

**ESKİŞEHİR VE CİVARI JEOTERMAL ENERJİ
POTANSİYELİ KULLANIMI VE GELİŞTİRİLMESİ.**

Mehmet Ali DEMİRKAZIKSOY
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Kasım - 2004

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Mehmet Ali Demirkazıksoy' un Eskişehir ve Civarı Jeotermal Enerji Potansiyeli Kullanımı ve Geliştirilmesi başlıklı İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi ~~09.11.2004~~ tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Mehmet BİLGİN

Üye : Prof. Dr. Süleyman KAYTAKOĞLU

Üye : Yard.Doç.Dr. Recep BAKIŞ

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ~~01.12.2004~~.... tarih ve ...~~40/4~~.... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Altuğ İFTAR
Fen Bilimleri Enstitüsü
Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ESKİŞEHİR VE CİVARI JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ KULLANIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

MEHMET ALİ DEMİRKAZIKSOY

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Mehmet BİLGİN
2004, 109 sayfa

Türkiye jeotermal enerji rezervi açısından dünyanın ilk on ülkesinden birisidir. Bu enerjinin, teknolojik ve ekonomik sıkıntılardan dolayı çok düşük miktarı kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin hızla artmasıyla, yurdumuzda da yeni kaynakların araştırılmasına ve mevcut kaynakların geliştirilmesine yönelik çalışmalar MTA ve özel kuruluşlar tarafından yapılmaktadır.

Yurdumuzun elektrik üretimine uygun sıcaklıktaki bilinen jeotermal kaynakları batı bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Orta Anadolu ve Doğu Anadolu' ya doğru kaynak sıcaklıkları düşmektedir.

Eskişehir il merkezinde sondaj, adi kuyu, kaynak şeklinde 21 adet sıcak su bulunmaktadır. Bunların sıcaklıkları 37 – 45 °C arasında değişmektedir. İl merkezi ve ilçelerdeki kaynaklar daha çok balneolojik olarak kullanılmaktadır. Balneolojik kullanımdaki tesis durumlarının iyileştirilmesi gerekir. Rehabilitasyon için yurt dışındaki tesisler incelenmeli ve gerekli yatırımlar yapılmalıdır. Teknolojik gelişmeler ile kaynaklar ileride şehir ısıtmacılığı için de kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal Enerji, Yenilenebilir Enerji, Balneoloji,
Kaplıca, Sıcak Su

ABSTRACT

Master of Science Thesis

THE USE AND THE DEVELOPMENT OF THE GEOTHERMAL ENERGY POTENTIAL OF ESKİŞEHİR REGION

MEHMET ALİ DEMİRKAZIKSOY

**Anadolu University
Graduate School of Sciences
Civil Engineering Program**

**Supervisor: Prof.Dr. Mehmet BİLGİN
2004, 109 pages**

Turkey is one of the first ten countries in the world for its geothermal energy reserves. A small portion of these reserves are utilized because of technical and economic constraints. With the increasing importance of renewable energy, our country also has started to engage in research and development via both private and public enterprises.

The sources which are available for the production of electricity are located in western regions. Temperatures of the sources decrease towards Eastern Anatolia.

There are 21 hot water spots in Eskişehir centrum as bore, percolation well, spring. Temperatures of these spots vary between 37-45 °C. Most of these sources in towns and in centrum are used for balneology. Conditions of the spas which use these sources should be rehabilitated. Spas of foreign countries would be our object for a benchmark. The sector also lacks a strong financial foundation. Necessary investments and developed technology will enable us to build district heating system.

Keywords: Geothermal Energy, Renewable Energy, Balneology, Spa, Hot Water

TEŞEKKÜR

Bu tezin Őekillenmesi sırasında engin bilgi birikimi ve deneyimlerini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet BİLGİN ve Sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Recep BAKIŞ' a; tezin her aşamasında yardımcı olan AraŐ. Gör. Özlem ÇALIŐKAN' a; beni yetiŐtiren Osmangazi ve Anadolu Üniversitesi'ndeki diğer hocalarıma, bugünlere gelmemde maddi ve manevi her konuda desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teŐekkürlerimi ve Őükranlarımı sunarım...

Mehmet Ali DEMİRKAZIKSOY

Kasım 2004

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. DÜNYA VE JEOTERMAL ENERJİ	4
2.1. Dünyada Jeotermal Enerjinin Gelişimi.....	4
2.2. Sıcak Su ve Jeotermal Enerji Nedir?	7
2.3. Dünyadaki Jeotermal Kuşaklar	10
2.4. Jeotermal Enerji Hep Vardı	14
3. TÜRKİYE VE JEOTERMAL ENERJİ	17
3.1. Türkiye’ de Jeotermal Enerjinin Gelişimi.....	17
3.2. Jeotermal Enerjinin Başlıca Kullanım Alanları	18
3.3. Türkiye’ deki Önemli Jeotermal Alanlar.....	19
3.3.1. Jeotermal kaynakların, Türkiye’ de elektrik dışı kullanımları.....	21
3.3.2. Türkiye’ deki jeotermal ısıtma uygulamaları.....	21
3.3.3. Türkiye açısından jeotermal enerjinin diğer enerji türlerine göre üstünlükleri.....	24
3.3.4. Jeotermal enerjinin çevreye olumlu katkısı	24
3.4. Balneoloji ve Türkiye’ deki Balneolojik Uygulamalar.....	25
3.4.1. Hidrojeolojik etüt ve koruma alanları çalışmaları.....	28
3.5. Jeotermal Enerji Arama Yöntemleri	32
3.5.1. Prospeksiyon (görünüş ile arama).....	32

3.5.2. Uzay ve hava fotoğraflarının değerlendirilmesi.....	32
3.5.3. Jeolojik çalışma.....	33
3.5.4. Hidrojeolojik çalışmalar.....	33
3.5.5. Hidrojeokimyasal çalışmalar.....	33
3.5.6. Jeofizik çalışmalar	33
3.6. Tekrar Basma.....	35
3.6.1. Jeotermal rezervuar mühendisliği çalışmaları.....	35
4. ESKİŞEHİR VE JEOTERMAL ENERJİ	37
4.1. Eskişehir’ de Jeotermal Enerjinin Gelişimi	37
4.2. Merkez İlçe.....	38
4.2.1. Yer belirleme.....	38
4.2.2. Özet jeoloji.....	38
4.2.3. Sıcaklık ve debi.....	39
4.2.4. Kimyasal sınıflama.....	39
4.2.5. Tesis durumu.....	39
4.3. Aşağı Ilıca Kaynağı.....	44
4.3.1. Yer belirleme.....	44
4.3.2. Özet jeoloji.....	44
4.3.3. Sıcaklık ve debi.....	44
4.3.4. Kimyasal sınıflama.....	44
4.4. Güney Kaplıcası	46
4.4.1. Yer belirleme.....	46
4.4.2. Özet jeoloji.....	46
4.4.3. Sıcaklık ve debi.....	46
4.4.4. Kimyasal sınıflama.....	46
4.4.5. Tesis durumu.....	46
4.5. Kızılay Atatürk Gençlik Kampı Ilıcası.....	47
4.5.1. Yer belirleme.....	47
4.5.2. Özet jeoloji.....	47
4.5.3. Sıcaklık ve debi.....	47
4.5.4. Kimyasal sınıflama.....	47

4.5.5. Tesis durumu.....	47
4.6. Kızılınler Kaplıcası	49
4.6.1. Yer belirleme.....	49
4.6.2. Özet jeoloji.....	49
4.6.3. Sıcaklık ve debi.....	49
4.6.4. Kimyasal sınıflama.....	49
4.6.5. Tesis durumu.....	49
4.7. Tay Aygırı Ilıcası.....	51
4.7.1. Yer belirleme.....	51
4.7.2. Özet jeoloji.....	51
4.7.3. Sıcaklık ve debi.....	51
4.7.4. Kimyasal sınıflama.....	51
4.7.5. Tesis durumu.....	51
4.8. Alpu Taycılar İçmecesı	52
4.8.1. Yer belirleme.....	52
4.8.2. Özet jeoloji.....	52
4.8.3. Sıcaklık ve debi.....	52
4.8.4. Kimyasal sınıflama.....	52
4.8.5. Tesis durumu.....	52
4.9. Alpu Uyuz Hamamı	54
4.9.1. Yer belirleme.....	54
4.9.2. Özet jeoloji.....	54
4.9.3. Sıcaklık ve debi.....	54
4.9.4. Kimyasal sınıflama.....	54
4.9.5. Tesis durumu.....	54
4.10. İnönü-İnönü Ilıcası	56
4.10.1. Yer belirleme.....	56
4.10.2. Özet jeoloji.....	56
4.10.3. Sıcaklık ve debi.....	56
4.10.4. Kimyasal sınıflama.....	56
4.10.5. Tesis durumu.....	56
4.11. İnönü Pınarbaşı Kaynağı	58

4.11.1. Yer belirleme.....	58
4.11.2. Özet jeoloji.....	58
4.11.3. Sıcaklık ve debi.....	58
4.11.4. Kimyasal sınıflama.....	58
4.11.5. Tesis durumu.....	58
4.12. Mihalıççık Yarıkcı Kaplıcası	60
4.12.1. Yer belirleme.....	60
4.12.2. Özet jeoloji.....	60
4.12.3. Sıcaklık ve debi.....	60
4.12.4. Kimyasal sınıflama.....	60
4.12.5. Tesis durumu.....	60
4.13. Yarıkcı Maden Suyu	62
4.13.1. Yer belirleme.....	62
4.13.2. Özet jeoloji.....	62
4.13.3. Sıcaklık ve debi.....	62
4.13.4. Kimyasal sınıflama.....	62
4.13.5. Tesis durumu.....	62
4.14. Sarıcakaya Gelin Çeşmesi Maden Suyu.....	63
4.14.1. Yer belirleme.....	63
4.14.2. Özet jeoloji.....	63
4.14.3. Sıcaklık ve debi.....	63
4.14.4. Kimyasal sınıflama.....	63
4.14.5. Tesis durumu.....	63
4.15. Sakarılıca Kaplıcası	65
4.15.1. Yer belirleme.....	65
4.15.2. Özet jeoloji.....	65
4.15.3. Sıcaklık ve debi.....	65
4.15.4. Kimyasal sınıflama.....	65
4.15.5. Tesis durumu.....	65
4.16. Sakarılıca Maden Suyu	67
4.16.1. Yer belirleme.....	67
4.16.2. Özet jeoloji.....	67

4.16.3. Sıcaklık ve debi.....	67
4.16.4. Kimyasal sınıflama.....	67
4.16.5. Tesis durumu.....	67
4.17. Laçın Maden Suyu	68
4.17.1. Yer belirleme.....	68
4.17.2. Özet jeoloji.....	68
4.17.3. Sıcaklık ve debi.....	68
4.17.4. Kimyasal sınıflama.....	68
4.17.5. Tesis durumu.....	68
4.18. Seyitgazi Alpanos (Sarayören) Ilıcısı	69
4.18.1. Yer belirleme.....	69
4.18.2. Özet jeoloji.....	69
4.18.3. Sıcaklık ve debi.....	69
4.18.4. Kimyasal sınıflama.....	69
4.18.5. Tesis durumu.....	69
4.19. Sivrihisar Hamamkarahisar Kaplıcası.....	71
4.19.1. Yer belirleme.....	71
4.19.2. Özet jeoloji.....	71
4.19.3. Sıcaklık ve debi.....	71
4.19.4. Kimyasal sınıflama.....	71
4.19.5. Tesis durumu.....	71
5. SONUÇ.....	73
KAYNAKLAR.....	77

EKLER.....	79
EK 1	80
EK 2	82
EK 3	84
EK 4	86

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1.	Yerküredeki sıcaklık dağılımı	7
2.2.	Dünyadaki yüksek sıcaklıklı alanlar	10
3.1.	Denizli-Kızıldere jeotermal alanından genel bir görüntü	17
3.2.	Balçova' da jeotermal su ile ısıtılan yüzme havuzu	22
3.3.	Jeotermal enerji ile ısıtılan Balçova Kaplıcası tesisleri	22
4.1.	Eskişehir il merkezindeki sıcak su kaynakları	42
4.2.	Eskişehir il merkezinin jeolojisi ve jeolojik kesiti	43
4.3.	Aşağı ılıca (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası	45
4.4.	Güney kaplıcası, Kızılay kampı ve Tay Aygırı ılıcası yöresinin jeolojisi ve jeolojik kesiti	48
4.5.	Kızılınler Eskişehir Kaplıcası yöresinin jeolojisi ve jeolojik kesiti	50
4.6.	Alpu-Taycılar içmecesı (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası	53
4.7.	Alpu-Uyuz hamamı (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası	55
4.8.	İnönü-İnönü ılıcası (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası	57
4.9.	İnönü-Pınarbaşı (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası	59
4.10.	Yarıkcı (Mihalıççık) kaplıcası yöresinin jeoloji haritası ve jeolojik kesiti	61
4.11.	Sarıcakaya-Laçın Maden Suyu ve Gelin Çeşmesi (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası	64
4.12.	Sakarılıca (Eskişehir) Kaplıcası ve maden suyu çevresinin jeolojisi ve jeolojik kesiti	66
4.13.	Seyitgazi-Alpanos (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası	70
4.14.	Hamamkarahisar (Sivrihisar) kaplıcası yöresinin jeoloji haritası ve jeolojik kesiti	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1.	Dünyada jeotermal enerjiden elektrik üretimi.....	11
2.2.	Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi.....	12
2.3.	2000 yılı itibarı ile dünyada jeotermal enerji üretim kapasitesi	13
3.1.	İşletme ruhsatı verilen içmeceler (2001)	31
3.2.	İşletme ruhsatı verilen kaplıcalar (2001).....	31
3.2.	(Devam) İşletme ruhsatı verilen kaplıcalar (2001).....	32
4.1.	Eskişehir şehir merkezindeki sıcak su kaynağı, adi kuyu ve sondajlara ait bilgiler	40
4.1.	(Devam) Eskişehir şehir merkezindeki sıcak su kaynağı, adi kuyu ve sondajlara ait bilgiler	41
5.1.	Eskişehir’ de bulunan kaynakların son durumları (Ekim 2004).....	73
5.2.	Maliyet analizi 1	75
5.3.	Maliyet analizi 2	75

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

KWh : Kilowatt saat

MW : Megawatt

MWh : 10^3 KWh

GWh : 10^6 KWh

MWe : Megawatt-elektrik

MWt : Megawatt-ısı (termal)

Kcal/s : Saatte verdiği kalori miktarı veya kilo kalorinin saatteki üretim sistemi
gücü

MTA : Maden Tetkik ve Arama Kurumu

ETO : Eskişehir Ticaret Odası

°C : Santigrat derece

1. GİRİŞ

Eskişehir jeotermal çalışmaları sıcak su aramaları olarak ele alındığında yaklaşık 55 sene öncesine dayanır. O zamanlar MTA ve Eskişehir Belediyesi, Eskişehir merkezinde var olan potansiyelin değerlendirilmesi ve artırılması amaçlı bazı çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkan tablodan, kaynakların enerji üretimi açısından yeterli olmadığı fakat balneolojik olarak değerlendirilebileceği sonucu çıkarılmıştır [1].

Eskişehir bir su kentidir, tarih boyunca Şifalı Frigya-Phrygra Salutaris olarak bilinen bölgenin önemli yerleşimlerinden birisi olmuştur. Eskişehir' in termal kaynakları civar ilçelerde ve merkezde "sıcak sular bölgesi" olarak adlandırılan alanda belli ölçülerde değerlendirilmektedir.

Türkiye' de MTA verilerine göre sıcaklıkları 100 °C' ye kadar ulaşan 600' den fazla termal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynakların temel alınarak hesaplanan rezervi, 2420 MW' dır. Yine MTA verilerine göre olası potansiyel 31500 MW' dır. Dünyada, jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında, 41 ülke arasında ülkemiz 7.' dir. Yüksek potansiyele ve kullanıma bakıldığında yurdumuzda, bu enerji türünden yeterince faydalanılmadığı görülmektedir. Jeotermal enerjinin kullanımının başka bir enerji türüne dönüştürülemediği, yani yeterli sıcaklık olmayan bölgelerde, balneolojik olarak değerlendirilmesi yerinde alınmış bir karar olur. Turizmin sadece kum ve güneş olarak değerlendirilemeyeceği aşikardır. Sağlık turizmi açısından jeotermal kaynakların kullanılması yurdumuza döviz girişi açısından önemli katkılarda bulunabilir. Eskişehir' in de enerji üretimi için yeterli olmayan jeotermal potansiyelini balneolojik olarak daha etkin biçimde kullanmak şehir ve ülke gelirleri açısından faydalı olacaktır.

Eskişehir Ovası çakıl ve değişik kalınlıktaki kum tabakalarından oluşan alüvyon ile kaplanmıştır. Ovanın tamamını kaplayan çakıl tabakası 5-6 metreye ulaşmaktadır. Çakıl tabakası farklı granülometredeki çakıllardan, farklı kalınlıklardaki kum, kil, kumlu kil, silt ve siltli kil benzeri malzemelerden oluşmaktadır. Çakıl tabakası yere göre 1 ile 3 metre arasında değişen kalınlıkta balçık tabakası ile örtülmüştür. Özellikle son baharda, yılın yoğun yağış alan dönemlerinde yüzeyde biriken su, balçık tabakasının altına sızmakta, çakıl

tabakasının altında su deposu oluşturmaktadır. Çakıl tabakası ayrıca yeraltı suları ile beslenmektedir.

Porsuk Çayı ve ona bağlanan kolların bir bölümüne ait suların, söz konusu yeraltı sularına karıştığı bilinmektedir. Değişik amaçlarla açılan kuyulara ait sulara yapılan analizler şu ilginç sonucu vermiştir: Porsuk Çayı' na yakın kuyulardaki sular, dağlara yakın kuyulardaki sulara göre daha serttir. Dağlara yaklaştıkça suyun sertlik derecesinin daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Ovada açılan kuyularda kolaylıkla suya ulaşılması, Eskişehir Ovası' nın altında yüzeye çok yakın bol miktarda su bulunduğunu doğrulamaktadır. Bu su deposunun altında, çakıl tabakasının zeminini oluşturan bir sert kalker tabakası bulunmaktadır. Bu kalker tabakasının altında ikinci bir su tabakası vardır ve ilkinen oranla daha yüksek olan bu katta çok daha bol su bulunmaktadır. Kent merkezinde 12-13 metre dolayında bu su katmanına ulaşmak mümkün olmaktadır.

Yeraltı suları zengini olan Eskişehir' de, İnönü' nün batısından Beylikova' nın doğusuna kadar uzanan büyük fay hattı üzerinde çok sayıda soğuk ve sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Bu nedenle, Eskişehir merkezi ve ilçelerindeki kaplıcaların önemli bir bölümünün bu hat üzerinde dizilmiş olması şaşırtıcı değildir. Fay hattı üzerindeki en önemli sıcak su kaynakları kent merkezinde bulunmaktadır. Eskişehir merkezinin sıcak su deposu, Porsuk Çayı' nın sağ (güney) kıyısında 8 hektarlık bir alan içinde yer almaktadır. Suyun çıkış noktasındaki sıcaklığı 47 °C dolayındadır.

Kent merkezindeki termal suyun sıcaklığı 38 ile 45 °C arasındadır. Ana su kaynağının yaklaşık 24 x 24 m² ölçülerinde bir alandan oluştuğu belirtilmektedir. Termal sular, Belediye' nin ana kaptaj kuyusunun yanında diğer artezyenler ile birlikte 300 metre çapında bir alanda 3 ile 750 metre arasında değişen derinlikten elektrik motorları ile çıkarılmaktadır. Bayındırlık Bakanlığı' nın bir raporunda da bildirildiği üzere, önceki yıllarda sıcak suyun kaybolması, soğuk suların sıcak suya karışmaması için kaptaj yerine taşlar ile sağlam bir duvar örülmüş, yaklaşık 30 cm derinliğinde ve 3000 m² yüzeye sahip bir havuz oluşturulmuştur [1]. Su kaynağının havuz öncesi görünümünün bir bataklığı andırdığı söylenmektedir. Söz konusu (üstü teller ile kapatılmış olan) havuz, daha sonra yapılan binalar nedeni ile toprak altında kalmıştır. Termal suyun havuzun içinden veya dışından

alınmasına göre sıcaklığı 35 ile 45 °C arasında değişmektedir. Bazı noktalarda hamam suyu 55 °C sıcaklığa kadar yükselmektedir. (Porsuk Çayı' nın yükseldiği dönemlerde termal su sıcaklığının düştüğü gözlenmiştir.) Suyun ana kaynağı Çarşı Camii' nin giriş kapısında Hamamyolu Caddesi üzerindedir. Sıcak suların derinliği belli olmayan bir fay kırığından çıktığı tahmin edilmektedir.

Suyun 5 ayrı yerden çıktığı belirtilmekle birlikte ana kaynak dışındakiler bu kaynağın kaçaklarıdır. Bu kaynakların tamamı, Çarşı Camii' nin altında denk düşen geniş bir çatlak üzerindedir. Hamamlar bölgesinin altının gerçek bir sıcak su havuzu olduğunu söylemek yanlış olmaz [1].

