCO_3^{-}) / (aHCO_3^{-})$ ifadesi elde edilmektedir.

Buradan ;

$(aCO_3^{-}) = K_{HCO_3^{-}} * (aHCO_3^{-}) / (aH^+)$ şeklinde yazılmaktadır.

En son olarak $CaCO_3$ 'e doygunluğun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$S_i = (aCa^{++}) * K_{HCO_3^{-}} * (aHCO_3^{-}) / K_{CaCO_3} * (aH^+)$

$CaCO_3$ 'e doygunluğun hesaplanmasında kullanılan iyonların logK cinsinden değerleri Tablo 14.'ten belirlenmektedir.

Tablo 14. Sıcak su kaynaklarında bulunan iyonların $\log K_{HCO_3}$ ve $\log K_{CaCO_3}$ değerleri (Solutions, Minerals and equilibria, Robert M. Garrels, Charles L. Christ'den)

Sıcaklık °C	$-\log K_{HCO_3}$	$-\log K_{CaCO_3}$
0	10,62	8,02
5	10,56	8,09
10	10,49	8,15
15	10,43	8,22
20	10,38	8,28
25	10,33	8,34
30	10,29	8,40
40	10,22	8,52
50	10,17	8,63
80	10,12	8,98

Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağının 54 °C sıcaklığı için tablo 14'teki değerlerden enterpolasyonla hesaplanan K_{HCO_3} ve K_{CaCO_3} değerleri aşağıda verilmektedir.

$$K_{\text{HCO}_3} = 6,87 \times 10^{-11}$$

$$K_{\text{CaCO}_3} = 2,17 \times 10^{-9}$$

Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağının 63 °C olan sıcaklığı için Tablo 14'teki değerlerden enterpolasyonla hesaplanan K_{HCO_3} ve K_{CaCO_3} değerleri aşağıda verilmektedir.

$$K_{\text{HCO}_3} = 7,11 \times 10^{-11}$$

$$K_{\text{CaCO}_3} = 1,78 \times 10^{-9}$$

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağının CaCO_3 'e doygunluğunun hesaplanmasında Tablo 15'deki değerler kullanılmaktadır ;

Tablo 15. Sıcak su kaynaklarının kalsite doygunluğunun hesaplanmasında kullanılan değerler

	$a_{\text{Ca}^{++}}$	$a_{\text{HCO}_3^-}$	a_{H^+}	K_{HCO_3}	K_{CaCO_3}
Ilıcaköy-1	$1,68 \times 10^{-3}$	$27,86 \times 10^{-3}$	$10^{-7,41}$	$6,87 \times 10^{-11}$	$2,17 \times 10^{-9}$
Ilıcaköy-2	$0,94 \times 10^{-3}$	$26,97 \times 10^{-3}$	$10^{-7,81}$	$7,11 \times 10^{-11}$	$1,78 \times 10^{-9}$

Tablo 15.'deki değerlerin Si formülünde yerine yazılması sonucunda doygunluk değerleri Ilıcaköy-1 için ;

$$S_i = 60,24$$

Ilıcaköy-2 için ise

$$S_i = 65,38$$

olarak hesaplanmıştır.

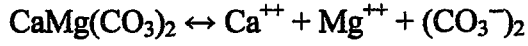
Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarına ait doygunluk değerleri ;

$S_i > 1$ olduğu için CaCO_3 'e doygundur. Sıcak su kaynaklarının çıkışta CaCO_3 çökeltmesi beklenmektedir. Kaynak çevresinde bu durumun gözlenmesi ile de yeni traverten oluşumları doğrulanmaktadır.

3.10. Sıcak Su Kaynaklarının Dolomite Doygunluğunun Hesaplanması

Sıcak su kaynaklarının $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 'ye (dolomit) doyunluğunun hesaplanmasında kullanılan ifadeler aşağıda verilmektedir.

$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 'nin ayrışma denkleminde ;



Buradan ;

$$Q_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2} = [\text{Ca}^{++}][\text{Mg}^{++}][\text{CO}_3^-]^2 \text{ yazılabilir.}$$

$$S_i = Q_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2} / K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2}$$

$$S_i = [\text{Ca}^{++}][\text{Mg}^{++}][\text{CO}_3^-]^2 / K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2} \text{ elde edilmektedir.}$$

Bu ifadeye $(\text{CO}_3^-)_2$ eşitliği yerine yazıldığında ;

$$S_i = [(\text{Ca}^{++}) (\text{Mg}^{++}) / K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2}] * [K_{\text{HCO}_3} * (\text{aHCO}_3^-) / (\text{aH}^+)]^2 \text{ elde edilmektedir.}$$

$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 'ye doyunluğun hesaplanmasında kullanılan iyonların $\log K$ cinsinden değerleri Tablo 16'dan belirlenmektedir.

Tablo 16. Sıcak su kaynaklarında bulunan iyonların $\log K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2}$ değerleri (Doğal Suların Jeokimyası, Ali Şahinci'den)

Sıcaklık $^{\circ}\text{C}$	$-\log K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2}$
0	16,56
5	16,63
10	16,71
15	16,79
20	16,89
25	17,00
30	17,12
35	17,25
40	17,39
45	17,53
50	17,68
60	17,92
100	19,28

Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağının sıcaklığı 54 °C olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık değeri için Tablo 13'ten ;

$$K_{\text{HCO}_3} = 6,87 \times 10^{-11}$$

$$K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2} = 1,73 \times 10^{-18} \text{ olarak belirlenmiştir.}$$

Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağının sıcaklığı 63 °C olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık değeri için Tablo 13'ten ;

$$K_{\text{HCO}_3} = 7,11 \times 10^{-11}$$

$$K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2} = 1,11 \times 10^{-18} \text{ olarak belirlenmiştir.}$$

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 'ye doygunluğunun hesaplanmasında Tablo 17.'deki ifadeler kullanılmaktadır.

Tablo 17. Sıcak su kaynaklarının dolomite doygunluğunun hesaplanmasında kullanılan değerler

	$a_{\text{Ca}^{++}}$	$a_{\text{Mg}^{++}}$	$a_{\text{HCO}_3^-}$	a_{H^+}	K_{HCO_3}	$K_{\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2}$
Ilıcaköy-1	$1,68 \times 10^{-3}$	$1,04 \times 10^{-3}$	$27,86 \times 10^{-3}$	$10^{-7,41}$	$6,87 \times 10^{-11}$	$1,73 \times 10^{-18}$
Ilıcaköy-2	$0,94 \times 10^{-3}$	$1,32 \times 10^{-3}$	$26,97 \times 10^{-3}$	$10^{-7,81}$	$7,11 \times 10^{-11}$	$1,11 \times 10^{-18}$

Tablo 17.'deki değerler S_i formülünde yerine yazıldığında sıcak su kaynaklarının dolomite doygunluğu ;

Ilıcaköy-1 kaynağı için ;

$$S_i = 2438,58$$

Ilıcaköy-2 kaynağı için ;

$$S_i = 17080,58$$

olarak belirlenmiştir.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarına ait doygunluk değerleri ;

$S_i > 1$ olduğu için sıcak sular $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 'ye doygundur.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının çevresinde traverten çökelimi görülmektedir. Bu travertenlerden alınan örneklerin polarizan mikroskopta ve binoküler mikroskopta incelenmesi sonucunda bunların "magnezyumlu kalsit" bileşiminde oldukları belirlenmiştir. Sıcak su kaynaklarının CaCO_3 (kalsit) ve $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 'ye (dolomit) doygunluklarının hesaplanması sonucunda sıcak suların her iki minerale de doygun oldukları görülmektedir. Sıcak suların traverten çökelimi meydana getirmesi ve travertenlerin bileşiminin magnezyumlu kalsit olması bu doygunluğu doğrulamaktadır.

Sıcak su kaynaklarının kalsit ve dolomite doygunluğunun belirlenmesi son derece önemlidir. Çünkü kalsit ve dolomit mineralleri kabuk yapıcı bir etkiye sahiptir. Sıcak su kaynaklarının bulunduğu yerde tesis yapıldığında sıcak suyun tesislere ulaşması için borular kullanılmaktadır. Eğer su kabuk yapıcı özellikteki minerallerce doygun ise borularda tıkanmalar meydana gelmektedir.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının kalsit ve dolomit minerallerine doygun olması nedeniyle her iki su da kabuk yapıcı özelliktedir. Bu nedenle tesis yapılırken suyun bu özelliği dikkate alınmalıdır.

3.11. Sıcak Suların Kökeni

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynakları "meteorik kökenli kaynaklar" sınıfına girmektedir. Yüzey (yağmur vs.) sularının bir kısmı yerçekimi etkisi ile yeraltına geçerek çatlak, kırık ve fay hatları boyunca derinlere süzülürler. Yüzey suları bu süzülme sırasında jeotermal gradyana bağlı olarak ısınırlar. Isınan bu sular yeraltında İkizdere Granitoyidi'nin çatlaklarında depolanmakta ve burada bir rezervuar oluşturmaktadırlar. Bu rezervuarda depolanan sıcak sular faylar ve kayaçtaki kırıklar boyunca yükselerek yeryüzüne çıkmaktadırlar. Bu olay termosifon prensibi olarak tanımlanmaktadır.

3.12.Sıcak Su Kaynaklarının Jeotermal Enerji Yönünden İncelenmesi

3.12.1. Sıcak Su Kaynaklarının Jeotermal Enerji Yönünden Sınıflandırılması

Jeotermal sistemler genel olarak

- buharın baskın olduğu ve
 - akışkanın baskın olduğu sistemler
- olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Buharın baskın olduğu sistemlerde sıcaklık 250 °C civarındadır ve bunlar çok ısınmış buhara doygundur.

Akışkanın baskın olduğu sistemler

- yüksek entalpili sistemler ve
- düşük entalpili sistemler

olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Yüksek entalpili sistemlerde sıcaklık 388 °C'ye kadar, düşük entalpili sistemlerde ise sıcaklık 200 °C'nin altındadır.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynakları sırasıyla 54 °C ve 63 °C sıcaklık değerleri ile akışkanın baskın olduğu "düşük entalpili sistemler" sınıfına girmektedir.