2. DÜNYA VE JEOTERMAL ENERJİ

2.1. Dünyada Jeotermal Enerjinin Gelişimi

İnsanoğlu sıcak su kaynakları ile birlikte buhar çıkışlarını ilk gördüğünde korkmuş, aynı zamanda yer altının sıcak olduğunu da anlamıştır. Daha sonra sıcak suların korkma olayı, yerini yararlanmaya bırakmış ve insanoğlu geçmişten zamanımıza kadar gelen zaman süreci içerisinde bu sıcak suların tıbbi ve dinlendirici olarak faydalanmıştır. Nitekim geçmişte baktığımızda antik hamam yapılarının bu suların çıktığı kaynak yerlerinde bulunması tesadüfi değildir. Roma hamamlarının ünlü olduğu ve bu hamamların çoğunun sıcak suların çıktığı yerlerde inşa edildikleri herkesçe bilinmektedir.

İnsanlar, ilk çağlardan başlayıp, 20. yüzyıla kadar sıcak su kaynaklarından yalnızca tedavi edici ve dinlendirici olarak yararlanmışlardır. Bu zengin enerji kaynağının, daha farklı ve ekonomik kullanım tarihi ise yenidir. İlk kez 1904-1905 yıllarında İtalya' da başladığı anlaşılan jeotermal enerji araştırmalarında, bu ülkenin Larderello kentinde bulunan bir jeotermal kaynak, ilk defa elektrik üretimi için kullanıma alınmıştır. Çünkü enerji kaynaklarının çok büyük bir kısmı o yıllarda ilk önce elektrik enerjisi haline dönüştürülmekte, sonra da insanlığın hizmetine verilmekte idi. Bundan sonra, jeotermal enerjinin potansiyelini kavrayan insanoğlu, bu yöndeki çalışmalara hız vererek, bu enerjinin kullanım yöntemlerini geliştirmiş ve uygulamaya koymuştur.

Zamanımızda jeotermal enerji elektrik üretimi, tıp, ziraat, ısıtma-soğutma, çeşitli sanayi kuruluşları, kurutma, turizm v.b. gibi sayısız alanda kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Diğer enerji kaynaklarına göre yenilenebilir özelliği, araştırma ve üretimin ucuz, dolayısı ile maliyetinin düşük olması, yatırımını kısa zamanda karşılaması bu enerji kaynağının önemli bir avantajıdır. Bunlara ilaveten kabuklaşma, korozyon gibi sorunların çözülmesi sonucu, kullanımı ile temiz bir çevre ortamı sağlaması ve enerji açısından ülkeyi dışa bağımlı kılmaması gibi üstünlüklerinden dolayı önemi ve çekiciliği giderek artmaktadır.

Diğer yandan, enerji sorunu günümüzde ve gelecekte gerek ülkemizin gerekse diğer ülkelerin başta gelen sorunlarından biri olma özelliğini

sürdürmektedir. Bunun nedenleri nüfus artışı ve sanayileşme yanında yaşam düzeyinin yükseltilmesi konusundaki çabalaradır.

Jeotermal enerjiden teknik bakımdan yararlanan ilk ülke İtalya' dır. Bunda enerji yetersizliği nedeni ile yıllarca önce yapılan girişimlerin rolü büyük olmuştur. Günümüze kadar volkanik faaliyetlere sahne olan İtalya' da sıcak su kaynaklarına çokça rastlanmaktadır. Floransa' nın güneyinde Larderello yöresi adı verilen yerdeki kaynaklardan 1952 yılında elde edilen elektrik enerjisi, İtalya' da toplam elektrik gücünün % 6' sını oluşturmuştur. Larderello' da bu tip enerji üretiminin iyi sonuç vermesi, sanayinin ülkenin başka yerlerinde de kurulmasına neden olmuştur.

Jeotermal enerjiden ilk yararlanan ülkelerden biri de İzlanda' dır. 1928 yılında bu ülkenin başkenti olan Reykjavik çevresindeki sıcak su kaynakları, Reykjavik' e pompalanarak bir hastaneyi ve okulun yüzme havuzunu ısıtmak için kullanılmıştır. Sonuç başarılı olunca sistemin, genişletilerek bütün şehre uygulamasına karar verilmiştir. Ancak bu defa daha büyük bir kaynağa ihtiyaç duyulduğundan Reykjavik' in 16 km. doğusunda bulunan Reykir' deki bir kaynak bu iş için seçilmiştir. Saniyede yaklaşık olarak 100 litre su veren kaynağın sıcaklığı 80 °C olduğu görülmüştür. Çıkan suyun miktarını arttırmak amacı ile kuyunun derinliği 135 metreden 360 metreye çıkarılmıştır. Projenin uygulanmasına 1939 yılında başlanmış fakat 2. Dünya Savaşının çıkması ile yarıda kalmıştır. Yapımına 1943 yılında yeniden başlanarak aynı yıl içerisinde tamamlanmıştır.

Kuzey Amerika' da dikkate değer jeotermal enerji yörelerinden en önemlisi California' da bulunmaktadır. En tanınmış yer ise San Francisco' nun 154 km. kuzeyindeki "The Geysers" ve çevresidir. Bu yörede ilk sondaj buhardan faydalanılarak elektrik elde etmek ümidi ile yapılmıştır ve 60 metre derinlikte 3204 milimetrelik buhar basıncı tespit edilmiştir. 1922 yılında açılan 2. kuyunun 95 metrelik derinlikte ve basınç değeri 3153 milimetre olarak bulunmuştur. 1925 yılına kadar benzer 8 kuyunun açılması tamamlanmıştır ve derinlikleri 100-200 metre arasında değişmektedir. 1955 yılında The Geysers' de 180 metre derinlikte bir deneme kuyusu açılmış ve kayıtlara göre kuyu derinliği faylı zona kadar inmiştir. Böylece buhar çıkan faylı zonun derinliğini ölçmek mümkün olmuştur.

1880 metre derinlikte temel kayaların sıcaklığı yaklaşık 600 °C olarak tespit edilmiştir. The Geysers' lerde zamanımıza kadar doğal buhardan faydalanılarak elektrik üretilmektedir. Buhar ve sıcak su, ısıtma ve yüzme havuzlarında da kullanılmaktadır.

Yukarıda verilen açıklamalar ışığında jeotermal enerjinin 1900' lü yıllardan sonra önem kazanmaya başladığını görmekteyiz. Bunun en büyük nedeni, o yıllarda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sanayi ve teknolojinin hızlanması ile birlikte çeşitliliğin de çoğalması, enerjiye olan gereksinimin gittikçe artmasıdır. Fosil yakıtların aranması, çıkarılması, işletilmesinin pahalı olması, tükenbilir olması ve çevre sorunu yaratması, insanoğlunu değişik enerji arayışına yöneltmiştir. Böylece enerji dar boğazında bulunan ülkeler, doğal enerji arayışı içerisine girmişlerdir. Bu doğal enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji, günümüzde hem elektrik hem de elektrik dışı kullanımlarla, tümü ile olmasa da ülkelerin kısmen enerji gereksinimini karşılamaktadır.

1900' lü yıllardan itibaren hemen hemen tüm dünya ülkeleri, jeotermal enerji ile ilgili arama ve işletme çalışmalarına hızla başlamışlardır. Bunlardan öncülüğü yapan İtalya olmuş ve bu ülkeyi sonra İzlanda, A.B.D ve daha sonra Yeni Zelanda ve Japonya takip etmiştir. Bu konuda bilgi birikimine sahip olan bu ülkeler gün geçtikçe jeotermal enerjinin çok daha değişik kullanma biçimlerini geliştirme çabası içerisine girmişlerdir [2].

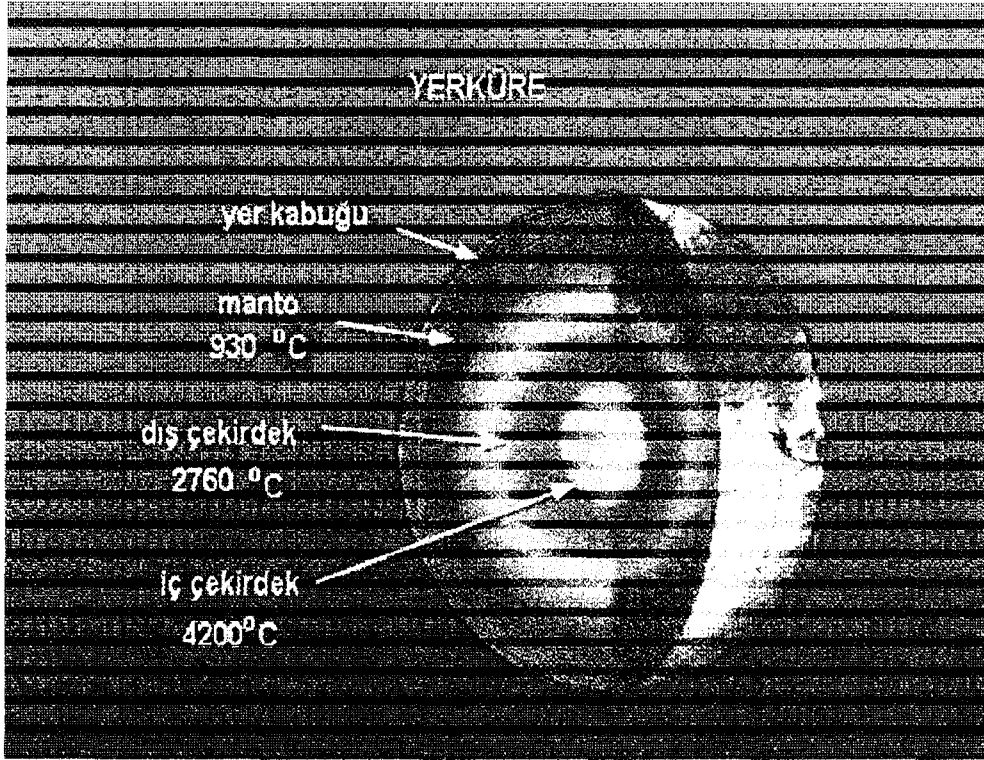
Jeotermal enerji kaynakların % 90' ından fazlası ıslak buhar kullanılan endüstriyel bir yelpaze içerisinde değerlendirilmektedir. Elektrik üretimi bunların optimal faydasıdır. Islak buhar alanlarında önemli bir durumda buhar ile birlikte yüksek miktarda su çıkmasıdır (Meksika,Cerro Prieto' da 1833 litre / saniye). Bu suyun genellikle yüksek kimyasal içermesi sebebiyle reenjeksiyon kuyuları rezervuar yakınlarına açılır.

Islak buhardan elektrik üretilen alanlara örnek olarak:

Meksika' da Cerro Prieto, Los Azufres ve Los Humeros; Nikaragua'da Momotombo; El Salvador' da Ahuachapan-Chipilapa; Kosta Rika' da Miravales; Guatemala' da Zunil; Yeni Zelanda' da Wairakei,Ohaaki ve Kawerau; Kaliforniya' da Coso ve Casa Diablo; Hawaii' de Puna; Nevada' da Soda Gölü, Steamboat ve Brady Hot kaynakları; Utah' da Cove Fort; Endonezya' da Dieng ve

Salak; Filipinler' de Mak-Ban, Tiwi, Tongonan, Palinpinon ve Bac Man; Rusya' da Pauzhetskaya ve Mutnovsky; Tayland' da Fang; Japonya' da Kakkonda, Hatchobaru ve Mori, Kenya' da Olkaria, İzlanda' da Krafla, Portekiz' de Azores; Türkiye' de Kızıldere; İtalya' da Latera ve Yunanistan' da Milos' u sayabiliriz [3].

2.2. Sıcak Su ve Jeotermal Enerji Nedir?



Şekil 2.1. Yerküredeki sıcaklık dağılımı [4]

Jeotermal enerjinin ilk olarak kullanımından zamanımıza kadar olan süreç içerisinde pek çok tanımlı yapılmıştır. Özellikle bu enerjinin nereden kaynaklandığı hemen her tanımlamada belirtilmektedir. Ancak jeotermal enerjinin kullanım alanları arttıkça tanımlamaları da genişlemekte ve çevre ile ilişkileri kurulmaktadır. Buna göre jeotermal enerjinin eskiden yeniye ve gelişimine göre şu tanımları yapmak mümkündür.

Jeotermal enerji yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş sıcak su, buhar, gaz veya sıcak kuru kayaçların içerisinde yer alan basınçlı ısıya verilen addır.

Jeotermal enerji arzın içinde oluşan ve arz yüzeyine ısı artışı şeklinde gelip, uzaya radyasyon şeklinde yayılan bir enerjidir (Alpan, 1973).

Jeotermal enerji, yer kabuğunun işletilebilir derinliklerinden, olağan dışı olarak birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli olarak 20 °C' den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla, daha fazla erimiş mineral, tuzlar ve gazlar içerebilen, elektrik üretmede, ısıtmada, çeşitli sanayi tesislerinde enerji hammaddesi olarak kullanılan, kimyasal hammadde üretimine elverişli olabilen, sağlık, turizm amacıyla da yararlanılabilen sıcak su, sıcak su-buhar, buhar ve gazdır (Hakyemez, 1986).

Jeotermal enerji, yer kabuğunun ulaşılabilir derinliklerinde olağan dışı olarak birikmiş ısının doğrudan ya da başka enerji türlerine dönüştürülerek ekonomik olarak yararlanılabilen şeklidir (Erişen, 1987).

Jeotermal enerji yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen basınç altındaki sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Ayrıca herhangi bir akışkan içermemesine rağmen bazı teknik yöntemler ile ısısından yararlanılan, yerin derinliklerindeki "Sıcak Kuru Kayalar" da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir (Mertoğlu, 1996).

Yukarıda verilen tanımlardan da anlaşılacağı üzere, jeotermal enerji ana hatları ile yeraltında bulunan ve bazı yerlerde kırık ve çatlakları kullanarak doğal , olarak bazı yerlerde de sondaj yolu ile yer yüzüne çıkan, çıktığı yerde o yerin ortalama sıcaklığının sürekli üzerinde bulunan sıcak su veya buharın, insan sağlığı, tarımdan sanayiye, elektrikten ısıtmaya kadar geniş kullanım alanına sahip, içerisinde erimiş halde mineraller bulunduran, bir enerji kaynağı olduğunda birleşilmektedir.

Jeotermal enerjinin çevre ile olan ilişkileri göz önünde tutularak, teknik tanımların yanında son zamanlarda sembolleşen pratik tanımları da bulunmaktadır. Bunları maddeler halinde şu şekilde sıralamak mümkündür;

- 1- Çevre dostu enerjidir,
- 2- Ucuz enerjidir,

3- Yenilenebilir enerjidir [2].

Jeotermal Kaynak, “yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C’ den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar” olarak tanımlanabilir. Bunlardan elde edilen her türlü enerjiye jeotermal enerji denir. Düşük (20-70 °C), orta (70-150 °C), yüksek (150 °C’ den yüksek) entalpili (sıcaklıklı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Yüksek entalpili akışkanlardan elektrik üretiminde, düşük ve orta entalpili akışkanlardan ise ısıtmacılıkta yararlanılmaktadır. Ancak, bugünkü gelişen teknolojiler ile orta entalpili sahalardan da elektrik üretilebilmektedir. Bunların yanında akışkan, değişik amaçlarda olmak üzere entegre kullanıma da sunulabilir.

Jeotermal enerji, elektrik üretimi, ısıtma (şehir, konut, termal tesis, sera v.b.), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, ağartma, bitki ve balık kültüründe kullanılmaktadır.

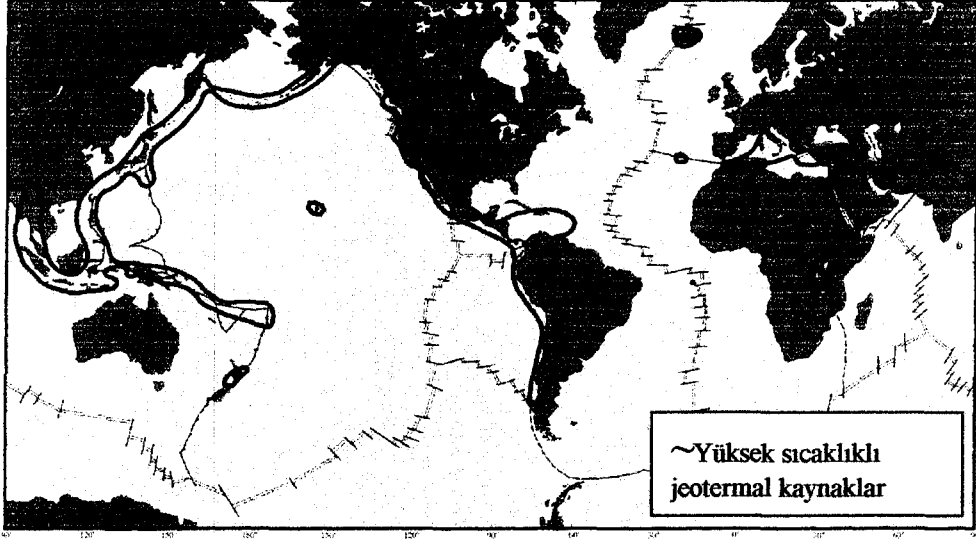
Jeotermal akışkandan elektrik üretimi dünyada ilk olarak 1904 yılında İtalya’ da gerçekleştirilmiş ve bugün İtalya, Amerika, Japonya, Filipinler ve Yeni Zelanda başta olmak üzere 22 ülkenin jeotermal kaynaklı elektrik üretimi 8274 MW’ a ulaşmıştır.

Dünyadaki jeotermal enerjinin doğrudan kullanımı (ısıtma, termalizm, kültür balıkçılığı v.b.) ise 11300MWt’ dir. Dünyada 2 milyon konut eşdeğerinin üzerinde jeotermal ısıtma yapılmaktadır.

Günümüzde dünya enerji ihtiyacının büyük bir kısmı hidrolik enerji ve fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Önümüzdeki yıllarda bu fosil yakıtların bitmesi ve bunların yerini yeni enerji kaynaklarının alması beklenmektedir. Jeotermal enerji de bunlardan biridir ve gün geçtikçe gelişmektedir.

Jeotermal enerji üretim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına oranla düşüktür. Bu maliyet, entegre kullanımlar söz konusu olduğunda , daha da düşmektedir. Şöyle ki 110 MWe kapasiteli bir santralden üretilen elektriğin şebekeye satış bedeli 4 cent/KWh’ dir [5].

2.3. Dünyadaki Jeotermal Kuşaklar



Şekil 2.2. Dünyadaki yüksek sıcaklıklı alanlar [6]

Alp – Himalaya orjenik kuşağı üzerinde bulunan ve genç tektonik etkinlikler sonucu gelişen grabenlerin, yaygın volkanizmanın, doğal buhar ve gaz çıkışlarının, hidrotermal alterasyon ve sıcaklıkları yer yer 102 °C' ye ulaşan 1000' in üzerindeki sıcak su kaynağının varlığı Türkiye' nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir [5].

Dünyadaki yüksek ısı akışı gösteren jeotermal kuşakların dağılımı, petrol alanlarında olduğu gibi belli jeolojik özellik gösteren kuşaklar şeklindedir. Bu alanlarda diğer bölgelere göre daha fazla ısı akışı bulunmaktadır.

Dünyadaki jeotermal enerji açısından önemli kuşaklar ve ülkeler aşağıda verilmektedir;

- Okyanus ortası ve rift zonları (İzlanda)
Volkanik ada yayları ve yitim zonları (Japonya, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda, A.B.D., El Salvador, Nikaragua, Şili vb.)
- Genç orojenik kuşaklar (Alp Kuşağı; Fas, Cezayir, İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran Hindistan, Çin)
- Sıcak noktalar – hot spots (Hawaii vb.)

Jeotermal kaynaklar rezervuar sıcaklıklarına göre şöyle sınıflandırılmaktadır.

Yüksek sıcaklıklı alanlar (150 °C' den fazla)

Düşük sıcaklıklı alanlar (150 °C'dan düşük)

Yüksek sıcaklıklı alanlardan başlıca elektrik üretiminde, düşük sıcaklıklı alanlardan ise ısıtmacılık başta olmak üzere diğer kullanımlarda yararlanılmaktadır [7].

Tarihi dönemlerden beri sağlık, eğlence ve ilkel yollarla ısıtma ve yiyecek pişirme amacıyla kullanılan bu enerji kaynağı, 1904 yılında İtalya' nın Larderello bölgesinde ilk ampulün yakılması ile günümüz teknolojisine yönelik ilk adımla çağdaş kullanıma sunulmuştur. Bugün bu kaynağın dünyadaki durumu aşağıdaki tabloda verilmiştir [8].

Çizelge 2.1. Dünyada jeotermal enerjiden elektrik üretimi [8]

Ülke Adı	Kurulu Güç (1998 MWe)
Amerika	2850
Filipinler	1901.0
Meksika	743.0
İtalya	742
Japonya	530
Endonezya	589.5
Yeni Zelanda	364
El Salvador	110.0
Guatemala	5.0
Nikaragua	70.0
Kosta Rika	120.0
İzlanda	80.0
Kenya	45.0
Çin	32.5
Türkiye	20.4
Rusya	11.0
Etyopya	8.5
Fransa (Guadalup adaları)	5.0
Portekiz(Azor adaları)	16
Arjantin	0.7
Tayland	0.3
Avustralya	0.4
Toplam	8244.3

Çizelge 2.2. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi [8]

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından 1996 da Elektrik Üretimi				
	Kurulu Güç		Yıllık Üretim	
	(MWt)	%	(Gwh)	%
Jeotermal	7049	52	42.053	80
Rüzgar	6050	45	9.933	19
Güneş	175	1	229	-
Gel-git	264	2	602	1
Toplam	13.538	100	52.817	100

Jeotermal enerji dünyanın iç kısımlarında çok büyük miktarlarda birikmiştir, ama şimdilik bu enerjinin, teknik ve ekonomik sıkıntılardan dolayı çok küçük bir kısmı işletilmektedir. Buna rağmen, Avrupa' da şu anki kullanım ile 1 milyon insanın elektrik ihtiyacı karşılanıyor ve 1.1 milyon konuta ısı sağlanıyor.