3.12.2. Sıcak Sıvının Geldiği Derinliğin Belirlenmesi

Yerkabuğunun ısısı yüzeyden itibaren 33 m.'de 1 °C artmaktadır ve buna "jeotermal gradyan" adı verilmektedir. Ancak jeotermal gradyan aktif fay zonlarında ve genç volkanik bölgelerde daha yüksek değerler göstermektedir. Bu alanlar "jeotermal bölgeler" olarak tanımlanmaktadır.

Ayder Granitoyidi'nde yapılan sondajlarda 13 m. olarak belirlenen jeotermal gradyan değeri (Gürsel, F. 1991), aynı özellikte olması nedeniyle Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının rezervuar derinliğinin hesabında da kullanılmıştır. Buna göre jeotermal gradyan 13 m.'de 1 °C'dir.

Rezervuar derinliğinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$D = (K_s - O_s) \times J_g \quad (\text{Erguvanlı ve Yüzer, 1973})$$

Burada ;

D = akışkanın geldiği derinlik (m.)

K_s = kaynağın sıcaklığı (°C)

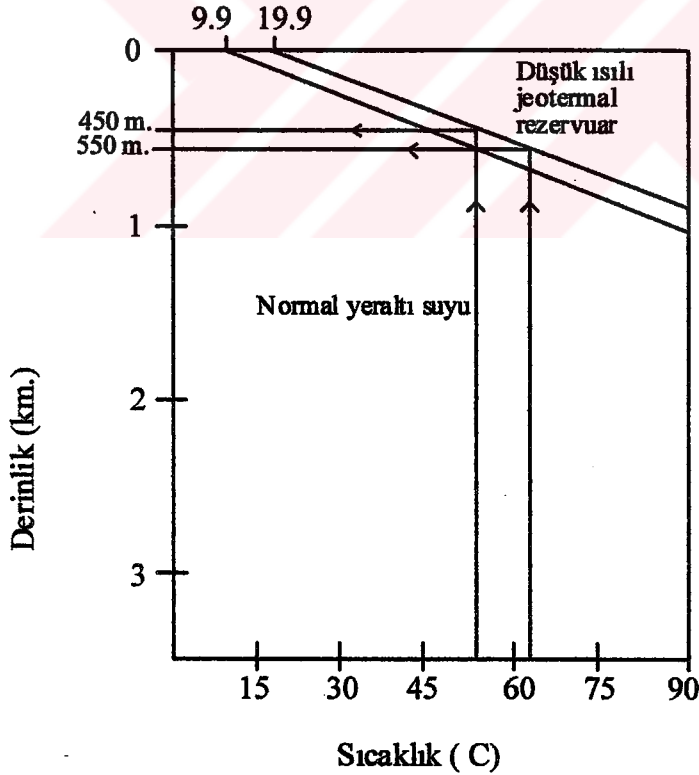
O_s = bölgenin yıllık ortalama hava sıcaklığı (°C)

J_g = jeotermal gradyan
olarak tanımlanmaktadır.

Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonu'nda 1928-1980 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değerleri 14.1°C 'dir. Kot düzeltmesi yapılarak 840 m. kotundaki sıcak su kaynaklarının bulunduğu yerin ortalama atmosfer sıcaklığı $9,9^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir.

Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağının sıcaklığı 54°C , Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağının sıcaklığı 63°C olduğuna göre bu suların yeryüzüne ulaştığı derinlik Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 kaynakları için 573,3m. ve 690,3 m. olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu değerler en düşük derinlik değerleridir.

Sıcak suların yeraltında bulunduğu derinlik grafik yöntem ile de belirlenebilmektedir (Gass ve diğ.,1979). Bu grafik yardımı ile sıcak suların hangi derinlikte kaç $^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta olduğu kolayca görülmektedir (Şekil 42).



Şekil 42. Derinlik-sıcaklık ilişkisi

3.12.3. Isı Akısının Belirlenmesi

Jeotermal sistemlerde çalışırken, jeotermal gradyanın önemli olduğu kadar ısı akısı da önemlidir. Isı akısı aşağıda verilen formül yardımı ile belirlenmektedir ;

$$q = k \times r \quad (\text{Nathenson ve diğ., 1982})$$

Burada ;

$$q = \text{ısı akısı (cal / cm}^2 \text{ sn)}$$

$$k = \text{termal iletkenlik katsayısı (cal / cm sn } ^\circ\text{C)}$$

$$r = \text{jeotermal gradyan (} ^\circ\text{C / cm)}$$

Termal iletkenlik 1 $^\circ\text{C / cm}$ termal gradyan altında 1 sn.'de gönderilen ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Granitik kayalarda termal iletkenlik katsayısı 5.8×10^{-3} cal / cm sn $^\circ\text{C}$ alınmaktadır.

Buradan q ;

$$q = 5.8 \times 10^{-3} * 1300$$

$$q = 7.54 \text{ cal / cm}^2 \text{ sn}$$

olarak belirlenmektedir.