Dünya ısısının kullanılabilir miktarı inanılmaz derecede büyüktür, ekonomik sıkıntılarının geleneksel yakıtlar arasındaki fiyat yarışında galip gelmesi nedeniyle çok ufak bir kısım işletilebilmektedir. Sürekli miktarı yıl boyunca uygundur. Jeotermal ısı başlıca olarak, geleneksel kullanım teknolojisi, elektrik üretimi (eğer akışkan 120-150 °C üzerinde ise) veya direkt uygulamalarda (sıcaklık 100 °C' nin altında olduğunda) uygun ve güvenilirdir. Enerji maliyetleri çoğunlukla rekabete dayalıdır (özellikle elektrik üretiminde). Yüksek sıcaklıklı kaynaklar nispeten Avrupa' da ve bitişikteki Türkiye' de bulunan alanlar ile sınırlanmışken, düşük sıcaklıklı akışkanlar bölgenin sık sık geniş tortul havzalarında yaygın ve zengindir [9].

Çizelge 2.3. 2000 Yılı İtibarı ile Dünyada Jeotermal Enerji Üretim Kapasitesi [3, 10, 11]

Ülke Adı	Kurulu Güç	Üretim GWs	Ulusal Kapasiteye Oranı %	Ulusal Enerjiye Oranı %
Avustralya	0.17	0.9	-	-
Çin	29.17	100	-	-
Kosta Rika	142.5	592	7.77	10.21
El Salvador	161	800	15.39	20
Etyopya	8.52	30.05	1.93	1.85
Fransa	4.2	24.6	-	2
Guatemala	33.4	215.9	3.68	3.69
İzlanda	170	1138	13.04	14.73
Endonezya	589.5	4575	3.04	5.12
İtalya	785	4403	1.03	1.68
Japonya	546.9	3532	0.23	0.36
Kenya	45	366.47	5.29	8.41
Meksika	755	5681	2.11	3.16
Yeni Zelanda	437	2268	5.11	6.08
Nikaragua	70	583	16.99	17.22
Filipinler	1909	9181	-	21.52
Portekiz	16	94	0.21	-
Rusya	23	85	0.01	0.01
Tayland	0.3	1.8	-	-
Türkiye	20.4	119.73	-	-
ABD	2228	15470	0.25	0.4
Toplam	7974.06	49261.45		

2.4. Jeotermal Enerji Hep Vardı ...

- M.Ö. 10.000 Jeotermal akışkandan Akdeniz Bölgesi' nde çanak, çömlek, cam, tekstil, krem imalatında yararlanıyorlardı.
- M.Ö. 1.500 Romalılar ve Çinliler doğal jeotermal kaynakları banyo, ısınma ve pişirme amaçlı olarak kullanıyorlardı.
- 630 Japon İmparatorluğu' nda kaplıca geleneği yaygınlaştı.
- 1200 Jeotermal enerji ile mekan ve su ısıtması yapılabileceği Avrupalılar tarafından keşfedildi.
- 1322 Fransa' da köylüler doğal sıcak su ile evlerini ısıtmaya başladı.
- 1800 yine Fransa' da yerleşim birimlerinin jeotermal enerji ile ısıtılması yaygınlaştı.
- 1800 ABD' de kaplıcacılık hızla yaygınlaşmaya başladı.
- 1818 F. Larderel ilk defa jeotermal buhar kullanarak Borik Asit elde etti.
- 1833 P. Savi tarafından İtalya' daki Larderello Bölgesi' nin altındaki jeotermal rezervuarın yayılımı araştırıldı.
- 1841 İtalya (Larderello)' da yeni teknikler kullanılarak jeotermal kuyularının açılmasına başlandı.
- 1860 ABD (California)' da "The Geysers" tesisleri açıldı.
- 1870 ABD' de kaplıca ve benzeri yerlere büyük talep doğdu.
- 1891 ABD (Boise Idaho)' de ilk jeotermal bölge ısıtma sistemi uygulaması gerçekleşti.
- 1900 California (Calistoga)' da otuzdan fazla kaplıca merkezi açıldı.
- 1904 İtalya Larderello' da jeotermal buhardan ilk elektrik üretimi sağlandı.
- 1920 California (The Geysers)' da ilk jeotermal kuyular açıldı.
- 1929 Oregon (Klamath Falls)' da evler jeotermal enerji ile ısıtıldı.
- 1930 İzlanda' da büyük ölçekli merkezi ısıtma projesi çalışmaları başladı.
- 1930 İzlanda, ABD, Japonya ve Rusya' da jeotermal akışkanın kullanımı yaygınlaştı.
- 1943 İtalya (Larderello) jeotermal sahasından elektrik üretimi 132 MWe kapasiteye erişti.

- 1945 Süt pastörizasyonunda ilk kez jeotermal akışkandan yararlanıldı.
- 1945 ABD’ de buzlanmaya karşı yer ısıtmasında, hacim ısıtmasında ve sera ısıtmacılığında jeotermal ısı kullanıldı.
- 1958 Yeni Zelanda’ da “Flash Metodu” ile jeotermal elektrik üretimine başlandı.
- 1960 California (The Geysers) jeotermal alanında ticari elektrik üretimi için ilk kez kuru buhar kullanıldı.
- 1963 Türkiye’ de ilk jeotermal sondaj kuyusu İzmir (Balçova)’ de açıldı.
- 1966 Japonya’ da ilk jeotermal elektrik santrali kuruldu.
- 1968 Türkiye’ de elektrik üretimi amaçlı ilk jeotermal kuyu Denizli (Kızıldere)’ de açılarak, Denizli (Kızıldere) jeotermal alanı keşfedildi.
- 1969 İkincil çevrim jeotermal teknolojiler ABD (California)’ de başarı ile uygulandı.
- 1969 Fransa’ da büyük jeotermal ısıtma projeleri başladı.
- 1970 Çin’ de ilk kez elektrik üretiminde jeotermal akışkandan yararlanıldı.
- 1975 ABD (California)’ de “The Geysers” jeotermal alanındaki kaynaklardan 500 MWe’ lik elektrik üretimi kapasitesine ulaşıldı.
- 1978 ABD (Nevada)’ de ilk jeotermal gıda kurutma tesisi kuruldu.
- 1978 Meksika (New Mexico)’ da kızgın kuru kayada jeotermal rezervuar oluşturulup test edilmeye başlandı.
- 1979 Endonezya’ da ilk jeotermal elektrik üretimi gerçekleştirildi.
- 1980 Batı Amerika’ da bazı jeotermal elektrik santralleri kuruldu.
- 1981 Hawaii (Puna)’ de kurulan jeotermal tesisler faaliyete geçti.
- 1982 Türkiye’ de Aydın (Germencik) jeotermal alanı keşfedildi.
- 1983 Türkiye’ de kuyu içi eşanjörlü ilk jeotermal ısıtma sistemi İzmir (Balçova)’ de kuruldu.
- 1984 Türkiye’ nin ilk ve Avrupa’nın İtalya’ dan sonra ikinci jeotermal enerji santrali (20.4 MWe kapasiteli) Denizli (Kızıldere)’ de hizmete açıldı.
- 1984 ABD (Oregon)’ de mantar yetiştiriciliğinde jeotermalden yararlanıldı.
- 1985 Jeotermal elektrik santrallerinde yaklaşık 2.000 MW’ lık elektrik üretim kapasitesine ulaşıldı.

- 1987 ABD (Nevada)' de jeotermal akışkan altın üretiminde kullanıldı.
- 1987 Türkiye'nin ilk jeotermal merkezi ısıtma sistemi Balıkesir (Gönen)' de işletmeye açıldı.
- 1990 ABD' de jeotermal elektrik üretimi kurulu kapasitesi 3.000 MWe' e yükseldi.
- 1992 Dünya' da 21 ülkede jeotermal elektrik üretimi yaklaşık 6.000 MWe' e ulaştı.
- 1996 Türkiye' de 15.000 konut ana kapasiteli İzmir (Balçova) jeotermal merkezi ısıtma sistemi devreye girdi.
- 2000 Tüm Dünya' da jeotermalden yaklaşık 8000 MWe jeotermal elektrik ve 17.000 MWt civarında jeotermal doğrudan kullanım gerçekleştirildi.
- 2001 Türkiye' nin jeotermal kurulu ısıtma gücü 493 MWt' e ulaştı. Türkiye böylece jeotermal elektrik dışı uygulamalarda Dünya' nın 5. büyük ülkesi durumuna geldi [12].

3. TÜRKİYE VE JEOTERMAL ENERJİ

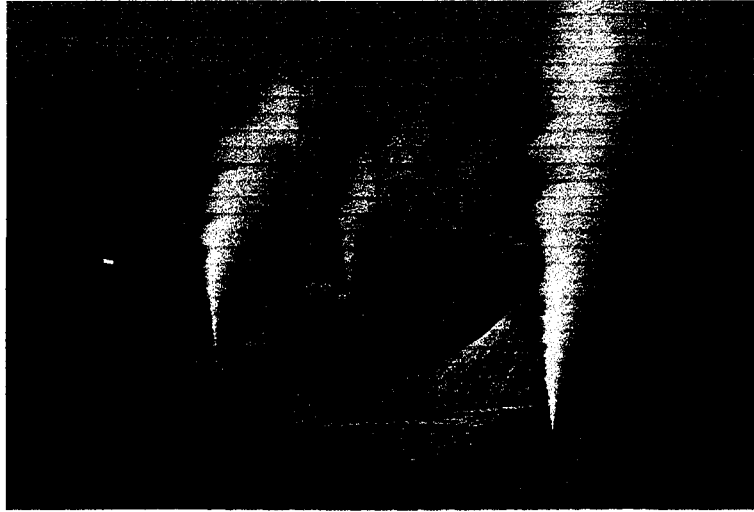
3.1. Türkiye' de Jeotermal Enerjinin Gelişimi

Ülkemizin yer aldığı Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde orta ve düşük entalpili hidrotermal sistemlerden, su + buhar içerikli yüksek entalpili sistemlere kadar değişen bir jeotermal potansiyeli vardır.

Ülkemizde jeotermal enerji araştırmaları 1962 yılında MTA Genel Müdürlüğü' nün sıcak su kaynaklarına yönelik envanter çalışmalarını ile başlamıştır.

İlk araştırma kuyusu 1963 yılında İzmir-Balçova' da açılmış ve 40 metre derinlikte 124 °C' lik akışkan (sıcak su + buhar) üretimi sağlanmıştır.

1968 yılında elektrik üretimine elverişli Denizli-Kızıldere jeotermal alanı keşfedilmiştir. Ülkemizin jeotermal enerjiye dayalı ilk ve tek elektrik santrali 20.4 MWe kapasite ile bu sahada kurulmuş olup üretimini halen sürdürmektedir [13].



Şekil 3.1. Denizli-Kızıldere Jeotermal alanından genel bir görünüş [14]

Menderes grabeninde (çöktüğünde) yer alan Kızıldere' de 450-1100 m arasından 198-212°C su çıkmaktadır [14].

Türkiye’ de ilk jeotermal ısıtma uygulaması ise 1964 yılında Gönen (Balıkesir) Park Oteli’ nin ısıtılması ile gerçekleşmiştir.

Özellikle 1982 yılından itibaren hız kazanan jeotermal enerji araştırmaları sonucunda, ısıtmacılık ve endüstriyel uygulamaların yanı sıra termal turizm ve balneolojik uygulamalara elverişli çok sayıda jeotermal alan tespit edilmiştir. Halen bir çoğunda ısıtmacılık yapılan bu alanlarda 1983 yılı verilerine göre 7.3 MWt olan elektrik dışı kullanım kapasitesi 1990’ lı yıllarda 246 MWt’ e erişmiştir.

Ülkemizde görünür jeotermal potansiyelin elektrik üretimi eşdeğeri 350 MWe, termal eşdeğeri 2000 MWt olarak tahmin edilmektedir [13].

3.2. Jeotermal Enerjinin Başlıca Kullanım Alanları

Jeotermal enerji dünyadan çıkan ısıdır. Yerkabuğundaki kaya ve sıvının ihtiva ettiği (kayaların içindeki çatlak ve delikleri dolduran) ısısal enerjidir.

Hesaplamalar göstermiştir ki dünya tamamen erimiş bir durumdan oluşmuştur, soğumuş ve güneşten bir enerji ilavesi olmadan binlerce yıl önce tamamen katılaşmıştır. Jeotermal enerjinin nihai menşeyini dünyanın derinliklerinde oluşan radyoaktif bozulma oluşturur [15].

°C

- | | | | | |
|------|--|-----------------|------------------|-----------------------------|
| 180- | Yüksek | konsantrasyonlu | solüsyonların | buharlaşması |
| | Amonyak emdirilme ile rafinasyon | | | |
| 170- | Ağır | suyun | hidrojen | sülfattan geçirilme prosesi |
| | Diatomlu toprak (kizelgur) kurutulması | | | |
| 160- | Kereste ve balık etinin kurutulması | | | |
| 150- | Bayer prosesi ile alüminyum oksit eldesi | | | |
| 140- | Çiftlik | ürünlerinin | yüksek oranlarda | kurutulması |
| | Yiyeceklerin konserve yapılması | | | |
| 130- | Şeker endüstrisi, tuzların eldesi | | | |
| 120- | Damıtma ile taze su eldesi | | | |
| 110- | Prefabrik elemanların kurutulması | | | |

- 100- Organik malzemelerin kurutulması, Yün yıkanması kurutulması
- 90- Stok balık kurutulması
- 80- Alanların ısıtılması
- 70- Soğutma (Düşük sıcaklık limitinde)
- 60- Seracılıkta kullanım
- 50- Mantar yetiştiriciliği, Balneolojik kullanım
- 40- Toprak ısıtması, mıntika veya mahalle ısıtması
- 30- Yüzme havuzları, biyolojik bozunma, mayalanma binaları
- 20- Balık çiftlikleri [16].

3.3. Türkiye’ deki Önemli Jeotermal Alanlar

Türkiye’ de elektrik üretimine uygun ilk jeotermal alan 1968’ de Kızıldere-Denizli sahasında keşfedilmiştir. Bu saha önemli jeotermal enerji potansiyeline sahip olup, Batı Anadolu’ daki Büyük Menderes grabeninin doğu kısmında yer almaktadır. Jeoloji, hidrojeoloji, jeofizik, jeokimya etütleri tamamlanmıştır. Bunlardan sonra ilk derin sondaj ile elektrik üretimine elverişli yüksek sıcaklıktaki jeotermal akışkan elde edilmiştir. Alanda toplam 13380 metreyi bulan 20 derin kuyu açılarak 2 rezervuar belirlenmiştir. Pliyosen yaşlı kireç taşlarının oluşturduğu birinci rezervuar sıcaklığı 198 °C’ dir. Jeotermal akışkanın ortalama buhar oranı %10’ dur.

Türkiye Elektrik Kurumu tarafından yaptırılan ve Şubat 1984’ de devreye giren 20.4 MW gücündeki pilot santral Türkiye’ deki ilk ticari jeotermal santral olmuştur. Sahada elektrik üretimi yanında buhar içindeki kondensa olmayan gazlardan kuru buz üretimi amacı ile 40000 ton / yıl kapasiteli bir tesis 1986 yılında kurulmuş ve ticari üretime başlamıştır Raporlara göre santralin üretimi 12-15 MWe arasında değişmektedir [17].

Santralden çıkan 140 °C ve 1500 ton / saat debili atık akışkanda yaklaşık 500 dönüm serayı ve 8000-10000 konutu ısıtabilecek 100 termal MW’ lik bir ısı enerjisi mevcuttur.

Denizli şehrinin bir bölümünü, bu atık akışkan ile ısıtma projeleri sürdürülmektedir. Halen 4500 m² olan sera uygulamalarının geliştirilmesi için

Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından 1000000 m² lik bir alan istimlak edilmiş bulunmaktadır. Bu sahalardaki entegre tesislerin (dokumacılıkta iplik ağartma, kurutmacılık vb.) tamamlanması durumunda ulusal ekonomimize büyük katkı ve önemli döviz tasarrufu sağlamış olacaktır.

1998 yılında açılan 2261 metre derinliğindeki araştırma kuyusunda 242 °C sıcaklığında rezervuar keşfedilmiş olup üretilen buharın oranı %20' ye yükselmiş ve sahanın kapasitesi önemli ölçüde artmıştır. Rezervuarın beslenmesi ve çevrenin korunması amacı ile sahada yeni geri basım sondajlarının açılmasına devam edilmektedir.

Kızıldere' nin batısında yer alan Aydın-Germencik alanı jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik çalışmalar ile değerlendirilmiş ve derinliği 285 ile 1500 m arasında değişen, rezervuar sıcaklığı ise 216 ile 232 °C arasında olan dokuz kuyu açılmıştır. Fizibilite çalışmaları sonucunda alanın 100 MWe kapasitede olduğu anlaşılmıştır.

Üçüncü bir güç üretim potansiyeli de kuzey batı Anadolu' da Tuzla-Çanakkale' de belirlenmiştir. İlk kuyu 1982' de açılmış, 333-553 m' de volkanik kayalar içinde rezervuar sıcaklığı 174 °C kaynak bulunmuştur.

Bugün, değişik derecelerde elektrik üretimi için dört kaynak daha keşfedilmiştir. Bunlar; İzmir-Seferihisar (153 °C), Aydın-Salvatlı (171 °C), Kütahya-Simav (162-171 °C) ve Dikili-Bergama (130 °C)' dir. 2010 yılı için Kızıldere ve Çanakkale ile birlikte diğer santraller de dahil olarak 500 MWe, 2020 yılı içinse 1000 MWe elektrik üretimi planlanmaktadır [11]. Bu alanların dışında Türkiye' deki diğer kullanımlarda da gelecek yıllar için öngörülen değerler artmaktadır. 2010 yılında; 3500 MWt (500000 konut eşdeğeri ısıtma bu da tüm ülkenin % 30' udur.) konut ısıtılması için, kaplıçalarda 895 MWt kullanım için; 2020 yılında; 8300 MWt (1.25 milyon konut eşdeğeri) konut ısıtılması için, 2300 MWt kaplıçalarda kullanım için, gerekenlerin tamamlanması planlanmaktadır. Isıtma için inşaat maliyeti 850-1250 US\$ / kW ve her kaynak için araştırma gideri 2000 US\$ tahmin edilmekte, yatırımın kendini karşılama 5-10 sene olarak beklenmektedir [17]. Türkiye' deki jeotermal alanlar ile ilgili haritalar Ek1 ve Ek2' dedir.

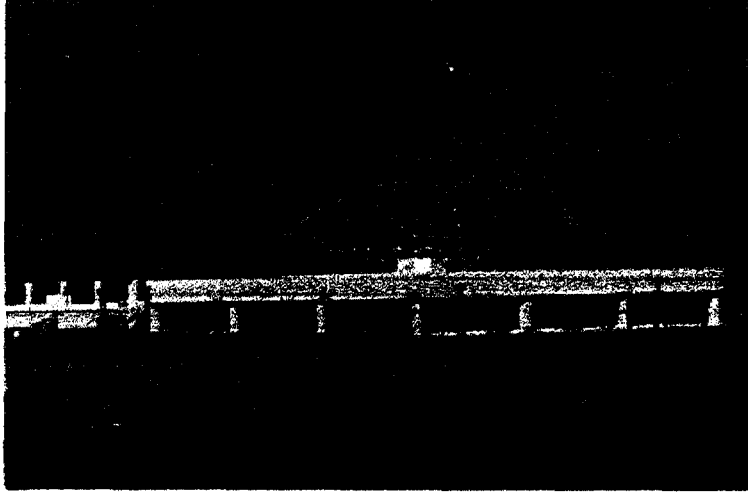
3.3.1. Jeotermal kaynakların, Türkiye' de elektrik dışı kullanımları

Türkiye' deki bazı jeotermal sahalarda yaklaşık on yıldan beri elektrik dışı kullanım sürmektedir. Düşük entalpili ve kabuklaşma özelliklerine sahip bu sahalarda konut ısıtmacılığı amacı ile kullanılmaktadır. Son yıllarda kabuklaşma sorununun çözümü ve jeotermal enerji kullanımının özendirilmesi ile kullanım hızı artmıştır. 1998 yılı itibarı ile 350 MW termal gücünde bir enerji tüketimi ile 50000 konut ve 200000 m² sera tesisi ısıtılmaktadır. Elektrik dışı kullanımdan, yılda yaklaşık 150000 ton fuel-oil tasarrufu sağlanmaktadır.

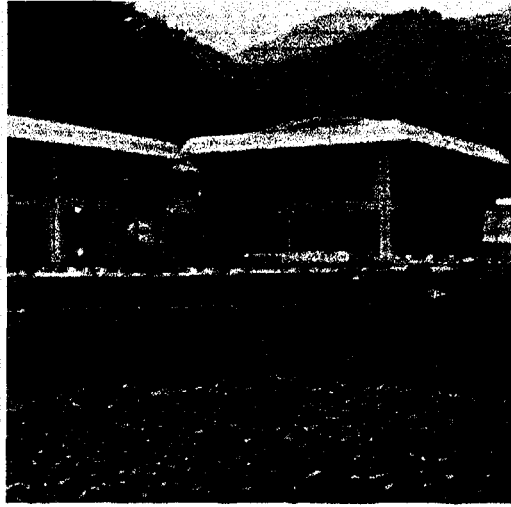
3.3.2. Türkiye' deki jeotermal ısıtma uygulamaları

Türkiye' de Gönen, Simav, Kırşehir, Kızılcahamam, Kozaklı ve İzmir-Balçova da merkezi şehir ısıtma sistemi mevcuttur. Bu şehirler jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Türkiye, jeotermal enerji (ısıtma amaçlı) potansiyeli olarak dünyada ilk 7 ülke arasına girmektedir. Türkiye potansiyelinin % 95' i ısıtmaya uygun jeotermal sahalardan oluşmaktadır.