Isı akısının yüksek olduğu bölgeler aktif fay zonları ve genç volkanik bölgelerdir. Bu alanlar jeotermal kaynakların gelişebilmesi için uygun yerler olarak tanımlanmaktadır.

3.12.4. Rezervuardaki Jeotermal Akışkanın Sıcaklığının Belirlenmesi

Jeotermal sistemlerde rezervuardaki akışkan sıcaklığı silika ve katyon jeotermometreleri ile belirlenmektedir. Katyon jeotermometrelerinde en çok kullanılanlar $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ve $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Ca}^{++}$ jeotermometreleridir.

Na değeri yüksek olduğu için Ilıcaköy sıcak su kaynaklarının rezervuar sıcaklığının belirlenmesinde $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ jeotermometresi kullanılmıştır, bunu yanı sıra sıcak su kaynaklarının çevresinde traverten çökelişi meydana geldiğinden Ca^{++} değeri göz ardı edilemeyeceği için $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Ca}^{++}$ jeotermometresi kullanılmıştır (Fournier, R.O., Truesdell, A.H., 1972).

$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ jeotermometresi uygulandığında rezervuar sıcaklığı ;

$$T = 855,6 / [0,857 + \log (\text{Na}^+ + \text{K}^+)] - 273,15$$

Burada ;

T = °C cinsinden rezervuar sıcaklığı

Na^+ , K^+ = iyonların mg/l değerleri

olarak tanımlanmaktadır.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının rezervuar sıcaklığı 264,96 °C olarak hesaplanmıştır.

$\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Ca}^{++}$ jeotermometresi uygulandığında ise rezervuar sıcaklığı ;

$$T = 1647 / [\log (\text{Na}^+ + \text{K}^+) + \beta \{ \log (\text{Ca}^{++} / \text{Na}^+)^{1/2} + 2,06 \} + 2,47] - 273,15$$

Ilıcaköy sıcak su kaynaklarının rezervuar sıcaklığı bu formül ile 198,76 °C olarak hesaplanmıştır.

Sıcak su kaynakları ayrı iki faya bağlı olarak yeryüzüne çıktıkları için bunların rezervuarının aynı olduğu fakat sıcak suları yeryüzüne taşıyan sistemin farklı olduğu söylenebilir.

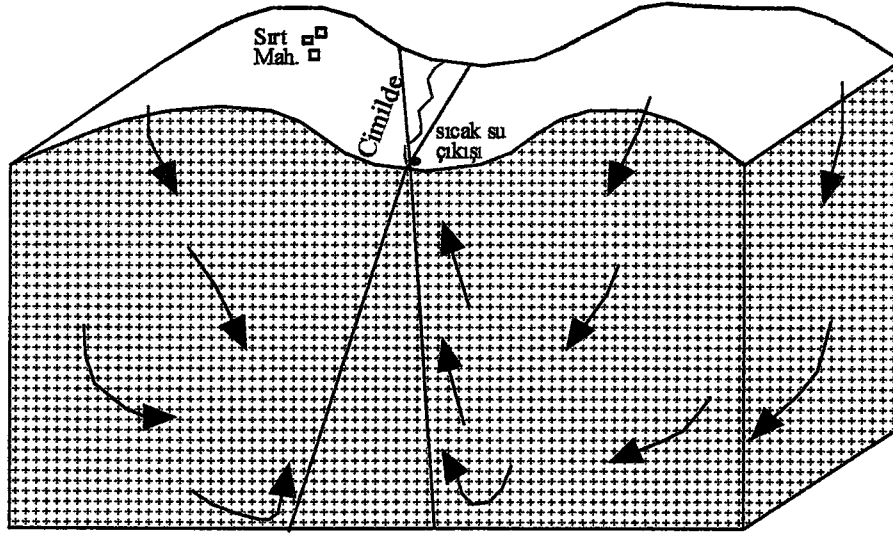
3.12.5. Sıcak Su Kaynaklarının Oluşum Şekli

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının oluşumu ile ilgili modelleme çalışmaları yapılmıştır. Suların yeryüzünden yeraltına geçmesi, kayaçların çatlaklarından sızarak derinlere inmesi, burada jeotermik gradyana bağlı olarak ısınması, ısınan suların tekrar kayaçların çatlakları boyunca yukarı doğru hareket etmesi ve uygun noktalardan yeryüzüne çıkması bir model üzerinde gösterilmiştir (Şekil 43).

3.12.6. Sıcak Sularda Koruma Alanlarının Belirlenmesi

Sıcak su kaynaklarından en verimli şekilde yararlanabilmek için, bunların fiziksel, kimyasal ve biyolojik her türlü kirleticiden uzak tutulması gerekmektedir.

Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının kirlenmesini önlemek amacıyla, sıcak su kaynakları çevresinin jeolojik, tektonik, hidrojeolojik ve topografik özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenen koruma alanları Şekil 44'te gösterilmiştir.



Şekil 43. Sıcak su kaynaklarının oluşum ve beslenme modeli

Bu koruma alanları aşağıda sıralanmaktadır :

1. Derece Koruma Alanı : 1. derece koruma alanı sıcak su kaynaklarının en yakın çevresinin kirlenmesini önlemek amacıyla belirlenen koruma alanıdır. Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının yüzeye çıkmasına neden olan faylar aynı zamanda bu kaynakların kirlenmesine yol açabileceği için 1. derece koruma alanı sınırı bu fayların en yakın çevresinden geçirilmiştir.