Jeotermal su taşımada boru çapının 300 mm' yi geçmesi durumunda 90 °C' lik bir jeotermal akışkan sıcaklığında sıcaklık kaybı, kilometrede 0,1 °C' ye kadar düşmektedir. Ayrıca şehir içi dağıtım ve benzeri 300 mm' nin altındaki çaplarda yine 90 °C sıcaklık durumunda jeotermal su taşımadaki sıcaklık kaybı 0,5 °C / km olmaktadır [18].



Şekil 3.2. Balçova' da jeotermal su ile ısıtılan yüzme havuzu [14]



Şekil 3.3. Jeotermal enerji ile ısıtılan Balçova Kaplıcası tesisleri [14]

40 °C sıcaklığındaki jeotermal su ile bile artık evlerde ısıtma yapılabilmektedir. Türkiye' de Batı Anadolu' da yüksek sıcaklıklı, Orta ve Doğu Anadolu' da ise orta ve düşük sıcaklıklı kaynaklar vardır. Ancak, sıcaklığı 40 °C' nin üzerinde Türkiye' de 140 jeotermal saha vardır. Türkiye' de yerleşim bölgelerinin % 30-35' i jeotermal enerji ile ısıtılabilir. Hava kirliliği kesinlikle önlenir ve bacaların yerini jeotermal ısıtma sistemleri alabilir.

1981 yılından beri, İzmir-Balçova jeotermal alanında kuyu içi eşanjörünün Türkiye' de ilk uygulanması sonucu otel-motel-TV salonu vb. yerler (250 oda

karşılığı) ısıtılmaktadır. Ayrıca 5 yıldızlı termal otel, Balçova tesislerinde ek olarak 1994' den beri işletilmektedir. Balçova' da 7500-25000 konut kapasiteli jeotermal merkezi ısıtma sistemi ve 1500-5000 kapasiteli jeotermal soğutma (air-conditioning) sistemi hizmet vermeye başlamıştır.

9 Eylül Üniversitesi Kampüsü Tıp Fakültesi, hastane ve fakülte binaları (yaklaşık 90000 m³ hacmindeki) 2,2 MWt kapasite ile 1993 yılından bu yana Balçova jeotermal alanından ısıtılmaktadır. Yatırım, kendisini fuel-oil' e göre 6 ayda geri ödemiştir.

Gönen' de 2400 konut, 56 adet tabakhane, 2000 m² sera ve 600 yataklı otellerin ısıtma, tabakhanelerin proses sıcak suyu sistemi yatırımı inşaat ve montajı Nisan 1987' de başlamış ve Ekim 1987' den beri işletilmektedir. Toplam kurulu kapasite 19.3 MWt' dir.

Kızılcahamam' da 2250 konut kapasiteli jeotermal merkezi ısıtma sistemi Kasım 1995' de devreye alınmıştır. Halen 900 konut eşdeğeri ısıtma yapılmaktadır. Devreye alınan konutların sayısı her geçen gün artmaktadır. Sistemin kapasitesi 17 MWt' dir.

5000 konut kapasiteli Sandıklı jeotermal merkezi ısıtma sistemi, Mart 1998' de devreye alınmıştır. Şu anda 1000 konut değeri ısıtma yapılmaktadır.

Gediz kaplıca motelleri (200000 kcal / s kapasiteli) 78 °C' deki jeotermal su ile Kasım 1987' den beri ısıtılmaktadır. Havza kaplıcası 100 m², 54 °C' deki jeotermal su ile tabandan ısıtılmaktadır. Ekim 1998' de işletmeye alınan tesis 60000 kcal / s kapasitelidir.

Ayrıca Rize Ayder' de, 1700 metre kotundaki kür merkezi ve kaplıca tesisi 54°C jeotermal su ile ısıtılmaktadır. Haymana' da iki adet cami 43 °C' deki jeotermal su ile tabandan ısıtılmaktadır.

2000-3500-6500 konut kapasiteli Simav jeotermal merkezi ısıtma sisteminin inşaat ve montajı Mart 1991' de başlamış ve Aralık 1992' de işletmeye alınmıştır [18].

3.3.3. Türkiye açısından jeotermal enerjinin diğer enerji türlerine göre üstünlükleri

Yerli enerji kaynaklarımızdan olan jeotermal enerjinin, yurdumuzun içinde bulunduğu enerji darboğazı da göz önüne alındığında, enerji açığının karşılanması, petrole olan bağımlılığın azaltılması ve döviz kaybının önlenmesi için öncelikle değerlendirilmesi gereken bir kaynaktır.

Jeotermal enerji kaynakları, hidrolik, güneş, rüzgar vb. enerjiler gibi tükenmez enerji kaynaklarıdır. Bu nedenle jeotermal enerji kaynakları, tükenirlikleri kesin olan kömür, petrol, doğal gaz, nükleer enerji kaynaklarına oranla çok uzun ömürlü ve yenilenebilir kaynaklardır.

Fosil veya nükleer kaynaklı enerji üretimlerine kıyasla çok daha az ve genellikle kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalan çevre sorunlarına neden olabilirler.

Kaynakların ülkemiz düzeyindeki dağılımı da enerji ihtiyacımızın niteliğine uymaktadır.

Genellikle elektrik açığının fazla olduğu Batı ve Kuzeybatı Anadolu' da yüksek sıcaklıklı elektrik üretimine elverişli kaynaklar, Orta ve Doğu Anadolu' da ise ısıtma amacı ile kullanıma elverişli düşük sıcaklıklı kaynaklar bulunmaktadır.

Arama sondajları aynı zamanda üretim sondajlı olabildiğinden uygulamaya geçiş süreci kısadır.

Jeotermal santrallerin yapım süresi diğer santrallere oranla daha kısa olup, bu süre ortalama 3 yıldır.

Jeotermal enerjide özellikle elektrik dışı uygulamalarda yerli teknoloji kolaylıkla geliştirilebilir ve geliştirilmektedir.

3.3.4. Jeotermal enerjinin çevreye olumlu katkısı

Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal santrallerde CO₂, NO_x, SO_x atımı çok daha küçük ve çoğu zaman 0' dır. Özellikle merkezi ısıtma sistemlerinde 0' dır.

Yeni modern jeotermal santrallerde, yoğunlaşmayan gazları buharın içinden alıp, kullanılmış jeotermal akışkan ile birlikte yer altına geri veren geri basım sistemleri vardır. Bu jeotermal sistemler ile jeotermal ısıtma sistemlerinden dışarı hiçbir şey atılmaz.

Kömür katkılı santrallerdeki CO₂ atımı, eski tip jeotermal santrallerdekine bile oranla 1600 kat daha fazladır. Bu karşılaştırmaların ışığında, jeotermal enerjinin avantajı kesin olarak görülebilmektedir.

Eski tip jeotermal santraller, fosil yakıtları ile çalışan santrallere göre sadece %1' i kadar kükürt yayarlar.

Sonuç olarak ucuz, ekonomik ve temiz enerji sağlayan jeotermal kaynakların öncelikli olarak devreye alınması, bu yörelere ve ülkemize önemli ölçüde ekonomik ve sosyal katkı sağlayacaktır [18].

Gelişmekte olan Türkiye' nin önümüzdeki 10 yıl içerisinde kurulu gücünü üç katına çıkararak 65069 MWe' ye, önümüzdeki 20 yıl içerisinde ise kurulu gücünü dört katına çıkararak 109218 MWe' ye ulaştırması beklenmektedir. Türkiye' nin gelişmesinde yüksek entalpili kaynakların enerji üretimi için kullanılması ve düşük entalpili kaynakların şehir ısıtmacılığı ve diğer direkt uygulamalarda kullanılması;

- Enerji kaynaklarının değiştirilmesi
- Kirliliğin ıslah edilmesi
- İhtiyaç duyulan yabancı gaz dengesinin kurulması ve
- Ödemelerin düzenlenmesinde

ülkeye yardımcı olacaktır. Bunu kolaylaştırmak için uygun yasaların çıkarılması gerekmektedir [19].

3.4. Balneoloji ve Türkiye' deki Balneolojik Uygulamalar

Ülkemizde hipotermal sular ile yapılan banyo kürüne *ılıca*, hipertermal sular ile yapılan içme kürüne *içmece* (içme) adı verilmektedir [1].

Türkiye'nin kaplıca tedavisine yönelik "şifalı" su kaynakları açısından dünya çapında oldukça büyük bir potansiyele sahip olduğunu biliyoruz. Ülkemiz

topraklarında 1500 ila 3000 civarında çoğu doğal çıkışlı termal ve/veya mineralli su kaynağı olduğu ileri sürülmektedir. Yine ülkemizde, ağırlıklı olarak geleneksel kaplıca tedavisinde kullanılan, en az 300 kaplıca tesisinin faaliyet gösterdiğini söyleyebiliriz. Oysa, geçerli yasal düzenlemeler gereği, Sağlık Bakanlığı tarafından çalışma ruhsatı verilen toplam kaplıca sayısı 2001 yılı başı itibarıyla sadece 30 tane dir. Diğer yandan, kaplıca tesislerimizin büyük ölçüde “çağdaş ve bilimsel kaplıca anlayışı” çerçevesinde ele alınmadıkları ve giderek daha da artan sayısal yüksekliklerine rağmen, nitelik yönünden yüksek standartları taşımadıkları gözlenmektedir.

Kuşkusuz, ülkemizdeki kaplıcaların bilimsel ve kanıta dayalı tıp uygulamaları doğrultusunda kullanımının sağlanması için, hali hazır durumlarının belirlenmesi ve özelliklerinin bilimsel kaplıca tıbbi açısından değerlendirilmesi gereklidir.

Ülkemiz toprakları üzerindeki kaplıcaların sağlık ve tedavi amaçlı kullanımına ait tarihsel geçmişi bin yıllara kadar uzanan ve halen süren bir gelenektir. Aslında, bu gelenek hemen tüm uygarlıklarda var olmuştur. Günümüzde de tüm kıtalarda, daha çok Güney, Orta ve Doğu Avrupa, Asya (Orta Doğu, Japonya, Çin, Türki Cumhuriyetler) ve Güney Amerika (Arjantin, Meksika, Kolombiya) ve Kuzey Afrika (Fas, Tunus) ülkelerinde yaygınlığını korumaktadır. Ancak ülkemizin de içinde bulunduğu bir çok ülkede kaplıca tedavisinin geleneksel ve ampirik niteliği pek değişmezken, Almanya, Fransa, İtalya, Japonya, İsrail gibi ülkelerde kaplıca tedavisi yüksek bir kalite standardına ulaşmıştır. Almanya’ da kaplıca ve kür tıbbi, terapi ve rehabilitasyon alanlarında büyük ve önemli bir sağlık sektörü konumundadır. Bu ülkede 2000 yılında 10 milyon kürist, 69 milyon gün, kaplıcalarda yataklı kurumlarda tedavi görmüş ve giderleri büyük ölçüde sigortaları tarafından karşılanmıştır. Ülkemizde ise 1990 yılında 6.5 milyon kişi kaplıcalara gitmiş, bunların ancak % 52 i Sigorta ve Emekli Sandığı’ nca kısmen finanse edilmiştir. Ülkemiz için ilginç olan bir özellik de, bu hastaların % 60’ tan fazlasının kendi kararları ile tıbbi bir kontrolden geçmeden kaplıcalara gitmeleridir. Halkımızın bu alanda yüzyıllara dayanan deneyim ve geleneği süre gelmektedir. Ancak, Sağlık Bakanlığı tarafından ruhsat verilen kaplıca tesislerinin çoğunda gerekli tıbbi donanım ve hekim kontrolü

yoktur. Giderek artan yatırımcı ve işletmeci ilgisi çağdaş ve geleneksel arasında bocalamakta, sonuçta yanlış, yetersiz, bilimsel olmayan ve anomalik uygulamalar (örneğin kaplıca devre mülk evleri) ortaya çıkmaktadır. Kaplıca tedavisinin, ülkemizde çağdaş bilimsel araştırmalara, çağdaş bilimsel değerlendirmelere gereksinimi vardır. Diğer yandan kaplıca tedavisi geleneği kaplıca turizmi olgusunu da geliştirmiştir. Çünkü, “kaplıcaya gidilir”. Kaplıca tedavisi, bu yüzden genellikle ortam değişimi ile seyahat ile eş zamanlıdır. Ancak, tıbbi nitelikleri ile kaplıca olgusu, ayrı bir bilimsel uğraş alanıdır. Kaplıca tıbbı ayrı bir tıp disiplindir ve ayrı bir uzmanlık gerektirmektedir [20].

Balneoloji’ nin sözcük anlamı “banyo bilimi” dir. Bilimsel bir disiplin olarak balneoloji; yeraltı, toprak, su ve iklim kaynaklı doğal iyileştirici faktörlerin bilimsel olarak tanımlanmasıdır. Balneoterapi ise, bu doğal faktörler ile yapılan banyo, içme şeklinde uygulanan bir uyarı-adaptasyon tedavisi yöntemidir. Kaplıca kürü çerçevesinde balneoterapide kullanılan doğal iyileştirici faktörler, yeraltı kaynaklı doğal “şifalı” sular, çamurlar ve iklimsel faktörlerdir.

Balneolojik kaynaklar arasında “şifalı sular” yani, termal ve mineralli sular en yaygın kullanılanlardır. Bunların yanında, doğal peloidler (çamurlar) ve gazlar (CO₂ , Radon ve H₂S) da kaplıca tedavisinde kullanılan diğer balneolojik ajanlardır. Balneolojik kaynakların incelenmesi, fizik, kimya, biyoloji, hidroloji, jeoloji, klimatoloji ve tıp gibi değişik bilim dallarının konusunu oluşturur. Balneoloji, bu bilim dallarının ortak, interdisipliner bir bilim alanı olarak özellikle, 20. yüzyılın 2. yarısında gelişmiştir. Balneoloji, balneoterapide kullanılan etkenleri fiziksel, kimyasal, biyolojik, jeolojik, hidrolojik, ekolojik ve medikal yönlerden inceleyen bilim dalı olarak da tanımlanabilir.

Balneoterapinin en yaygın kullanılan doğal balneolojik kaynaklarından olan, doğal “şifalı” sular, fiziksel ve kimyasal niteliklerine göre sınıflandırılırlar. Değişik ülkelerde değişik sınıflandırmalar geçerlidir. Uluslararası genel kabule ve Alman Kaplıcalar Birliği’ nin düzenlemesindeki sınıflandırmaya göre şifalı sular;

Termal Sular: Doğal sıcaklıkları 20 °C’ nin üzerinde olan,

Mineralli Sular: Litrelerinde 1 gramın üzerinde çözünmüş mineral içeren,

Termomineral Sular: Hem doğal sıcaklıkları 20 °C' nin üzerinde olan hem de litrelerinde 1 gramın üzerinde çözülmüş mineral içeren sular olarak sınıflanırlar.

Ayrıca, bazı özel mineralleri belirli en az (eşik) değerlerin üzerinde içeren Özel Balneolojik Sular sınıflandırması da söz konusudur. Buna göre:

Karbondioksitli sular

Kükürtlü sular

Radonlu sular

Tuzlalar

İyotlu sular

Florürlü sular olarak sınıflandırılırlar.

Yukarıdaki sınıflandırmada herhangi bir gruba girmeyen sulardan toplam mineralizasyonları 1 g/L' nin altında, ancak doğal sıcaklıkları 20 °C' nin üzerinde olan sular, Akrototermal Sular, toplam mineralizasyonları 1 g/L' nin altında ve doğal sıcaklıkları 20 °C' nin altında olan sular, Akrotopegal Sular olarak sınıflandırılırlar. Ama bu suların tedavi edici nitelikleri klinik çalışmalar ile kanıtlanmış olması koşulu geçerlidir.

Banyolar soğuk (hipotermal; 34 °C' nin altında, deniz banyoları da bunun içine girer), ılık (izotermal; indiferent; 34-35 °C sıcaklıkta), sıcak (termal; 36-38 °C ve 38-40 °C sıcaklıklarda) ve aşırı sıcak (hipertermal; 40-42 °C sıcaklıkta) olarak sınıflandırılırlar [20].

3.4.1. Hidrojeolojik etüt ve koruma alanları çalışmaları

Kaplıca sularının doğal özellikleri bozulmadan kullanılmaları bir ön koşuldur. Bu yüzden de termal kaynakların olumsuz veya kirletici etkilerden korunmaları son derece önemlidir. Termal suların kirlenmesine yol açan en büyük etken, yer altına sızmış kirli yüzeysel sulardır. Yüzeysel sular genellikle yüzeydeki kimyasal ve/veya bakteriyolojik kirleticiler ile temas ederek kirlenirler. Bu kirli yüzey suları bünyelerindeki kirletici unsurları kısmen sızma sırasında yüzeyde veya belli seviyelerdeki zemin tabakalarında depolamakla birlikte, kısmen de taşıyarak termal suya karışırlar ve onun da kirlenmesine neden olurlar.

Düzenli ve sürekli kontrol analizleri yapılarak kirlenme nedenleri saptanmalı ve gerekli önlemler alınarak kirlenmeleri önlenmelidir. Sıcak ve mineralli sular genellikle çevrelerindeki yerleşim birimleri nedeni ile büyük kirlenme riski taşırlar. Gereken önlemler başta alınmaz ve kontroller sürekli yapılmazsa kirlenme riski zamanla doğru orantılı olarak artar. Kirlenmenin derecesi, şifalı suyun doğal temizleme gücü ve ortamın topoğrafik özellikleri ile yakından ilişkilidir.

Termal suların doğal halleri bozulmadan kullanıma sunulabilmesi için kaynak veya kuyu civarında koruma alanlarının ayrılması ve bu alanlarda belirli uygulanabilir koruma önlemlerinin yasal yaptırımlar ile işlerlikte tutulması zorunludur.

Koruma alanları saptanırken aşağıdaki özellikler dikkate alınır [20]:

1. Kaynak yöresindeki jeolojik yapının karakteri
2. Hidrojeolojik koşullar ve drenaj sahasının sınırları
3. Yörenin iklimatik koşulları (örneğin yağış miktarları ile akarsuların taşkın su miktarları saptanarak tesislerin durumu belirlenir.)
4. Kaynak veya kuyu çevresindeki yerleşim birimlerinin niteliği ve nüfus yoğunluğu
5. Çevrenin genel topoğrafik yapısı

Koruma alanları üç bölge halinde belirlenmektedir. Dıştaki bölgede alınacak önlemlerin içteki bölgede de uygulanması gerekmektedir.

I. Derece koruma alanında alınacak önlemler [20]:

(Birinci bölge, kaynak çıkışından, 10-50 metre uzaklığa kadar olan alandır.)

- a. Her türlü kirlenme olasılığı kesinlikle önlenmelidir.
- b. Bu alanda çöp ve moloz yığını bulunmamalıdır.
- c. Bu alanda suyun depolanması ve alınması dışında (kaptaj) hiçbir yapıya izin verilmemelidir.
- d. Her ne amaçla olursa olsun kaynak sularına zarar verebilecek kimyasal veya diğer maddeler bu bölgede bulunmamalı ve kullanılmamalıdır.
- e. Yağmur ve yüzey sularının birikintiler yapması engellenmelidir.

- f. Sıcak su kaynaklarının kaptajı yapılmalı ve kaynak çıkışları koruma altına alınmalıdır. Kaynak kaptajı yapımında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.
- g. Kaptaj, sıcak suyun her türlü kirlenmesine engel olacak şekilde ve dışarıdan içeriye hiçbir şey sızmayacak veya tam kaynağın çıkış noktasına gelecek şekilde inşa edilmelidir.
- h. Her kaynak çıkış noktasında ayrı bir kaptaj yapılması zorunludur. Birbirinden ayrı (10-15 metre uzaklıkta) kaynaklardan çıkan sular her ne surette olursa olsun aynı kaptajda toplanmamalıdır.
- i. Kaptajı yapılan kaynaktan dışarı alınacak olan sıcak sular kapalı kanallar ile alan dışına çıkarılarak kullanıma alınmalıdır.

II. Derece koruma alanında alınacak önlemler:

(İkinci bölge, kaynak çıkışından sonra, 50-250 metreler arasındadır.)

- a. Kaynaklar civarında mevcut olabilecek kirli ve atık sular izole edilerek birinci bölge içinden geçmeyecek şekilde bölge dışına aktarılmalıdır.
- b. Bu alan içinde kirlenmeye sebep olabilecek gübre ve çöp biriktirilmesine izin verilmemelidir.
- c. Alanda yeni mezarlık kurulmamalı ve benzeri türde kirletici unsurlara izin verilmemelidir.
- d. Dinamit kullanılarak gerçekleştirilecek her türlü hafriyat çalışmasına izin verilmemelidir.
- e. Sıvı veya katı yakıt depolanmasına izin verilmemelidir.
- f. Bu koruma alanlarında, drenajı birinci bölgeye doğru olmamak koşulu ile yol yapımına izin verilebilir.

III. Derece koruma alanında alınacak önlemler:

(Üçüncü bölge sınırları kaynağın bulunduğu bölgenin jeolojik yapısına göre belirlenir. Yeraltı suyunun beslendiği alanın sınırı genellikle bu bölgenin sınırlarının belirleyicisidir.)

- a. Kirlenmeye neden olabilecek atıkların emniyetle koruma alanı dışına sevk edemeyecek hiçbir kuruluşa izin verilmeyecektir.
- b. Dıştaki bölgeler için uygulanacak önlemler içteki koruma bölgeleri içinde geçerlidir.

Koruma alanlarını saptama yetkisi ülkemizde, 28 Mayıs 1983 tarihli bir yönetmelik ile MTA tarafından yapılmak ve ya hazırlanmış bir raporu onaylamak şeklinde MTA kurumuna verilmiş ve resmiyet kazandırılmıştır [20].

Çizelge 3.1. İşletme ruhsatı verilen içmeceler (2001) [20]

İçmecenin				
No	İli	Adı	Ruhsat No	Ruhsat Tarihi
1	Adana	Adana İçmecesesi	13	30.12.1952
2	Ankara	Ayaş İçmecesesi	8	12.11.1946
3	Bilecik	Osmanlı İçmecesesi	6	21.04.1945
4	İstanbul	Tuzla İçmecesesi	3	24.10.1935

Çizelge 3.2. İşletme ruhsatı verilen kaplıcalar (2001) [20]

Kaplıcanın				
No	İli	Adı	Ruhsat No	Ruhsat Tarihi
1	Adana	Haruniye	19	20.05.1957
2	Afyon	Oruçoğlu	3053	09.03.1993
3	Afyon	Hüdayi	7536	02.08.1996
4	Afyon	İkbal Termal Oteli	17992	05.12.2000
5	Ankara	Ayaş	8	12.11.1946
6	Ankara	Haymana	14	22.02.1955
7	Ankara	Kızılcahamam	16	10.12.1955
8	Ankara	Anex	1146	30.01.1997
9	Aydın	Ortakçı	7	01.09.1945
10	Balıkesir	Gönen	29	21.05.1964
11	Balıkesir	Serpin-Manyas	11847	14.09.1999
12	Bolu	Bolu	37	19.08.1974
13	Bolu	Büyük-Küçük	2716	28.02.1989
14	Bursa	Oyalat	20	10.10.1957
15	Bursa	Kervansaray	5053	06.04.1989
16	Çanakkale	Kestanbil	38	06.03.1975
17	Denizli	Yenice	17	25.01.1957

Çizelge 3.2. (Devam) İşletme ruhsatı verilen kaplıcalar (2001) [20]

18	Denizli	Colessea		24.09.1998
19	Denizli	Altur Altıntaş	2313	06.03.1997
20	Eskişehir	Aytaç Termal	3904	15.03.1989
21	Eskişehir	Sakarılıca	17995	12.12.1989
22	İzmir	Balçova	2720	28.02.1989
23	Kırşehir	Terme	32	05.05.1967
24	Konya	İlgın	36	31.07.1974
25	Konya	Sayha	8489	06.07.1998
26	Kütahya	Yoncalı	14055	30.11.1995
27	Niğde	Çiftehan	18	09.05.1957
28	Sakarya	Kuzucuk	9	28.01.1948
29	Sakarya	Kuzuluk	12229	06.10.1995
30	Yalova	Yalova	1	16.08.1932

3.5. Jeotermal Enerji Arama Yöntemleri

Jeotermal enerji aramalarında, petrol ve maden aramalarındaki aşama ve yöntemler kullanılmakla birlikte, literatür taraması yapıldıktan sonra izlenen aşama ve yöntemler aşağıdaki gibidir.

3.5.1. Prospeksiyon (görünüş ile arama)

Mineralli suların prospeksiyonunda olduğu gibi bölgesel bir jeolojik inceleme olup kar tutmayan alanların, mevcut sıcak su, buhar, mineralli suların çıkış yerleri ve sıcaklıklarının saptanması şeklinde kısa süreli ucuz bir arama yöntemidir.

3.5.2. Uzay ve hava fotoğraflarının değerlendirilmesi

Bölgesel olarak ilk uygulanan yöntem olup, genel tektonik hatları ve eklem sistemlerini belirlemelerde kullanılan ucuz bir değerlendirmedir.

3.5.3. Jeolojik çalışma

Prospeksiyon sonucu belirlenen alana ait 1/25000' lik topoğrafik haritalar kullanılarak yapılan jeolojik inceleme ile bölgesel stratigrafi, geniş tektonik kuşaklar, horst ve graben sistemleri, genç volkanik etkinlik, hidrotermal alterasyon, genç tektonik olaylarla açıklık getirmek ve arazi kullanımına ilişkin haritalar elde edilmesi amacıyla feomorfoloji çalışması yapılır.

3.5.4. Hidrojeolojik çalışmalar

Litolojik birimlerin hidrojeolojik özelliklerini saptamak amacıyla yapılan hidrojeolojik etütlerde; örtü kaya, rezervuar (akifer) özellikleri taşıyabilecek litolojiler ve rezervuarların beslenme olanakları incelenerek bir hidrojeolojik model oluşur. Bu amaçla sıcak-soğuk su, kaynaklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ve sıcaklığı ile ilgili olarak incelenir. Ayrıca, jeotermal kaynağın fiziksel, kimyasal özellikleri ve sıcaklığı ile ilgili veriler sağlanması amacı ile hidrotermal alterasyon çalışması yapılır.

3.5.5. Hidrojeokimyasal çalışmalar

Hem prospeksiyon aşamasında hem de sahanın işletilmesine yönelik test çalışmalarında hidrojeokimyasal incelemeler yapılmaktadır. Sahada mevcut sıcak ve soğuk suların, gaz, fümerol çıkışlarından örnekler toplanarak analizler yapılır. Sahanın jeotermal modelinin kurulmasında büyük ölçüde yararlanılır.

3.5.6. Jeofizik çalışmalar

Bütün yeraltı doğal kaynakları ve kayalar jeolojik ve kimyasal özellikleri yanında, yoğunluk, elektriği, ısıyı, mekanik titreşimleri, sesi iletme, mıknatıslık kazanabilme, gözeneklilik, geçirimsizlik gibi fiziksel özelliklere sahiptir. Jeofizik

metotlarla aramanın esası yukarıda sayılan özelliklerin çıkarılmasına dayanmaktadır [18].

Günümüzde jeotermal alanlarda uygulanan başlıca jeofizik yöntemler:

a) Gravite yöntemi

Gravite yöntemi jeotermal sahalarda temele ait teknotiği ve jeotermal akiferleri kontrol eden ketonizmayı ortaya çıkarmak için uygulanmaktadır. Yöntem, fizik birimi olan yoğunluk parametresi üzerine kurulmuştur. Yeraltında değişik özelliklere sahip kütleler aynı şekilde birbirlerine göre farklı yoğunluk değerleri gösterirler. Bu yeraltındaki kayaların farklı konumlarından, aralarındaki yoğunluk farkından dolayı da yüzeyde değişik yer çekimi değerleri meydana getirirler.

b) Direnç (rezistivite) ölçümleri

Jeotermal akışkanın rezistivite değerleri tuzluluk ve sıcaklık nedeni ile düşüktür. Buna göre sıcak su ve buhar içeren birimler buldukları ortamı iyi bir elektrolit haline getireceklerinden civardaki ortama göre düşük değerli rezistiviteye sahip olarak belirginlik gösterirler.

c) Sismik yöntem

Topoğrafyanın uygun olduğu ve genellikle çökel örtü kayacı yaygın olduğu jeotermal alanlarda tektonik ve stratigrafik durumun ortaya konmasına yardımcı pahalı bir yöntemdir.

d) Gradyan ölçümleri

Jeoloji, jeofizik ve jeokimya çalışmaları ile saptanan alanlarda, derinlikleri 50-250 metre arasında değişen sığ sondajlar açılarak örtü kayaç içinde derinlere doğru sıcaklık artışı ölçülmektedir. Her 10 metredeki artış gradyan değerini verir.

e) Ön fizibilite raporu

Çeşitli çalışma ve sondaj aramaları sonucunda elde edilen verilere göre, jeotermal alanda yapılacak yatırıma baz olacak ön fizibilite raporu hazırlanmaktadır. Bu raporda, sahanın kapasite ve yatırım seçenekleri belirtilmektedir [18].

3.6. Tekrar Basma

Jeotermal rezervuar tekrar basma çalışmaları, jeotermal kaynağın sürdürülebilir bir enerji kaynağı çerçevesinde işletilmesi açısından son derece önemlidir. Eğer jeotermal proje başlangıcında bu tür çalışmalar yapılmazsa, kurulan güç ünitesi veya ısı merkezi ya sürdürülebilir kapasitenin üzerinde ya da altında rasgele seçilmiş olacak, her iki durumda da mühendislik ve özellikle ekonomik açıdan hata yapılmış olacaktır. Dünyamız bunun örnekleri ile doludur (Ahuchapan, El Salvador, 90 MWe kurulu güç 45 MWe sürdürülebilir üretim; Momotomba, Nicaragua, 70 MWe kurulu güç, 30 MWe sürdürülebilir üretim, Geysers, USA, 2000 MWe kurulu güç, 1000 MWe sürdürülebilir üretim, vb.). Bu örnekler arttırılabilir, tersi örnekler de verilebilir. Ülkemizde kapsamlı jeotermal rezervuar mühendisliği çalışmaları Kızıldere için yapılmış, Germencik sahası içinde rezervuar tanımlama aşamasına gelinmiştir. Şu sırada İTÜ petrol ve Doğal Gaz Müh. Böl. tarafından Balçova jeotermal sahası için gerçekleştirilmekte olan rezervuar mühendisliği çalışması da eklenirse, bir başka çalışmanın varlığı bilinmemektedir. Jeotermal rezervuarların petrol rezervuarları gibi sınırlı tanımlanabilen rezervuarlar olmaması, bu tür mühendislik çalışmasının zorluğunun bir göstergesidir. Ayrıca, üretim sırasında bu rezervuarda oluşan değişimleri gözleyip yorumlamak da gereklidir. Bu nedenle, jeotermal rezervuar mühendislik çalışmasının, elde edilen yeni veriler ile sürekli güncellenen dinamik bir yapıya sahip olduğunu söylemek gerekir.

3.6.1. Jeotermal rezervuar mühendisliği çalışmaları

Jeotermal rezervuar mühendisliği çalışmaları, çok disiplinli bir veri tabanı oluşturma süreci sonunda ortaya çıkan durumun, rezervuar mühendisliği açısından değerlendirilmesinin yapılması sırasında esas olan rezervuar mühendisliği yanında, yer bilimleri, kimya termodinamik ve ekonomi bilim dalları da dikkate alınarak gerçekleştirilir. Rezervuar çalışması sonucunda, o anki duruma göre bir kapasite belirlenmesi yapılabilir. Jeotermal rezervuar çalışması aşağıdaki aşamalarda gerçekleştirilir.

- a) Yerbilimi veri ve bilgilerinin değerlendirilmesi,
- b) Rezervuar karakterizasyonu (tanımı),
- c) Jeotermal kaynağın ısı içeriği,
- d) Jeotermal kaynağın içerdiği akışkan miktarı,
- e) Jeotermal rezervuarın üretim yetkinliği (performansı) ve kapasitesi,
- f) Jeotermal rezervuar simülasyon çalışmaları,
- g) Risk analizi simülasyonu (ekonomik model) [21].

4. ESKİŞEHİR VE JEOTERMAL ENERJİ

4.1. Eskişehir' de Jeotermal Enerjinin Gelişimi

Eskişehir' de termal su çok eski çağlardan beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Pek çok bilimsel ve akademik tartışmada antik Dorylaeum Kenti' nin kuruluş yeri olarak Eskişehir merkezindeki Sıcaksular Bölgesi gösterilmektedir. Eski Yunanlı yazar Athenaus (Athéneé), M.Ö. 200 yıllarında yazdığı kitabında içilebilen sıcak sulardan söz etmektedir. Bizans döneminde Eskişehir, şifalı sıcak suları nedeni ile Bizans imparatorlarının dinlenme merkezlerinden birisi olmuştur. Roma döneminde Köprübaşı ve Sıcaksular bölgelerinde bulunan hamam ve kaplıcalar nedeni ile Eskişehir, tercih edilen bir yerleşim yeri olmuştur; artık var olmayan Porsuk üzerindeki Roma Köprüsü bu tercihe kanıt olarak gösterilir. Osmanlılar zamanında Eskişehir' i ziyaret eden Batılı gezgin, yazar ve araştırmacılar da kitap ve anılarında yörenin nitelikli termal sularını dile getirmektedirler. [1]

Evliya Çelebi, Seyahatnamesinin 4. cildinde (miladi 1648) Eskişehir şifalı suları ile ilgili olarak "Şehrin dışarısında, kuzeyinde dağ ve bahçeler içinde kagir kubbeli bir latif hamamdır ki ona olan büyük havuzu sıcak su ile doludur. Suyu gayet sıcak olduğundan, soğuk su katılınca ılık olur. Çok faydalıdır. Parmakta yüzük cinsinden halis gümüşten yapılmış şeyler bulunursa sapsarı olur. Uyuz ve cüzam hastalıklarına çok faydalı olup, birçok derde devadır" demektedir. Musevi gezgin Samuel bin David Yemsel, 1641-1642 yıllarında Anadolu' da yaptığı geziler sırasında uğradığı Eskişehir' den mucizevi sıcak suları ile söz etmektedir. 1705' de Paul Lucas yazdıklarında Eskişehir' de çok sayıda hamamlara ve sıcak su akan çeşmelere değinmektedir.

J. Otter, 1748' de yayınlanan kitabında termal hamam sularının üzerinde yağmsı bir madde bulunduğu ve bu maddenin halk tarafından toplanarak ilaç olarak kullanıldığı belirtmektedir. Fransız yazar V. Cuinet, 1892-1894 yılları arasında yayınlanan kitabında XIX. yüzyıl sonunda Eskişehir çarşısında biri kadınlara, üç tanesi erkeklere hizmet vermek üzere dört tane hamam bulunmaktadır. Söz konusu yayında bu hamamların suyunun içilebildiği ve mide

rahatsızlıklarına iyi geldiği bildirilmektedir [22]. Eskişehir ile ilgili genel harita Ek 3' de dir.

Eskişehir ve yöresinde çok sayıda sıcak su kaynaklarının varlığı, bölgenin aktif tektonik bir kuşakta yer alması, genç graben sistemlerinin bulunması, buranın jeotermal enerji potansiyelinin olabileceğini göstermektedir. Sahada 1958 yılından beri yapılmış çalışmalardan derlenen bilgiler ışığında Eskişehir ve yöresinde bir çok çalışma yapılmıştır. Eskişehir içinde sıcak suların çıkışını sağlayan bir fay belirlenmiştir [23].

4.2. Merkez İlçe

Eskişehir il merkezinde sondaj, adi kuyu, kaynak şeklinde 21 adet sıcak su bulunmaktadır. Bu kaynaklar Çizelge 4.1. de verilmiştir.

4.2.1. Yer belirleme

Eskişehir il merkezindeki kaynaklar Hamamyolu Caddesi ve civarında toplanmıştır (Şekil 4.1.).

4.2.2. Özet jeoloji

Temeli, inceleme alanının dışında yüzeyleyen metamorfik kayalar oluşturur. Bu kayalar genelde glokofan şist, muskovit şist ve mermer tekrarlaması şeklindedir. Bunların üzerine tektonik dokanakla serpantin, radyolarit, kireçtaşı ve çamurtaşlarından oluşan Üst Kretase yaşlı ofiyolitler gelir. Olifiyolitlerin üzerinde uyumsuz olarak Eosen yaşlı konglomera, marn kıltaşı, kireçtaşı, Miyosen yaşlı andezit, konglomera, kil, marn, tuf, kireçtaşı ile Pliyosen yaşlı tuf ve bazaltlar sırası ile görülür. En üstte ise Kuvaterner yaşlı alüvyon yüzeyler (Şekil 4.2.).

4.2.3. Sıcaklık ve debi

Kaynakların sıcaklık ve debileri Çizelge 4.1. de verilmiştir.

4.2.4. Kimyasal sınıflama

Değişik zamanlarda değişik kaynaklardan alınan su örnekleri değerlendirilmiş olup hepsi mineralce fakir termal sular (akroterm) sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.2.5. Tesis Durumu

- Sultan hamamı: 25 adet küvetli banyosu ve 4m x 5m x 1.2 m boyutunda bir adet havuzu bulunmaktadır. Hem tedavi hem de banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Yıldız hamamı: 12 adet özel banyosu, 3m x 5m x 1.5m boyutunda bir havuz bulunmaktadır. Banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Önkal hamamı: 21 adet duş ve 6 adet küveti bulunmaktadır. Sadece banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Keçeciler hamamı (1): 2m x 3m x 1.3m ebadında bir havuz, 16 adet küveti bulunmaktadır. Banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Ferah hamamı: 3.5m x 3.5m x 1.5m boyutunda bir havuz bulunmaktadır. Sadece banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Erden hamamı: 3m x 3m x 1m boyutunda bir havuz, 10 adet küveti bulunmaktadır. 6 gün erkekler 1 gün bayanlar banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Erkekler hamamı: 3m x 6m x 1.2m boyutunda bir havuz ve 8 adet özel banyo vardır. Banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Sultan Termal Otel: 31 odalı ve odaların hepsinde küvet bulunmaktadır.

- Yeni hamam: 15m x 8m x 1.5m ve 3m x 2m x 1m ebatlarında iki adet havuz bulunmakta ve banyo amaçlı yararlanılmaktadır.

- Has hamam: Otel ve banyo olarak kullanılmaktadır. Diğer hamamlara göre biraz daha moderndir. 6 gün erkeklere 1 gün bayanlara hizmet vermektedir.

- Şengül hamamı: 2m x 2.5m x 1.2m boyutunda bir adet havuzu bulunmaktadır. Tedavi ve banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Sıcaksular tuvaleti: 37 °C sıcaklıkta olan su tuvaletlerde ve abdest almakta kullanılmaktadır.

- Güneş hamamı: Bir adet küçük havuzu 35 adet kurnası ve 5 adet duşu bulunmakta ve banyo amaçlı yararlanılmaktadır.

- Aytaç hamamı: 10 adet kurna bulunmaktadır.

- Keçeciler hamamı(2): 4m x 2m x 1.3m boyutunda bir havuzu, 8 adet küveti ve 8 adet duşu bulunmaktadır. 37 °C sıcaklıkta olduğu için biraz ısıtılarak banyo amaçlı kullanılmaktadır.

- Işık hamamı: 3.5m x 3.5m x 1.5m boyutunda bir havuzu 10 adet özel banyosu bulunmaktadır. Halk böbrek taşı ve romatizma tedavisi için yararlanmaktadır.

- Beyazsaray hamamı: 5m x 2.7m x 1.1 m boyutunda bir adet havuzu 10 adet özel banyosu bulunmaktadır. Banyo ve böbrek taşı tedavisi amacıyla kullanılmaktadır.