2. Derece Koruma Alanı : 2. derece koruma alanı sınırı 1. derece koruma alanı sınırlarına uygun olacak şekilde 50 m. aralıklı olarak belirlenmiştir.

3. Derece Koruma Alanı : Bu koruma alanının sınırı 2. derece koruma alanı sınırına uygun şekilde ve onunla 50 m. aralıklı olacak şekilde geçirilmiştir. 3. derece koruma alanı içerisinde sıcak su kaynaklarını kirletebilecek herhangi bir yapılaşmaya izin verilmemelidir.

Koruma alanları belirlendikten sonra bu alanlar içerisinde alınması gereken önlemler şu şekilde belirlenmiştir :

1. Derece Koruma Alanında ;

- Sıcak su kaynaklarının kirlenmesine neden olacak sıvı ve katı kirleticiler bu alanın dışına atılmalıdır.

- Mezarlık ve hayvan besleme alanları bu alanın dışında olmalıdır.

- Bu koruma alanında sıcak suların alınması ve depolanması için gerekli olan tesisler dışında her hangi bir yapılaşmaya izin verilememelidir.

2. Derece Koruma Alanında ;

- Kirli sular 1. derece koruma alanı içerisine girmeyecek şekilde geçirimsiz kanal veya boru sistemi ile 3. koruma alanı dışına çıkarılmalıdır.

- Kirlenmeye neden olabilecek malzemenin depolanmasına izin verilmemelidir.

- Yol açılması düşünüldüğünde bu yolun drenajı 1. koruma alanına doğru olmamalıdır.

- Kurulması planlanan kaplıca tesisindeki kirli sular tamamen yalıtılmış kanalizasyon ile bu alanın dışına çıkarılmalıdır.

3. Derece Koruma Alanında ;

- Kaplıca tesisinden daha yüksek kotlarda balık çiftliği ve diğer sanayi kuruluşlarına ait atıklar Cimildere'nin 3. koruma alanı içindeki kesimine verilmemelidir.

- Yakın çevredeki yerleşim alanına ait kanalizasyon suları arıtıldıktan sonra Cimildere'ye verilmelidir.

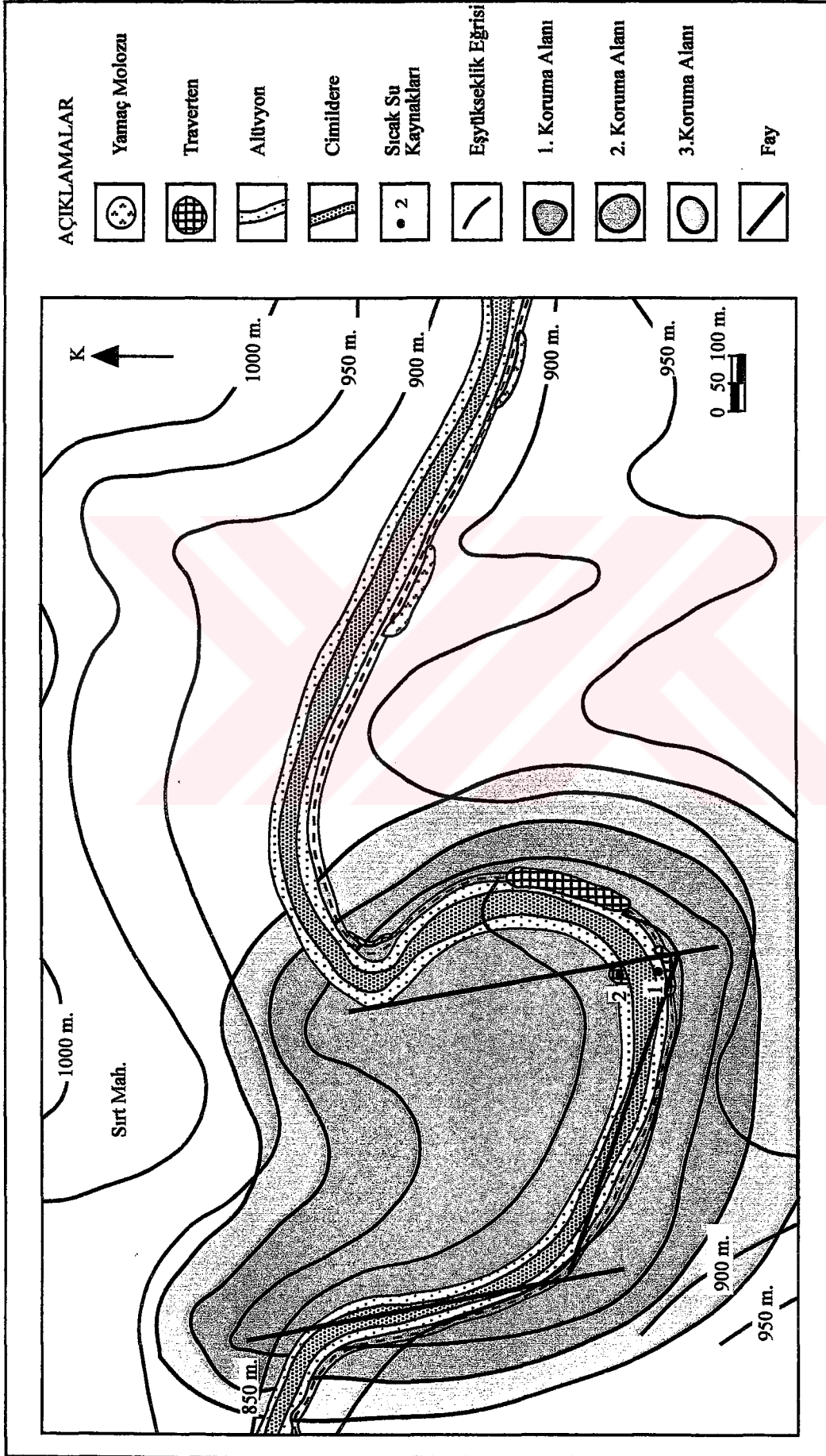
3.12.7. Sıcak Su Kaynaklarının Ekonomik Olarak Değerlendirilmesi

Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından sıcak sulara 1994 tarihinde balneolojik amaçlı olarak analiz yaptırılmıştır.

Çalışma alanında sıcak su kaynaklarından sağlık açısından yararlanmak amacıyla herhangi bir tesis yapılmamıştır. Bu bölge Özel İdare Müdürlüğü tarafından her iki sıcak suyun bulunduğu yere çevresi kabinlerle kapalı olan ikişer adet havuz yapılmıştır.

Sıcak suyun tüketim miktarı 350 l/kişi/gün'dür (Kırcalı ve Yüksel, 1987). Ilıcaköy-1 ve Ilıcaköy-2 sıcak su kaynaklarının toplam debisi 8,6 lt/sn'dir. Kaynakların günlük kapasitesi 743.040 lt/gün'dür. Bu verilere göre sıcak su kaynaklarından günde 2122 kişinin yararlanabileceği belirlenmiştir. Dalgıç pompa kullanılarak bu kapasite birkaç kat artırılabilir.

Sıcak su kaynaklarının çevresinde bulunan havuzlar hijyenik koşullara uygun değildir. Ayrıca kaynaklar İkizdere ilçe merkezine 6 km. uzaklıktadır ve kaynakların yakın çevresinde insanların konaklama ve gereksinim karşılama tesisi yoktur. İkizdere'de yapılacak tesislerle kaplıca turizmde önemli gelişmeler sağlanabilir.



Şekil 44. Sıcak su kaynakları çevresinde belirlenen koruma alanları

Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yaptırılan analiz sonuçlarına göre sıcak suların içmeye uygun olmadığı belirlenmiştir ve sıcak suların banyo olarak kullanıldığında romatizmal hastalıklara, kırık ve çıkıklara, kadın hastalıklarına ve sinir hastalıklarına iyi geldiği belirtilmiştir.

Ilıcaköy sıcak su kaynakları düşük ısılı jeotermal kaynaklar olduğundan seracılıkta kullanılabilme özelliğine sahiptir.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İlıcaköy (İkizdere-Rize) sıcak su kaynaklarının jeolojik, hidrojeolojik ve jeotermal açıdan incelendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir :

1. Çalışma alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve jeolojik kesitleri çıkarılmıştır. İnceleme alanındaki en yaşlı birim Üst Kretase yaşlı İkizdere Granitoyidi'dir. Bu birimi kesen dolerit daykları bulunmaktadır. İkizdere Granitoyidi'nin üzerine Kuvaterner yaşlı yamaç molozu, alüvyon ve traverten gelmektedir.

2. İkizdere Granitoyidi'nde 3 yönde gelişmiş çatlak sistemi bulunmaktadır. Bu çatlaklardan alınan 100 ölçü ile çatlak kontur diyagramı hazırlanmış ve hakim çatlak yönlerinin K44D/35GD, K70B/42GB ve K32B/38KD olduğu görülmüştür. Çatlaklar dolgunsuz, yer yer kil dolguludur. Bu killerde yapılan X-RD analizi sonucunda bunların kaolinit ve illit olduğu belirlenmiştir. Çatlak açıklıkları 1 mm. ile 1 cm. arasında değişmektedir.

3. Çalışma alanında Cimildere vadisi boyunca KB-GD, KD-GB ve D-B doğrultulu fayların bulunduğu belirlenmiştir. Bu faylar aynı zamanda çatlakların yönleri ile paralellik göstermektedir. Sıcak su kaynaklarının faylarla ilişkisi belirlenmiş ve sıcak suların yeryüzüne KB-GD ve D-B doğrultulu 2 faya bağlı olarak çıktığı tespit edilmiştir.