Çizelge 4.1. Eskişehir şehir merkezindeki sıcak su kaynağı, adi kuyu ve sondajlara ait bilgiler

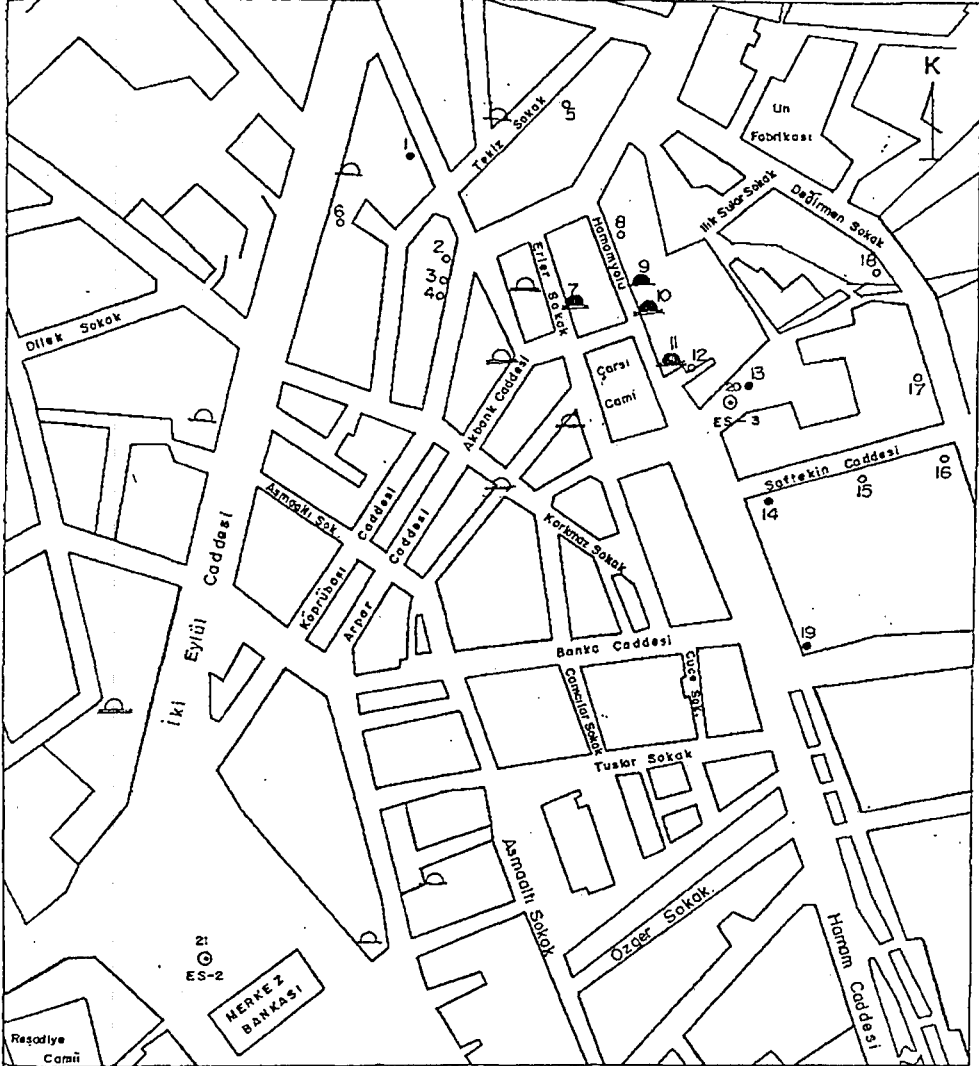
Kuyu Cinsi	Mahalli Adı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Ölçüm Tarihi	Açıklama
Sondaj	Sultan Hamamı	72	37	17.5.1991	
Adi kuyu	Yıldız Hamamı	16	42	17.5.1991	
Adi kuyu	Onkal Hamamı	7	41	17.5.1991	
Adi kuyu	Keçeciler Hamamı(1)	9	41	17.5.1991	
Adi kuyu	Ferah Hamamı	30	33	17.5.1991	
Adi kuyu	Erden Hamamı	8	37	17.5.1991	
Kaynak	Erkekler Hamamı	-	45	17.5.1991	
Adi kuyu	Sultan Termal Otel	12	37	17.5.1991	
Kaynak	Yeni Hamam	-	44	17.5.1991	
Kaynak	Has Hamamı	-	44	18.5.1991	
Kaynak	Şengül Hamamı	-	44.5	18.5.1991	

Çizelge 4.1. (Devam) Eskişehir şehir merkezindeki sıcak su kaynağı, adi kuyu ve sondajlara ait bilgiler







Adi kuyu	Alçık Hamamı	11	44.5	18.5.1991	
Adi kuyu	Sıcaksular Tuvaleti	-	37	18.5.1991	
Sondaj	Güneş Hamamı	36	41	18.5.1991	
Adi kuyu	Gürcan Hamamı	-	-	18.5.1991	
Adi kuyu	Aytaç Hamamı	6	40	19.5.1991	
Adi kuyu	Keçeciler Hamamı(2)	28	37	19.5.1991	
Adi kuyu	Işık Hamamı	10	44	19.5.1991	
Sondaj	Beyazsaray Hamamı	72	40	19.5.1991	
Sondaj	ES-3	112	45	19.5.1991	19.1.1981 tarihinde Q=6lt/sn
Sondaj	ES-2	750	36	19.5.1991	27.9.1985 tarihinde Q=3lt/sn

ESKİŞEHİR İL MERKEZİNDEKİ SICAK SU KAYNAKLARI

Ölçekte
0 10 20 30 40 50m.



AÇIKLAMA

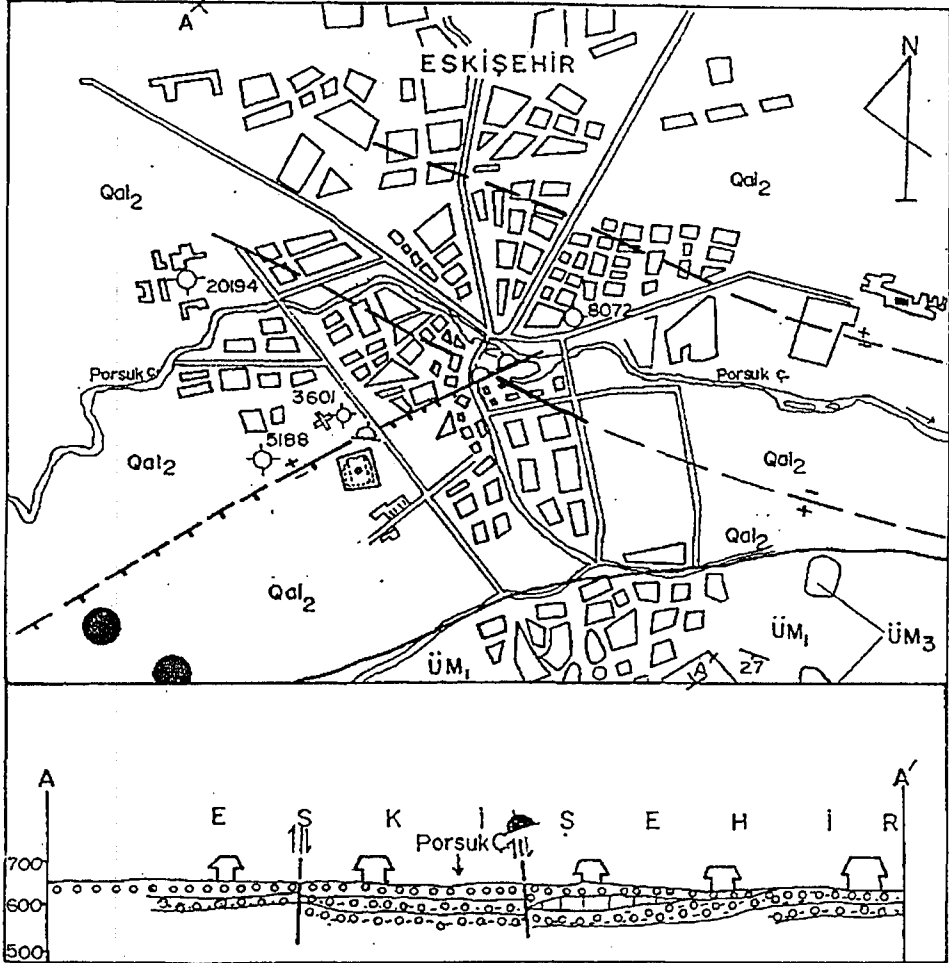
- | | |
|---|---|
|  Kaynak |  Çakma kuyu |
|  Kuru kaynak |  Sondaj |
|  Tulumba |  ES-2 M.T.A Tarafından yapılan sondajlar |

Şehir planı Uzel. Ö.F ve Şentürk, N., (1991) den alınmıştır.

Şekil 4.1. Eskişehir il merkezindeki sıcak su kaynakları [23]

ESKİŞEHİR İL MERKEZİNİN JEOLJİSİ VE JEOLJİK KESİTİ

ÖLÇEK
0 250 500 750 1000m



AÇIKLAMA	
KUVATLILAR Prejyolozik	Qal ₂ Alüvyon
TERSİYER Miyosen	ÜM ₃ Kireçtaşı
	ÜM ₁ Konglomera
	Dokanak
	Jeofizik gravite boy
	Ürleşim ağırlık boy
	Tebaka doğrultu eğimi.
	Sıcaklık Kaynakları
	DSİ Semaforları
	Çatı ölçülme ölçümü (dokanak)
	Jeolojik kesit güzergahı
	Yol
	Sehir İmar Planlaması

Not: jeoloji haritası ve kesit Ölmez, E.. (1985) 'den alınmıştır.

Şekil 4.2. Eskişehir il merkezinin jeolojisi ve jeolojik kesiti [23]

4.3. Aşağı Ilıca Kaynağı

4.3.1. Yer belirleme

Eskişehir il merkezine 30 km uzaklıktadır.

4.3.2. Özet jeoloji

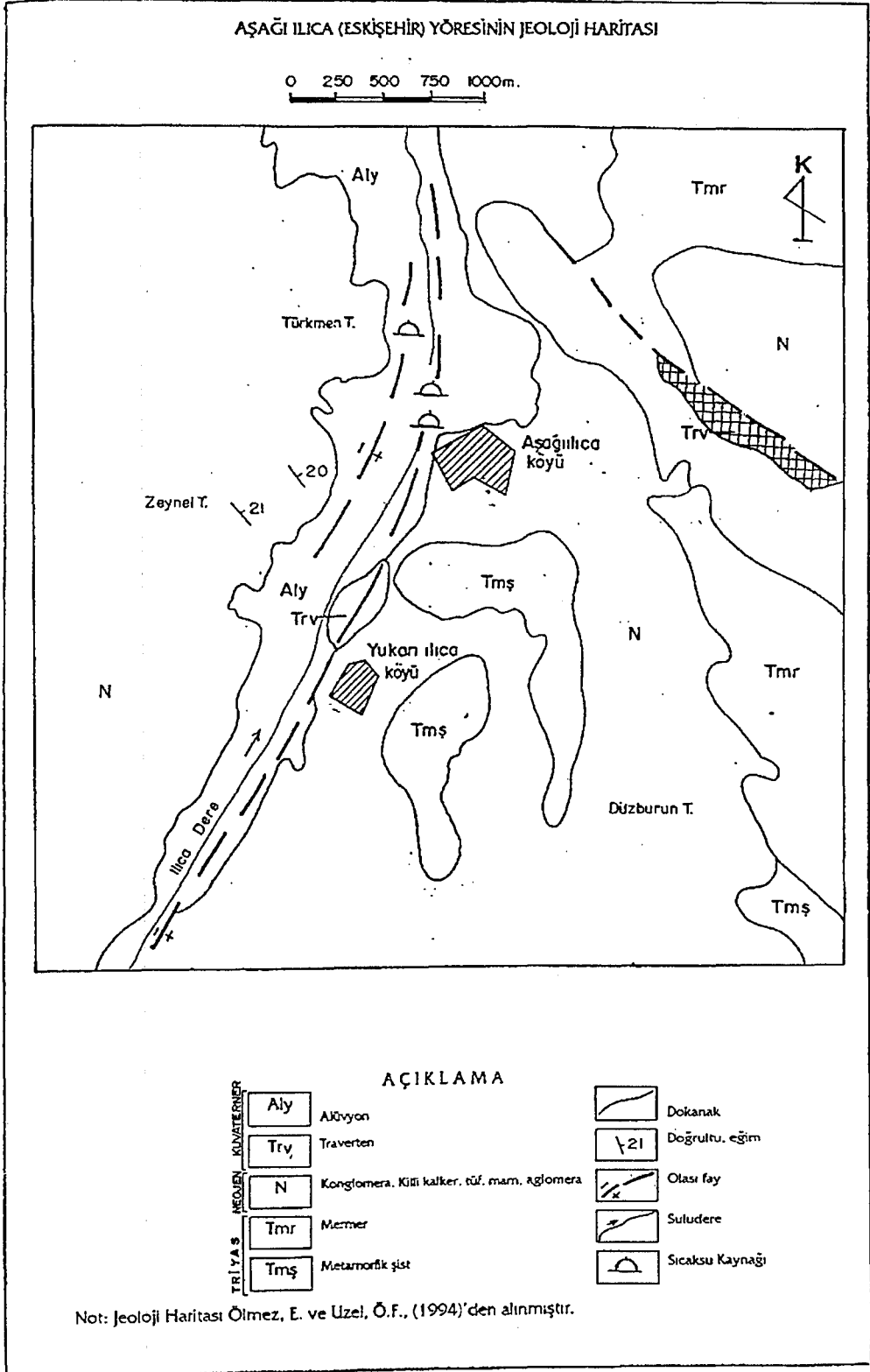
Ilıca civarında temeli Triyas yaşlı glokofan, muskovit, serizit, kalk şist, kuvarsit ve mermerler oluşturur. Bu birimin üzerinde uyumsuz olarak Neojen yaşlı orta ve iri taneli, sıkı tutturulmuş kil ve karbonat çimentolu konglomera, gri beyaz, sarı renkli kil, marn, tuf ve killi kalker seviyeleri bulunmaktadır. Kaynakların çevresinde kuvaterner yaşlı traverten çökelimleri gözlenmektedir. Ilıca civarında en genç birim de Ilıca derenin getirmiş olduğu kil, kum ve siltten oluşan alüvyonlardır (Şekil 4.3.).

4.3.3. Sıcaklık ve debi

27.1992 tarihinde suyun sıcaklığı 29 °C olarak ölçülmüş, debisi ölçülememiş ancak ~ 80 lt / sn civarında olduğu tahmin edilmektedir.

4.3.4. Kimyasal sınıflama

Alınan su numunesi mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.



Şekil 4.3. Aşağı ılıca (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası [23]

4.4. Güney Kaplıcası

4.4.1. Yer belirleme

Eskişehir iline yaklaşık 23 km uzaklıktadır.

4.4.2. Özet jeoloji

İnceleme alanının temelini Üst Kretase yaşlı ofiyolitler oluşturur. Ofiyolitlerin üzerine uyumsuz olarak Neojen yaşlı kırmızı, bej, kızılımsı renkli tuf ve tüfitler gelir. En üstte ise çakıl, kum silt ve kilden oluşan alüvyon yüzeyler (Şekil 4.4.).

4.4.3. Sıcaklık ve debi

1.7.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre; suyun sıcaklığı 30 °C debisi 2.5lt/sn' dir.

4.4.4. Kimyasal sınıflama

Mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girer. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.4.5. Tesis durumu

Köylüler tarafından sadece banyo amaçlı bir bina yapılmıştır. Bina soyunma odaları ve bir adet havuzdan meydana gelmiştir.

4.5. Kızılay Atatürk Gençlik Kampı Ilcası

4.5.1. Yer belirleme

Eskişehir iline yaklaşık 23 km uzaklıktadır.

4.5.2. Özet jeoloji

Ilıca civarını temelini Üst Kretase yaşlı ofiyolitler oluşturur. Ofiyolitlerin üzerine uyumsuz olarak Neojen yaşlı kırmızı bej, tuğla renkli tuf, tüfitler gelir. En üstte ise çakıl, kum, silt ve kilden oluşan kuvaterner yaşlı alüvyon yüzeyler (Şekil 4.4.).

4.5.3. Sıcaklık ve debi

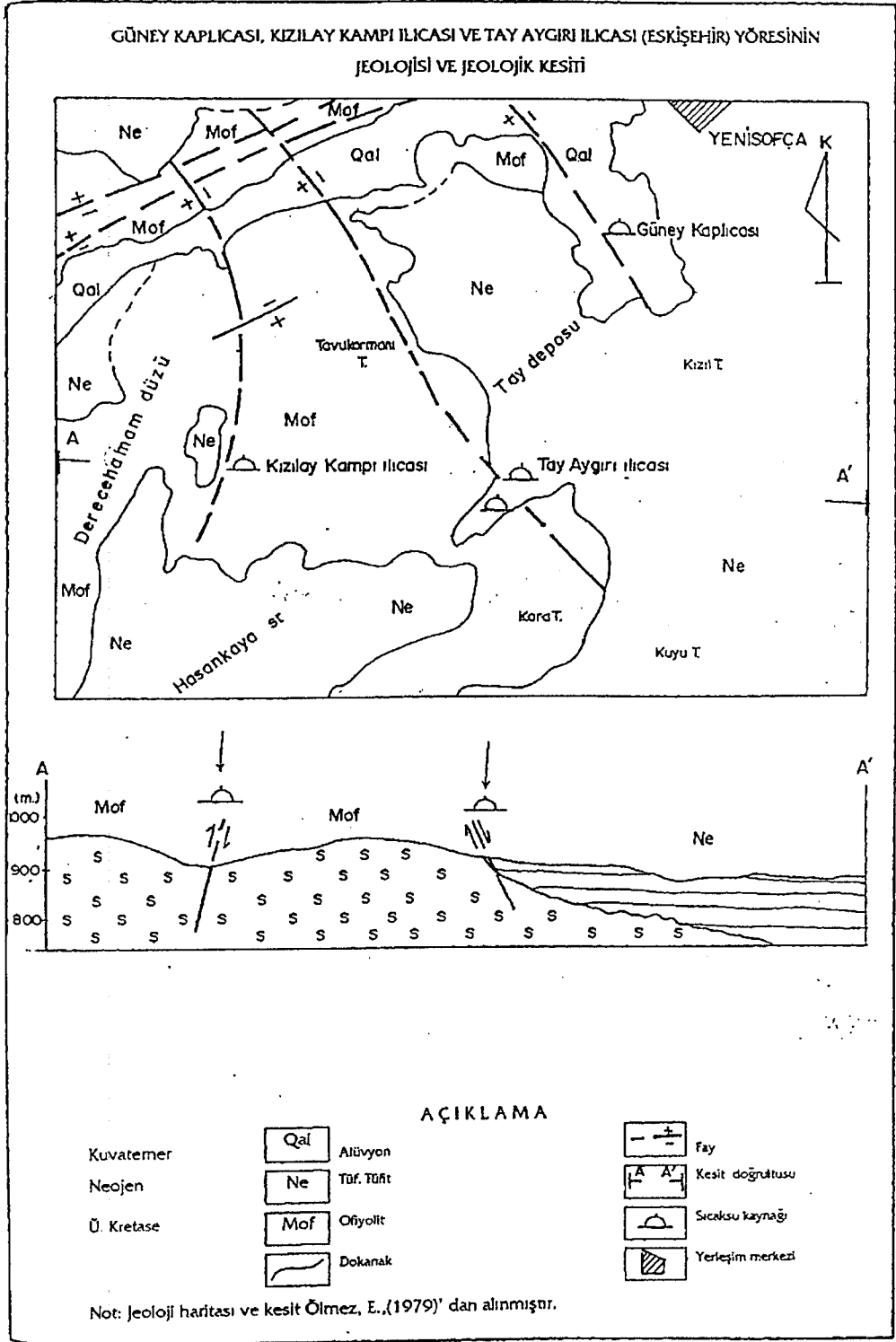
1.7.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre; I. kaynağın sıcaklığı 30 °C ve debisi Ölmez, E.,(1979)' a göre 5.5 lt / sn dir. II. kaynağın debisi ölçülememiş sıcaklığı ise 25 °C' dir.

4.5.4. Kimyasal sınıflama

Mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girer. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.5.5. Tesis durumu

300-350 kişilik yatakhane, 300 kişilik yemekhanesi, yönetim binaları, yüzme havuzu, futbol ve basketbol sahaları ile balık yakalamak için küçük bir göleti bulunmaktadır.



Şekil 4.4. Güney kaplıcası, Kızılay kampı ve Tay Aygırı ılıcası yöresinin jeolojisi ve jeolojik kesiti [23]

4.6. Kızılınler Kaplıcası

4.6.1. Yer belirleme

Kaplıca Eskişehir' in 14 km güneybatısındadır.

4.6.2. Özet jeoloji

Kaplıca civarının temelini Kretase yaşlı ofiyolitler oluşturur. Ofiyolitler üzerinde uyumsuz olarak Tersiyer yaşlı Karacaşehir formasyonunun Meşelik konglomera üyesi bulunur. Bunun da üzerine yine sırası ile Tersiyer yaşlı Eskişehir formasyonunun Dülüçetepe tuf, tüfit üyesi, Kızılınler konglomera üyesi ile bazalt gelir. En üstte ise diskordansla Kuvaterner yaşlı Kumtepe formasyonunun Söğütönü konglomera üyesi ile genç alüvyonlar yüzeyler. Kaynak kaplıca civarından geçen bir faydan yüzeye çıkmaktadır (Şekil 4.5.).

4.6.3. Sıcaklık ve debi

8.7.1992 tarihindeki ölçümlere göre; sıcaklığı 38 °C olarak ölçülmüştür. Su depodan geldiği için debisi ölçülememiştir. Özbek (1975) tarafından yapılan ölçümlere göre sıcaklığı 37.5 °C debisi 0.36 lt/ sn dir.

4.6.4. Kimyasal sınıflama

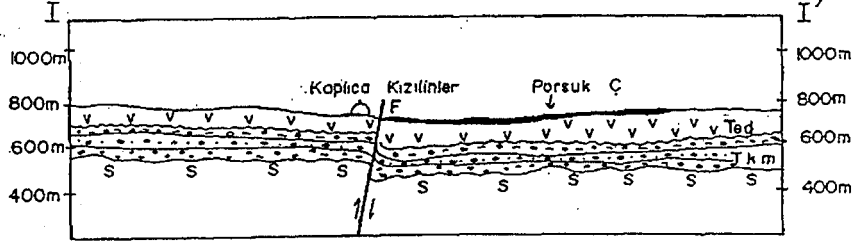
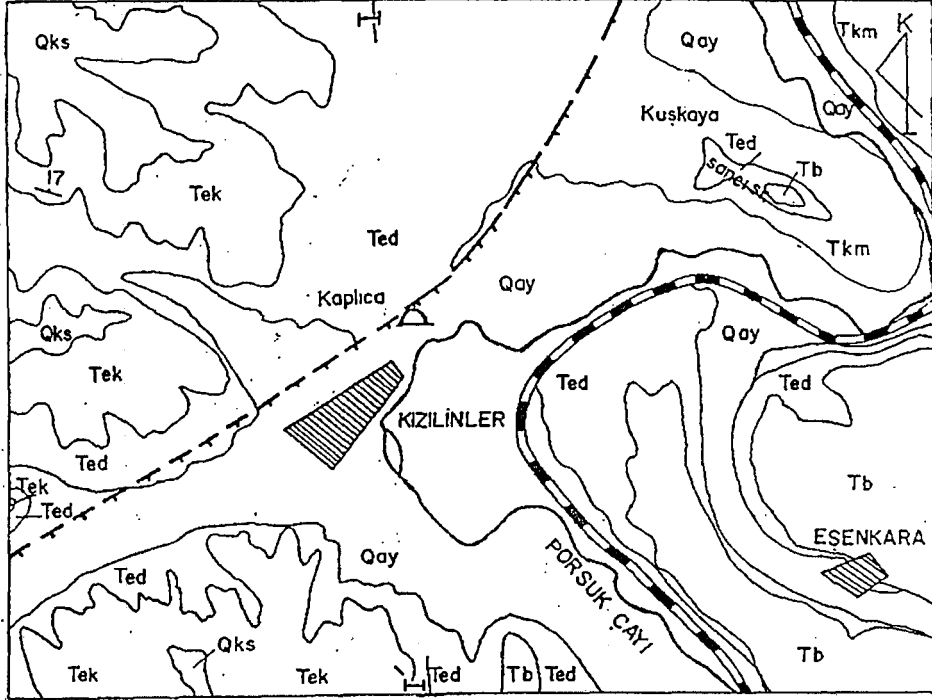
Kaplıcanın suyu mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.6.5. Tesis durumu

Kaplıcanın havuzu, soyunma odası, lokantası, çay salonu ve üç odalı bir oteli bulunmaktadır. Çok iptidai çalışmaktadır.