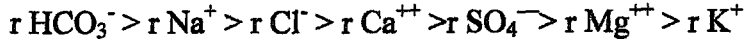
4. Cimildere vadisinde bulunan İlıcaköy-1 ve İlıcaköy-2 sıcak su kaynaklarına 29.10.1998 tarihinde MTA tarafından analiz yapılmıştır. İlıcaköy sıcak su kaynaklarının fiziksel özellikleri bakımından renksiz, H₂S kokulu, berrak ve tadının ekşimsi olduğu belirlenmiştir. İlıcaköy-1 sıcak su kaynağının sıcaklığı 54 °C, debisi 2,5 l/sn ; İlıcaköy-2 sıcak su kaynağının sıcaklığı 63 °C ve debisi 6,1 l/sn olarak ölçülmüştür. Kimyasal analiz sonuçlarına göre ise sulara bulunan başıca iyonlar HCO₃⁻, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, SO₄⁻ ve Cl⁻ 'dir. İlıcaköy-1 sıcak su kaynağında çözünmüş toplam iyon miktarı 4012,1 mg/l, İlıcaköy-2 sıcak su kaynağında ise 4115,21 mg/l'dir.

5. Sıcak su kaynakları, yapısal özelliklerine göre "fay kaynakları", sıcaklıklarına göre ise "çok sıcak sular" sınıfına girmektedir. Sertlikleri bakımından "çok sert sular" dir. Baskın anyon-kasyon çiftine göre "sodyum bikarbonatlı" sular sınıfındadır.

6. Sıcak suların meteorik kökenli oldukları düşünülmektedir. Yeryüzünde bulunan sular yerçekimi etkisi ile derinlere inmekte ve kayaçların kırık ve çatlakları içerisinde ilerlerken bir taraftan da jeotermal gradyan sayesinde ısınmaktadır. Isınan bu sular

termosifon prensibine bağılı olarak uygun kırıklar ve fay zonları boyunca tekrar yeryüzüne çıkmaktadır.

7. Sıcak su kaynaklarının analiz sonuçları kolon diyagramda, Schoeller ve Piper diyagramlarında gösterilmiştir. Schoeller diyagramı yardımıyla sıcak sularda bulunan iyonların %mek/l cinsinden büyükten küçüğe doğru sıralaması Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağı için ;



Ilıcaköy-2 kaynağı için ise ;



şeklinde belirlenmiştir.

8. Piper diyagramı sonuçlarına göre sularda alkalilerin ve zayıf asitlerin fazla olduğu görülmektedir. Kolon diyagramına göre sıcak sularda bulunan baskın katyon Na^{++} , baskın anyon HCO_3^- tır.

9. Sıcak su kaynaklarının kalsit ve dolomite doygun olup olmadıkları araştırılmıştır. Sıcak suların kalsite doygunluk değerleri $\text{Si} > 1$ ve dolomite doygunluk değerleri de yine $\text{Si} > 1$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre sıcak sular kalsit ve dolomite doygunudur. Sıcak su kaynaklarının çevresinde traverten çökelimi görülmesi bu doygunluğu doğrulamaktadır. Ayrıca travertenlerden alınan örneklerin polarizan ve binoküler mikroskopta incelenmesi sonucunda bunların "lifi çimentolu magnezyumlu kalsit" bileşiminde oldukları görülmüştür.

10. Sıcak su kaynakları jeotermal enerji açısından sınıflandırıldığında "düşük entalpiye sahip sistemler" olarak adlandırılmaktadır.

11. Rezervuar derinliği Ilıcaköy-1 kaynağı için 573,3 m., Ilıcaköy-2 kaynağı için 690,3 m. olarak belirlenmiştir. Derinlik ayrıca grafik yöntem ile de belirlenmiştir. Buna göre Ilıcaköy-1 sıcak su kaynağı 450 m., Ilıcaköy-2 sıcak su kaynağı 550 m. derinden gelmektedir.

12. Ilıcaköy sıcak su kaynaklarında ısı akısı $7,54 \text{ cal/ cm}^2\text{sn}$ olarak hesaplanmıştır.

13. Sıcak suların yeraltında bulunduğu rezervuarın sıcaklığı Na-K ve Na-K-Ca jeotermometresi kullanılarak belirlenmiştir. Na-K jeotermometresine göre rezervuardaki suyun sıcaklığı $264,96 \text{ }^\circ\text{C}$, Na-K-Ca jeotermometresine göre ise $198,76 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir.

14. Sıcak sulardan sağlık amacıyla 1 günde yararlanabilecek kişi sayısı 2122 olarak belirlenmiştir.

15. Çevrenin kirlenici etkilerinden uzak tutulması amacıyla kaynaklarda koruma alanları belirlenmiştir. 1. derece koruma alanı sıcak suların yeryüzüne çıkmasına neden olan fayların en yakın çevresi olarak kabul edilmiştir. 2. derece koruma alanı, 1. derece koruma alanı sınırlarına uygun olarak 50 m. aralıklı alınmıştır. 3. derece koruma alanı da yine 2. derece koruma alanı sınırlarına uygun olacak şekilde 50 m. aralıklı geçirilmiştir.

16. Sıcak su kaynaklarının çeşitli amaçlar için kullanılması gündeme getirilmelidir. Kaynaklar balneolojik amaçlı olarak kullanılabilir ve bu şekilde kaplıca turizminin bölgede gelişmesi sağlanabilir. Ayrıca sıcak sular İkizdere İlçesi'nde seracılık amacı ile kullanılabilir .



5. KAYNAKLAR

- Aslaner,M.,Kor ve Kor Kırıntılı Kayaçlar,KTÜ,MMF,GenelYayın No:140,Fakülte Yayın No:49,Trabzon,1989.
- Assesment of Low Temperature Geothermal Resources of the United States ,US Department Energy,1983.
- Başkan,Esat,M.,Canik,B.,AIH Türkiye Sıcak ve Mineralli Sular Haritası,Ege Bölgesi, MTA Yayınlarından,No:189,Ankara,1983
- Bayazıt,M.,Hidroloji,İTÜ Matbaası,Gümüşsuyu,1987
- Bektaş,O.,Çapkınoğlu,Ş.,Doğu Pontid Magmatik Arkında (KD Türkiye) Neptunyen Dayklar ve Blok Tektoniği: Mesozoyik Havzaların Kinematığı ile İlgili Bulgular,Ç.Ü. 20. Eğitim Yılı Sempozyumu,Bildiri Özetleri, Adana,1997
- Bingöl,E.,Granit Sorunu Jeolojisi,Eğitim Serisi,No:10,Ankara,1971
- Canik,B.,Bolu Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi,Selçuk Üniversitesi,Fen Fakültesi Yayınları,No:1,S:74,Konya,1980
- Davis,Stanley,N.,Dewiest,Roger,J.M.,Hydrogeology,John Wiley and Sens,Inc.Library of Congress Catalog Card Number:66-14133
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü,Ortalama Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni,Ankara,1984
- Ergüvenli,K.,Yüzer,E.,Yer altı Suları Jeolojisi,Sayı 967,İstanbul,1973
- Folk,R.L.,The Natural History of Cristalline Calcium Carbonate, J.Sed.Pet., 44,1971.
- Fournier,R.O.,Thruessedell,A.H.,An Empirical Na-K-Ca Geothermometer for Natural Waters,US Geological Survey,USA,1972
- Fournier,R.O.,Application of Water Geochemistry to Geothermal Exploration and Reservoir Engineering,US Geological Survey,USA,1981
- Freeze,R.A.,Cherry,J.A.,Gronudwater,Prentice-Hall Inc,Englewood Cliffs,New Jersey,USA,1979.
- Garrels,R.M.,Christ,C.L.,Solutions,Minerals and Equilibria,Library of Congress Catalog Card Number:65-12674,New York,1965.
- Gass,T.E., Purdin,W., Economic Impact of Using Nonmetallic Materials in Low to Intermediate Temperature Geothermal Well Construction, National Water Well Association Contract Report, Brookhaven National Laboratory, V.2, UC-66d, 115p, 1979.
- Gürsel,F.,Ayder (Çamlıhemşin-Rize) ve Çevresinin Jeotermal Enerji Yönünden İncelenmesi,Yüksek Lisans Tezi,Trabzon,1991.
- Kırçalı,Ö.,Yüksel,O.,Rize Ayder Kaplıcası Turizm Merkezi İmar Uygulama Planı Açıklama Raporu,Ankara,1987.
- Mercade,A.,Billings,G.K.,The Kinetics of Mineral Dissolution in Carbonate Aquifers as a Tool for Hydrogeological Investigations,Journal of Hydrogeology,P:303-331, Amsterdam,1975.

Nathenson,M., Physical Factors Determining the Fraction of Stored Energy Recovered in Hydrothermal Convection Systems and Conduction-Dominated Areas: U.S.Geological Survey Open-File Report, 75-142,47 p., 1975

Reed.J.M.,Assessment of Low Temperature Geothermal Resources of the United States-1982,Geological Survey Circular 892,1983.

Rize İli'nin Çevre Jeolojisi,MTA Yayını,Ankara,1998.

Schoeller,H.,Les Aus Souterraines,Mason et Cie Editurs,120,Boulevard Saint German,Paris,1962.

Şahinci,A.,Doğal Suların Jeokimyası,İzmir,Nisan 1991.

Tüdeş,Ş.,İkizdere Yöresindeki Granitik Kayaçların Mermer Olarak Kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon,1994.

TSE,Kaynaklar-Koruma Kuralları,Türk Standartları Enstitüsü,Ankara.

TSE,Kaynakların Sınıflandırılması ve Koruma Tedbirleri,Türk Standartları Enstitüsü,Ankara.

TSE,Termal Kaynaklar-Sınıflandırma,Türk Standartları Enstitüsü,Ankara.

Yılmaz,C.,Munzur Kireçtaşı'nın Çökelme Koşulları ve Mikrofasies Özellikleri,Doktora Tezi,Trabzon,1991.

7.ÖZGEÇMİŞ

Arzu FIRAT ERSOY 1977 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul Üsküdar Çamlıca-Kız Lisesi'nde tamamladı. 1994 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. 1998 yılında lisans öğrenimini tamamladı. Aynı yıl yüksek lisans öğrenimine başlayan Arzu FIRAT ERSOY, KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Evlidir ve İngilizce bilmektedir.