KIZILINLER (ESKİŞEHİR) KAPLICASI YÖRESİNİN JEOLOSİ VE JEOLojİK KESİTİ

0 250 500 750 1000m



AÇIKLAMA

Kuvaterner	Kümlüpe Form.		(Qay) Alüvyon		Fay
			(Qks) Söğütözü Konglomera üyesi		Dokanak
Terasyer	Kızılınler Form.		(Tb) Bazalt		I-I' Jeolojik kesiti
			(Tek) Kızılınler Konglomera üyesi		Kaplıca
			(Ted) Dülüçe tepe tuf. rüft üyesi		Porsuk çayı
			(Tkm) Meşelik Konglomera üyesi		Yerleşim yeri
			(Mz) Serpantin		Yol
Kretase	Kızılınler Form.		(Qks) Söğütözü Konglomera üyesi		
			(Mz) Serpantin		

Not: Jeolojik Harita ve Kesit Özbek, T. (1976)' dan alınmıştır.

Şekil 4.5. Kızılınler Eskişehir Kaplıcası yöresinin jeolojisi ve jeolojik kesiti [23]

4.7. Tay Aygırı Ilıcısı

4.7.1. Yer belirleme

Eskişehir' e yaklaşık 25 km uzaklıktadır. Birbirlerine 75 m uzaklıkta iki adet kaynak bulunmaktadır.

4.7.2. Özet jeoloji

İnceleme alanının temelini Üst Kretase yaşlı ofiyolitler oluşturur. Ofiyolitlerin üzerine uyumsuz olarak Neojen yaşlı, beyaz, kırmızı, bej tuğla renkli tuf ve tüfitler gelir. En üstte ise Kuvaterner yaşlı çakıl, kum ve killerden oluşan alüvyonlar yüzeyler.

Kaynak KB-GD uzanımlı bir faydan çıkmaktadır (Şekil 4.6.).

4.7.3. Sıcaklık ve debi

1.7.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre; I. kaynağın sıcaklığı 33.5 °C ve debisi 15.5 lt/ sn, ikinci kaynağının sıcaklığı 32 °C ve debisi 2.7 lt/ sn ölçülmüştür.

4.7.4. Kimyasal sınıflama

Mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.7.5. Tesis durumu

Biri açık ve büyük diğeri küçük ve kapalı olmak üzere iki adet havuz ve soyunma odaları bulunmaktadır. Açık havuz yarış atları için yapılmış, halktan çok istek geldiğinde vatandaşlar da faydalanmaktadır.

4.8. Alpu Tıyıcılar İmecesı

4.8.1. Yer belırleme

Alpu' dan stabilize bir yolla gidilir. Yaklaşık olarak 32 km uzaklıktadır .

4.8.2. Özet jeoloji

İnceleme alanının tabanında Triyas yaşlı yeşil, mavi, kirli sarı renkli serizit şist , muskovit şist, kuvarsit, kalkşist, gnays ve mermerlerden oluşan Somdöken metamorfikleri görülür. Bu metamorfik birimin üzerine koyu yeşil, kahverengi kırmızı renklere bol kırıklı peridotitler ve gabrolar tektonik dokanarla gelmektedir (Şekil 4.6.). Gözler ve diğ., (1984) tarafından da Triyas yaşı verilmiştir.

4.8.3. Sıcaklık ve debi

30.6.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre 0.13 lt/ sn debi ve 14 °C sıcaklık ölçülmüştür.

4.8.4. Kimyasal sınıflama

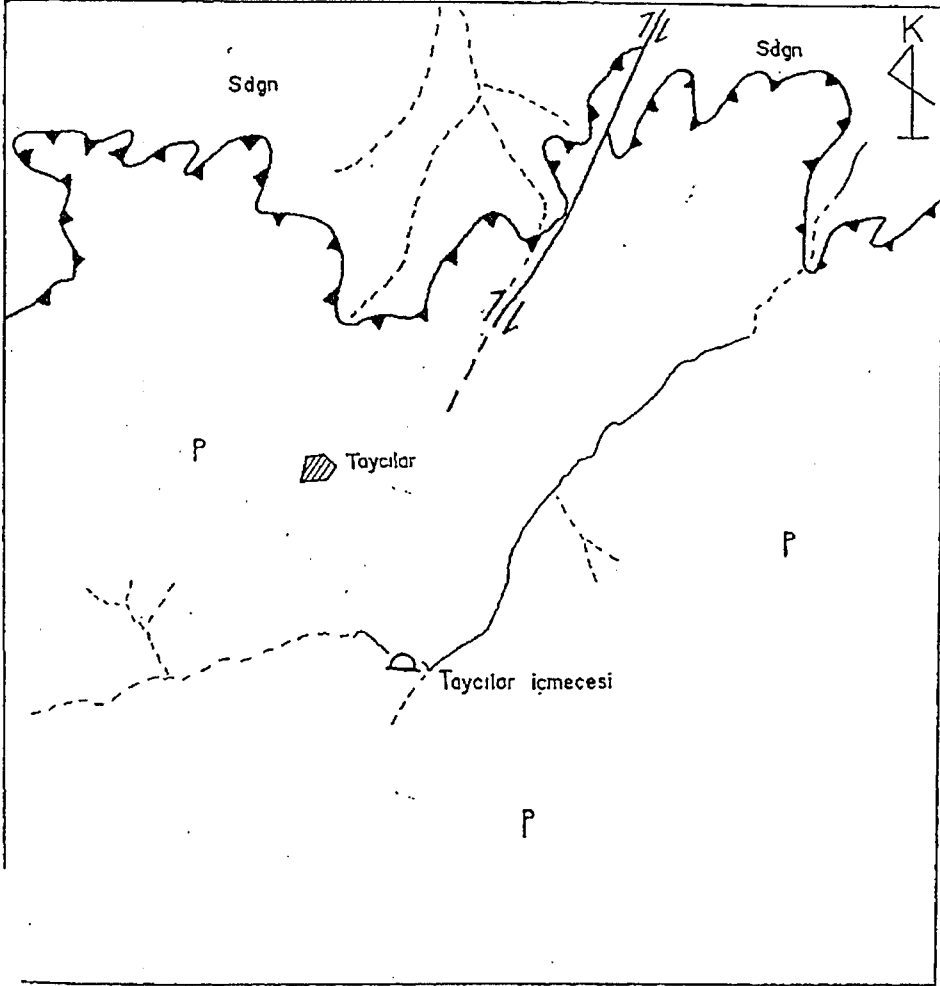
Mineralce fakir sular sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.8.5. Tesis durumu

Köylüler tarafından üç adet çeşme yapılmış olup sular boşa akmaktadır.

ALPU-TAYCILAR İÇMECESİ (ESKİŞEHİR) YÖRESİNİN JEOLojİ HARİTASI

0 250 500 750 1000 m



AÇIKLAMA	
Triyas	
P	Peridotit
Sdgn	Somdöken metamorfiteri
	Böndirme
	Fay
	Sulu Dere
	Susuz Dere
	Çöğme
	Yerleşim yeri

Not: Jeoloji Haritası Gözler ve diğ.,(1996)' dan alınmıştır.

Şekil 4.6. Alpu-Taycılar içmeçesi (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası [23]

4.9. Alpu Uyuz Hamamı

4.9.1. Yer belirleme

Alpu ilçesinin 16 km güneydoğusunda yer almaktadır.

4.9.2. Özet jeoloji

Kaplıca civarında, temelde triyas yaşlı metamorfik şist ve mermerler yer almakta, bunların üzerine tektonik dokanakla Triyas yaşlı ofiyolitik kayalar gelmektedir. Tüm bu birimleri de uyumsuz olarak Miyosen yaşlı konglomera-kumtaşı, marn ve kil ara katkılı tuf, tüfitler örtmektedir. Bölgedeki en geç birim ise Kuvaterner yaşlı alüvyondur (Şekil 4.7.).

4.9.3. Sıcaklık ve debi

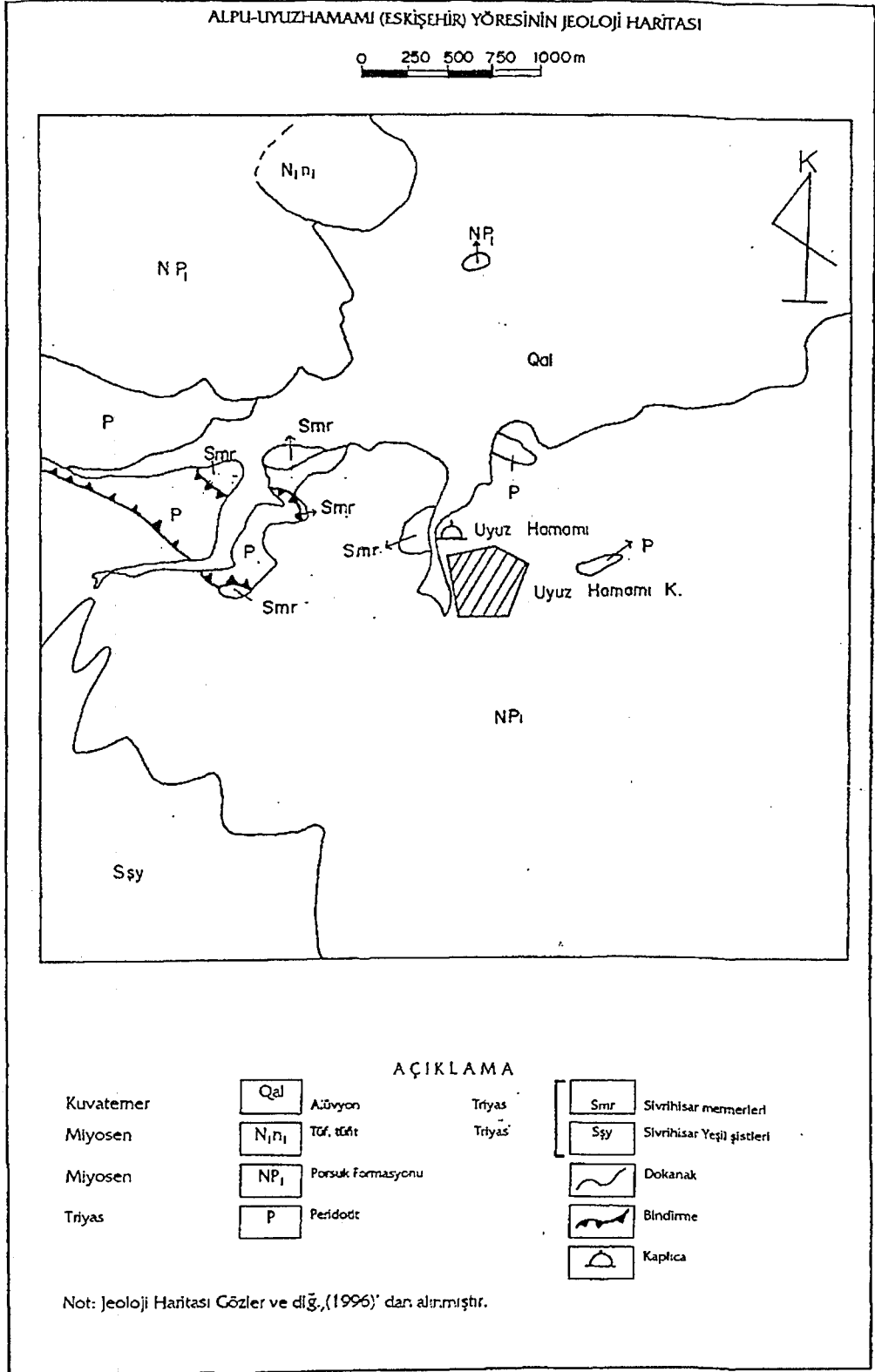
30.6.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre debisi 2.5 lt/sn, sıcaklığı 30 °C dir.

4.9.4. Kimyasal sınıflama

Magnezyumlu, kalsiyumlu, bikarbonatlı termal sular sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.9.5. Tesis durumu

Kaplıca tesisinin inşaatı devam etmektedir.



Şekil 4.7. Alpu-Uyuz hamamı (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası [23]

4.10. İnönü-İnönü Ilıcası

4.10.1. Yer belirleme

İnönü ilçesinin 2.5 km doğusunda yer almaktadır.

4.10.2. Özet jeoloji

Sıcak su kaynağı güneyinde Triyas yaşlı bol çatlaklı, kırıklı mermerler ile yeşilimsi gri renkli metamorfik şistler yer almaktadır. Bu birimlerin üzerine uyumsuz olarak gelen Pliyosen yaşlı koyu yeşil, kahverengi renklerde yer yer tuf ara tabakalı bazaltlar bulunmaktadır. Sıcak su çevresinin en genç birimi ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 4.8.).

4.10.3. Sıcaklık ve debi

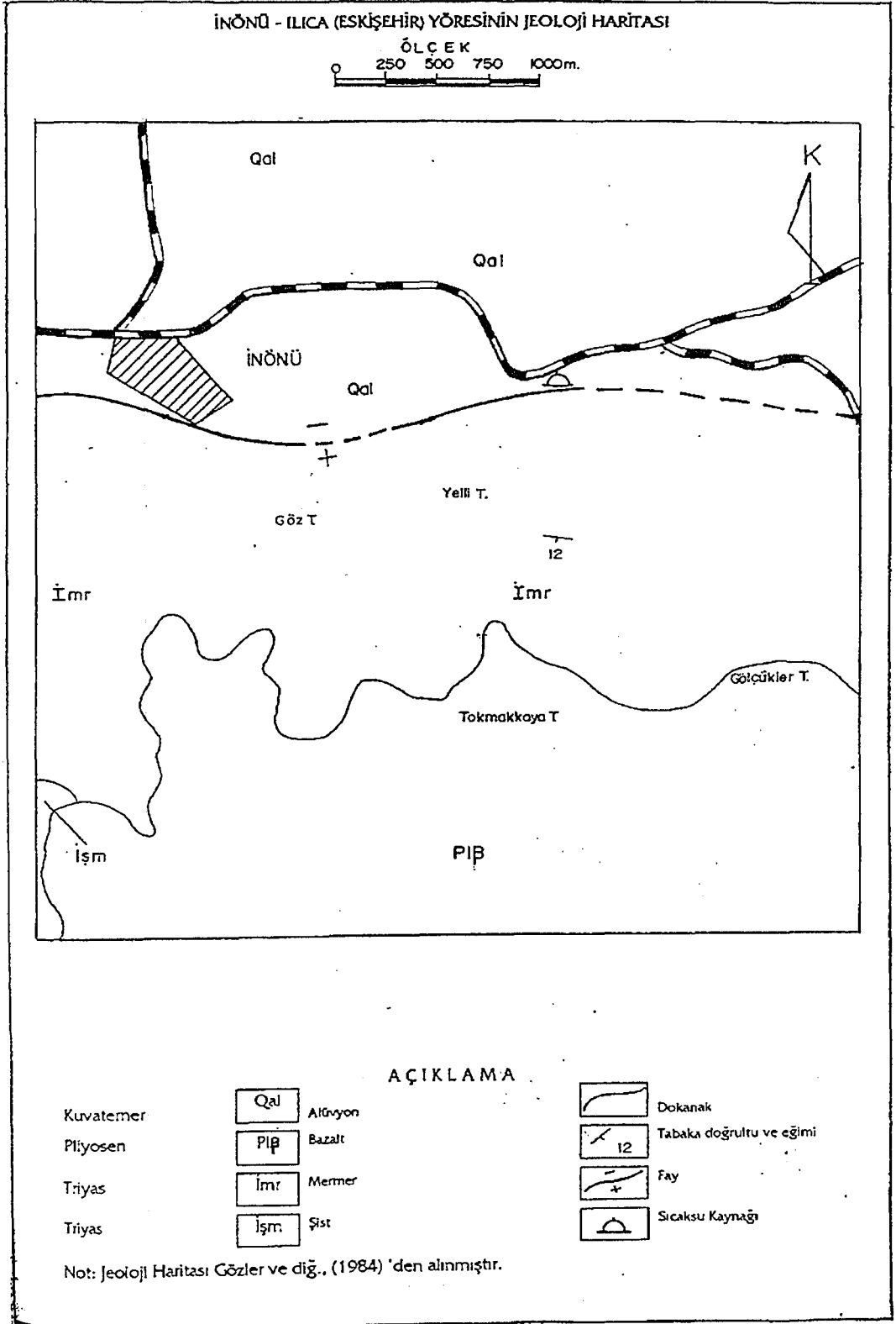
3.7.1992 tarihinde alınan ölçülere göre sıcaklığı 28 °C, debisi de yaklaşık olarak 15 lt/ sn dir.

4.10.4. Kimyasal sınıflama

Alınan su örneği mineralce fakir sular (akroterm) sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.10.5. Tesis durumu

Açık bir yüzme havuzu bulunmaktadır.



Şekil 4.8. İnönü-İlica (Eskişehir) yöresinin jeolojî haritası [23]

4.11. İnönü Pınarbaşı Kaynağı

4.11.1. Yer belirleme

İnönü ilçesinin 1 km batısında yer almaktadır.

4.11.2. Özet jeoloji

İnceleme alanı civarının tabanında Triyas yaşlı bol çatlaklı, kırıklı mermerler ile yeşilimsi-grimsi renkli şistler yer almaktadır. Bunların üzerine uyumsuz olarak Miyosen yaşında konglomera, kumtaşı ile kireçtaşları gelmektedir. En genç birim ise kil, kum ve siltten oluşan ve tutturulmamış malzemedен meydana gelmiş alüvyonlardır (Şekil 4.9.).

4.11.3. Sıcaklık ve debi

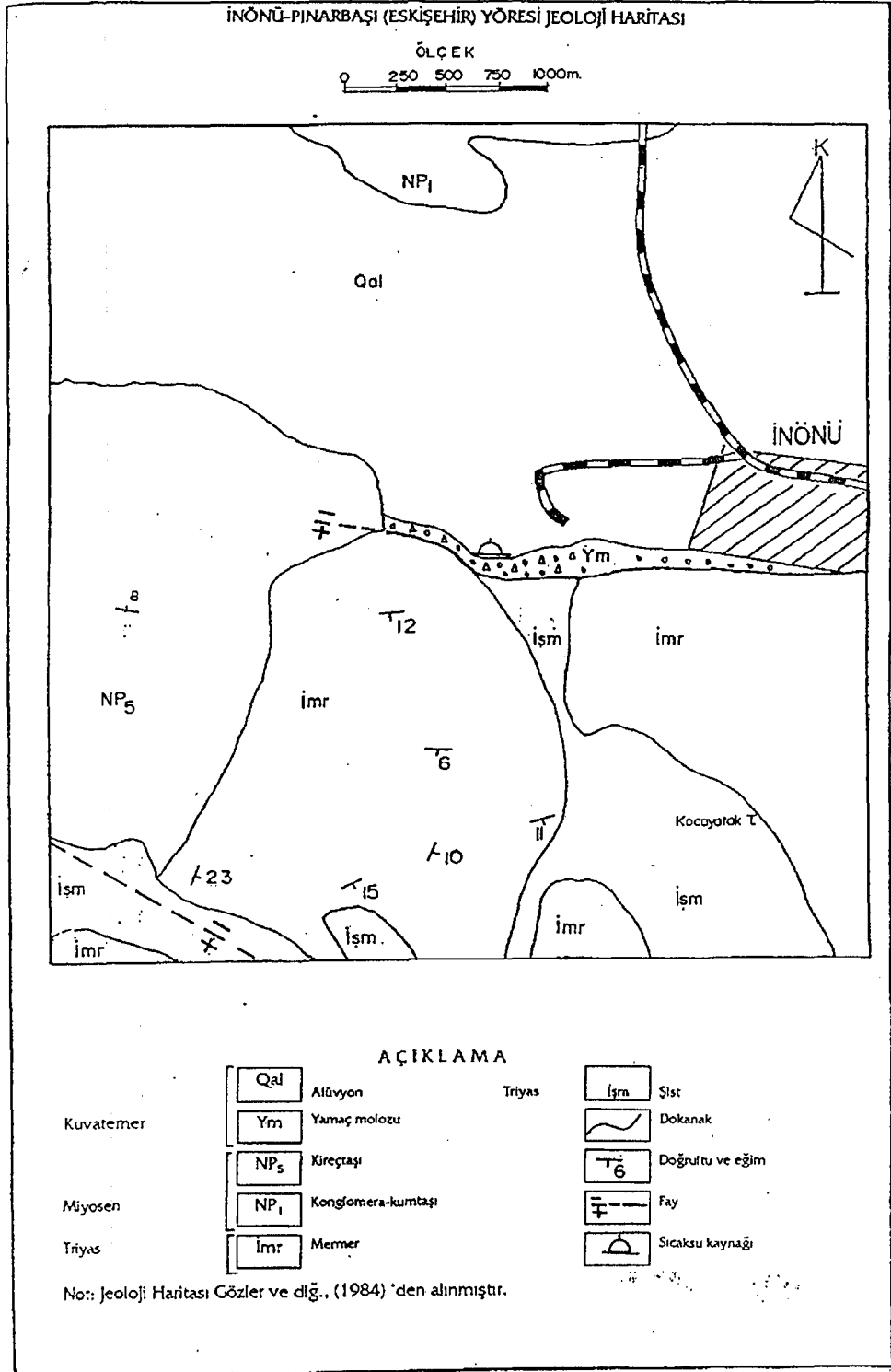
3.7.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre sıcaklığı 26 °C dir. Debisi ölçülememiştir.

4.11.4. Kimyasal sınıflama

Alınan su örneği mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.11.5. Tesis durumu

Küçük bir yüzme havuzundan başka tesis yoktur.



Şekil 4.9. İnönü-Pınarbaşı (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası [23]

4.12. Mihaliççık Yarıkcı Kaplıcası

4.12.1. Yer belirleme

Mihaliççık ilçesinin 11 km güneydoğusunda ve Yarıkcı köyünün 1750 m doğusunda yer almaktadır.

4.12.2. Özet jeoloji

Kaplıca civarının temelini Paleozoyik yaşlı metamorfik şistler oluşturur. Üstte mesozoyik yaşlı kireçtaşı, serpantin, diyabaz ve radyolaritlerden meydana gelen ofiyolitik bir melanj gelir. (Şekil 4.10.).

4.12.3. Sıcaklık ve debi

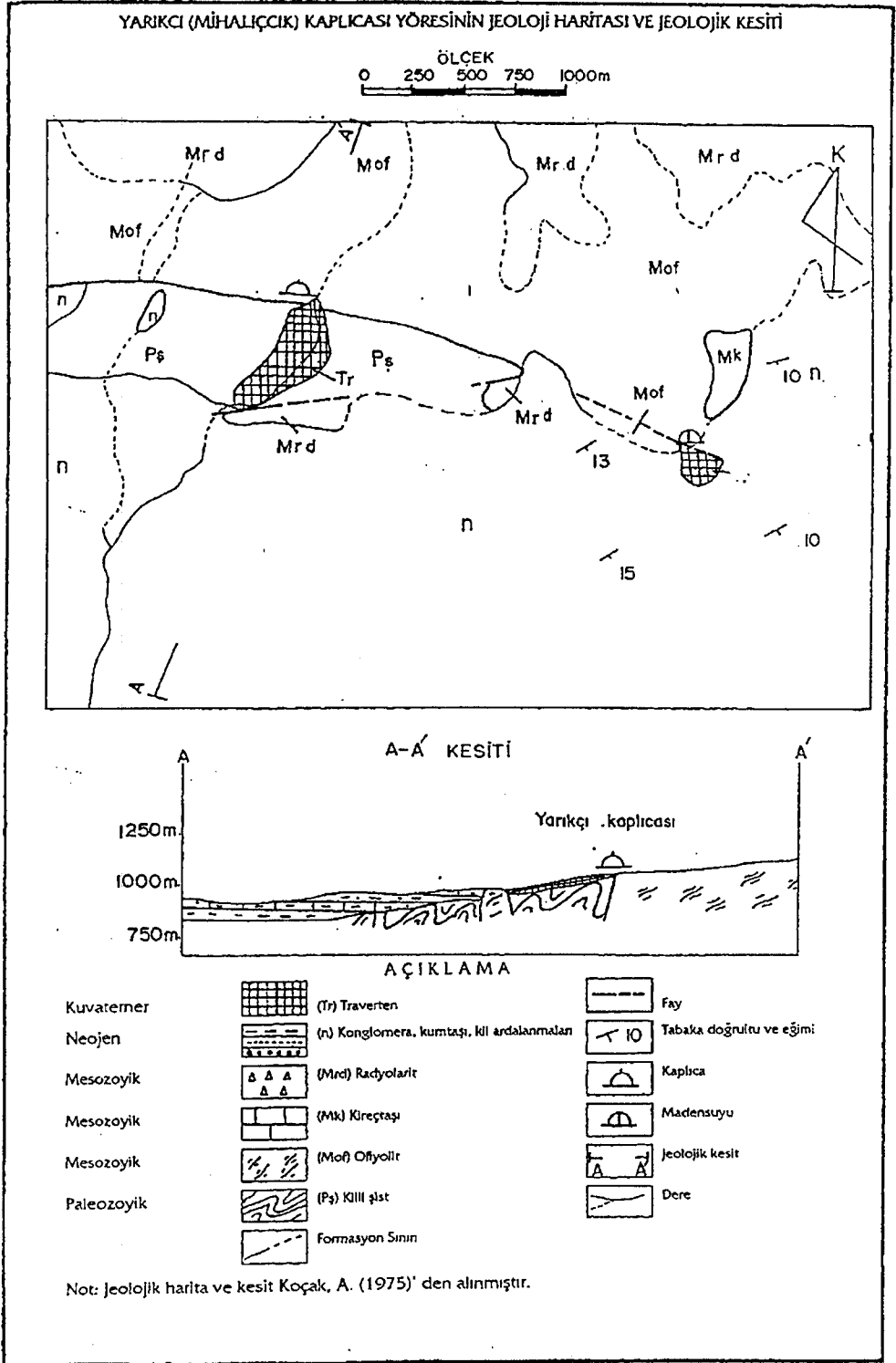
20.7.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre suyun havuzdaki sıcaklığı 34 °C dir. Koçak, A., (1975) tarafından yapılan ölçümlere göre suyun sıcaklığı 38 °C, debisi ise 5 lt/sn dir.

4.12.4. Kimyasal sınıflama

Koçak, A., (1975) tarafından alınan su numunesi Magnezyumlu - kalsiyumlu - sodyumlu - bikarbonatlı sıcak sular sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.12.5. Tesis durumu

Üç küçük havuzlu hamamı, 70 odalı pansiyonu ve bir adet çay bahçesi bulunmaktadır. Halk, genelde tedavi amaçlı gelip 7 günde 21 banyo almaktadır.



Şekil 4.10. Yarıkcı (Mihalıçcik) kaplıcası yöresinin jeoloji haritası ve jeolojik kesiti [23]

4.13. Yarıkcı Madensuyu

4.13.1. Yer belirleme

Yarıkcı Kaplıcasının yaklaşık 2 km güneydoğusundadır.

4.13.2. Özet jeoloji

İnceleme alanının temelini Paleozoyik yaşlı metamorfik şistler oluşturur. Bunların üzerine Mesozoyik yaşlı kireçtaşları, serpantin, diyabaz ve radyolaritlerden meydana gelen ofiyolitik bir melanj gelir. Daha üstte ise konglomera, kumtaşı ve kıltaşı ardalanmasından oluşan Neojen yaşlı kayalar ile Kuvaterner yaşlı travertenler yüzeyler.

Kaynak KB-GD uzanımlı bir fayla yüzeye çıkmaktadır (Şekil 4.10.).

4.13.3. Sıcaklık ve debi

Koçak, A., (1975) tarafından yapılan ölçümlere göre sıcaklığı 28 °C, debisi 2 lt/ sn dir.

4.13.4. Kimyasal sınıflama

Magnezyumlu, kalsiyumlu, bikarbonatlı sıcak sular sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.13.5. Tesis durumu

Tesis bulunmamaktadır. Kaynak boşa akmaktadır.

4.14. Sarıcakaya Gelin eşmesi Maden Suyu

4.14.1. Yer belirleme

Eskişehir ilinin kuzeyinde ve Eskişehir' e yaklaşık 60 km uzaklıktadır.

4.14.2. Özet jeoloji

Temelde Paleozoyik yaşlı metamorfik şistler bulunur. Genelde yeşil, mavi, kirli sarı renklerde, çok kırıklı ve kıvrımlı bir yapı gösteren bu kayalar glokofan şist, muskovit şist, kuvarsit, kalkşist ve mermerlerden oluşmuştur. Metamorfik kayaların üzerine Triyas yaşlı koyu yeşil, kahverengi, kırmızı renklerde serpantin, radyolarit ve gabrolardan oluşan ofiyolitik kayalar gelir (Şekil 4.11.).

4.14.3. Sıcaklık ve debi

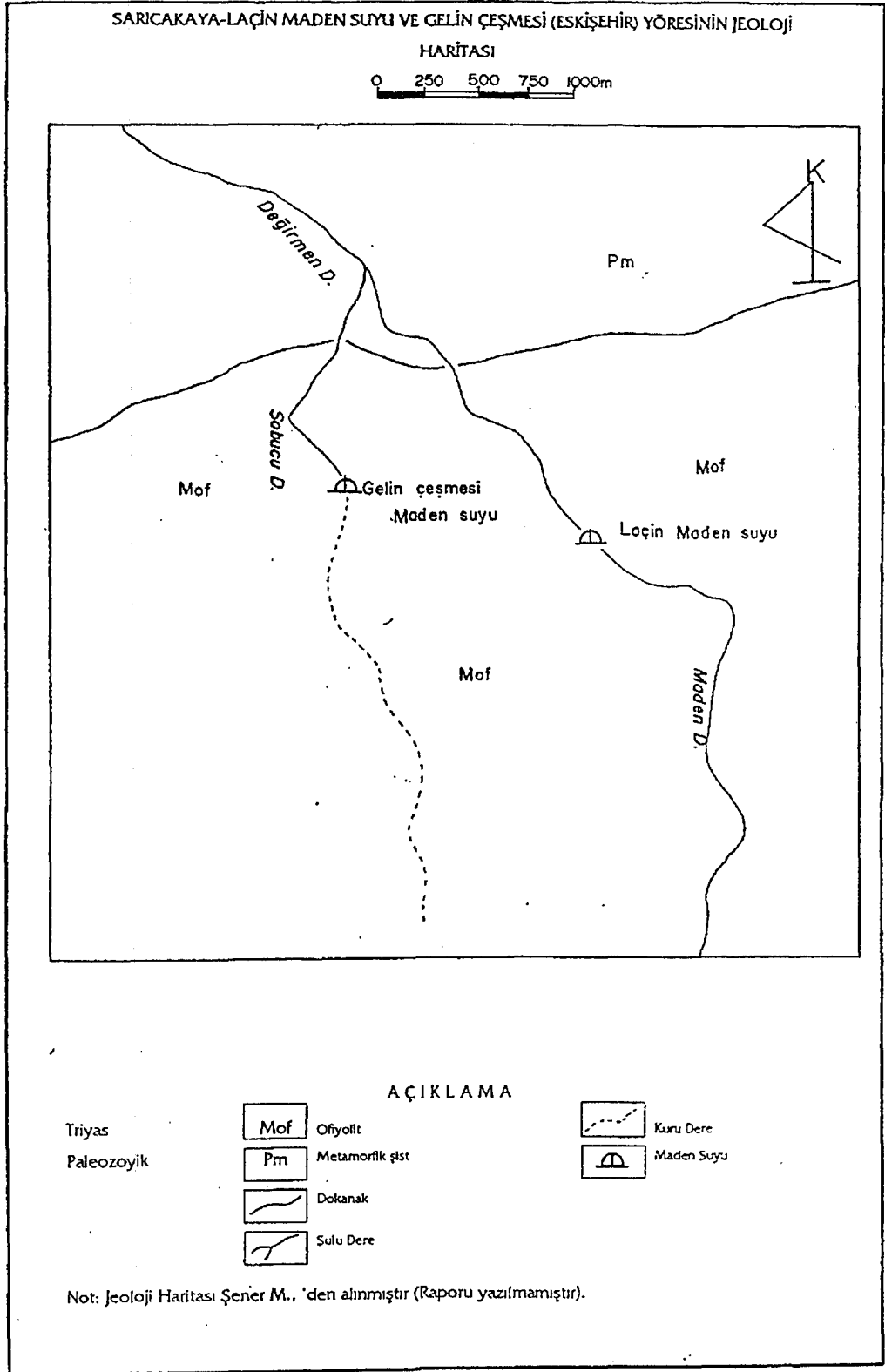
29.6.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre debisi 0.1 lt/sn, sıcaklığı 17 °C olarak tespit edilmiştir.

4.14.4. Kimyasal sınıflama

Magnezyumlu, sodyumlu, kalsiyumlu, bikarbonatlı sular sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.14.5. Tesis durumu

Bir çeşme yapılmış çeşmeden akmaktadır. Başka tesis yapılmamıştır.



Şekil 4.11. Sarıcakaya-Laçın Maden Suyu ve Gelin Çeşmesi (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası [23]

4.15. Sakarılıca Kaplıcası

4.15.1. Yer belirleme

Eskişehir' in kuzeyinde ve Eskişehir'e yaklaşık 35 km uzaklıktadır.

4.15.2. Özet jeoloji

Yörenin temelini Paleozoyik yaşlı sist, kuvarsit ve mermerlerden oluşan metamorfik kayalar oluşturur. Bunların üzerine tektonik dokanakra Mesozoyik yaşlı serpantin, kireçtaşı, radyolarit, çamurtaşı, meta kumtaşı, diyabaz ve gabrolardan oluşan ofiyolitik melanj gelir. Senozoyik ise konglomera, killi kireçtaşı tuf ve alüvyon ile temsil edilir. Mağmatikler ise andezitlerden oluşur.

Kaynak ofiyolitik melanjin içindeki faylardan çıkmaktadır (Şekil 4.12.).

4.15.3. Sıcaklık ve debi

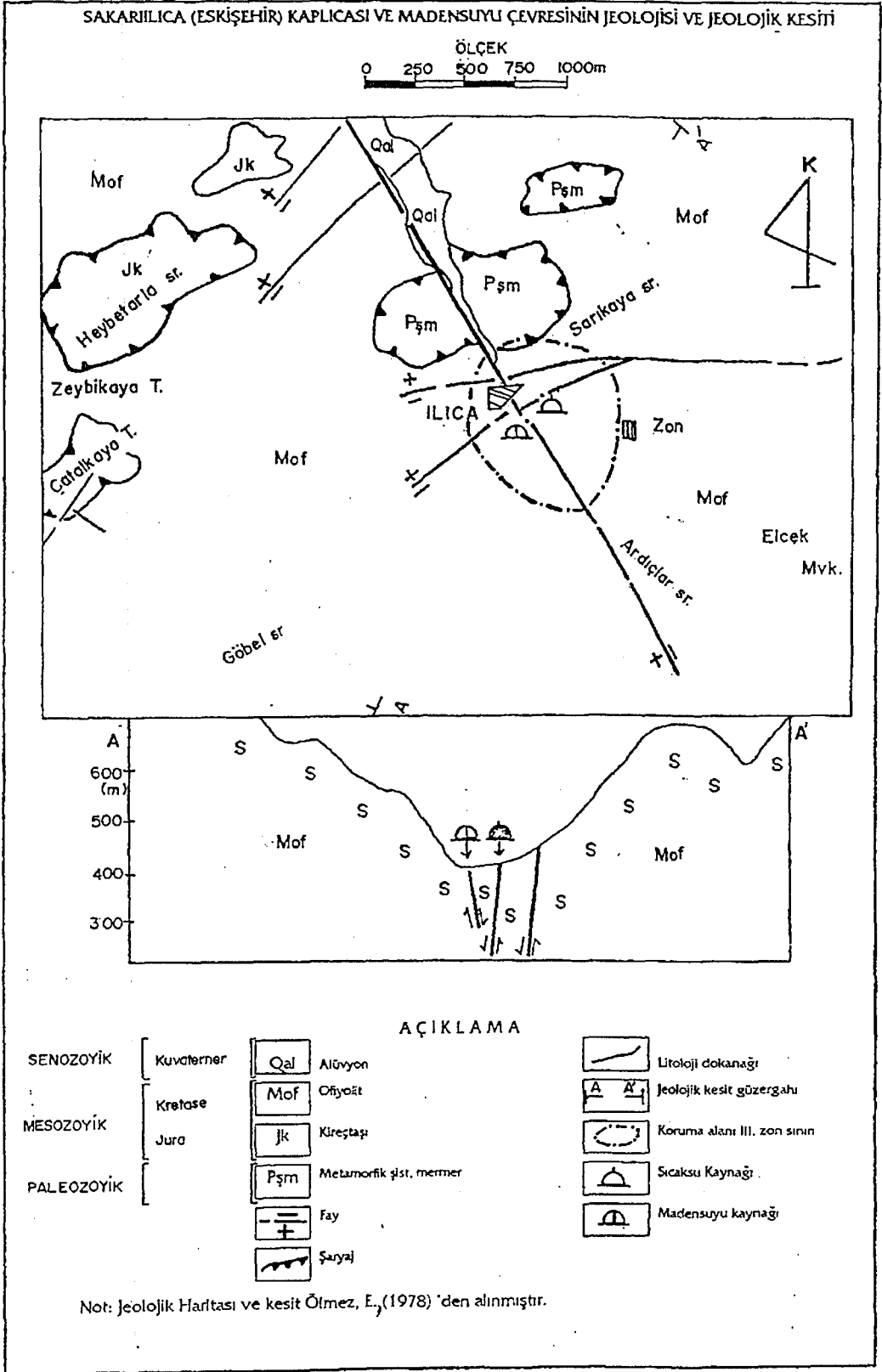
28.6.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre Sk-3 nolu sondajdan çıkan akışkanın sıcaklığı 58 °C, debisi 5.5 lt/sn' dir.

4.15.4. Kimyasal sınıflama

Sodyumlu, magnezyumlu, bikarbonatlı sıcak sular sınıfına girer. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.15.5. Tesis durumu

Özel idareye ait turistik belgeli iki yıldızlı 20 oda restaurant ve toplantı salonundan oluşan tesisler ile muhtarlığa ait 136 oda ve iki havuzdan oluşan tesisler bulunmaktadır. 15 Mayıs- 15 Ekim tarihleri arasında ful kapasite ile çalışmaktadır. Konaklama yerleri için önceden rezerv ettirmek gerekmektedir.



Şekil 4.12. Sakarılıca (Eskişehir) Kaplıcası ve maden suyu çevresinin jeolojisi ve jeolojik kesiti [23]

4.16. Sakarılıca Maden Suyu

4.16.1. Yer belirleme

Eskişehir' in kuzeyinde ve Eskişehir' e yaklaşık 35 km uzaklıktadır.

4.16.2. Özet jeoloji

Sakarılıca kaplıcası ile aynıdır.

4.16.3. Sıcaklık ve debi

28.6.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre; suyun sıcaklığı 21.5 °C dir. Kaynak çeşmenin kaptajında toplandığı için debisi ölçülememiştir.

4.16.4. Kimyasal sınıflama

Mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girer. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.16.5. Tesis durumu

Dört musluklu bir çeşme bulunmaktadır, kaptajlanan su bu çeşmeye verilmiştir. Halk bu çeşmeden içerek yararlanmaktadır.

4.17. Laçın Maden Suyu

4.17.1. Yer belirleme

Eskişehir ilinin kuzeyinde ve Eskişehir' e yaklaşık olarak 60 km uzaklıktadır.

4.17.2. Özet jeoloji

Temelde Paleozoyik yaşlı metamorfik şistler bulunur. Genelde yeşil, mavi, kirli sarı renklerde, çok kırıklı ve kıvrımlı bir yapı gösteren bu kayalar glokofan şist, muskovit şist, kuvarsit, kalkışist ve mermerlerden oluşmuştur. Metamorfik kayaların üzerine koyu yeşil, kahverengi, kırmızı renklerde serpantin, radyolarit, diyabaz ve gabrolardan oluşan Triyas yaşlı ofiyolitik kayalar gelir (Şekil 4.11.).

4.17.3. Sıcaklık ve debi

29.6.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre; 0.25 lt/ sn debi, 18 °C sıcaklık tespit edilmiştir.

4.17.4. Kimyasal sınıflama

Magnezyumlu, sodyumlu, kalsiyumlu, bikarbonatlı sular sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.17.5. Tesis Durumu

Eskiden şişeleme tesisi yapılmış daha sonra durdurulmuştur. Şuan işletme harabe şeklindedir. Kullanılabilecek durumda değildir. Tesislerden yararlanabilmek için restore edilmesi gerekmektedir.

4.18. Seyitgazi Alpanos (Sarayören) Ilıcası

4.18.1. Yer belirleme

Eskişehir ilinin güneyinde ve 32 km uzaklıktadır.

4.18.2. Özet jeoloji

Ilıca civarında tabanda yeşil, mavi, kirli sarı renklerde, kıvrımlı kırıklı bir yapı gösteren, içerdiği mineraller itibariyle yüksek basınç metamorfizması neticesinde oluşan glakofan şist, muskovit şist ve mermerlerden oluşan Triyas yaşlı bir birim bulunur. Bu metamorfik seri üzerine tektonik dokanakla gelen Triyas yaşlı koyu yeşil, kahverengi, kırmızımsı renklerde ofiyolitik kayalar yer almaktadır. Bu birimlerin üzerine de uyumsuz olarak örten yeşil ve alacalı renkli Üst Miyosen yaşlı kil ve marnlar gelmektedir. En üstte de Kuvaterner yaşlı alüvyon bulunmaktadır (Şekil 4.13.).

4.18.3. Sıcaklık ve debi

2.7.1992 tarihinde sıcaklık değeri 20 °C ölçülmüş olup debisi ölçülememiştir.

4.18.4. Kimyasal sınıflama

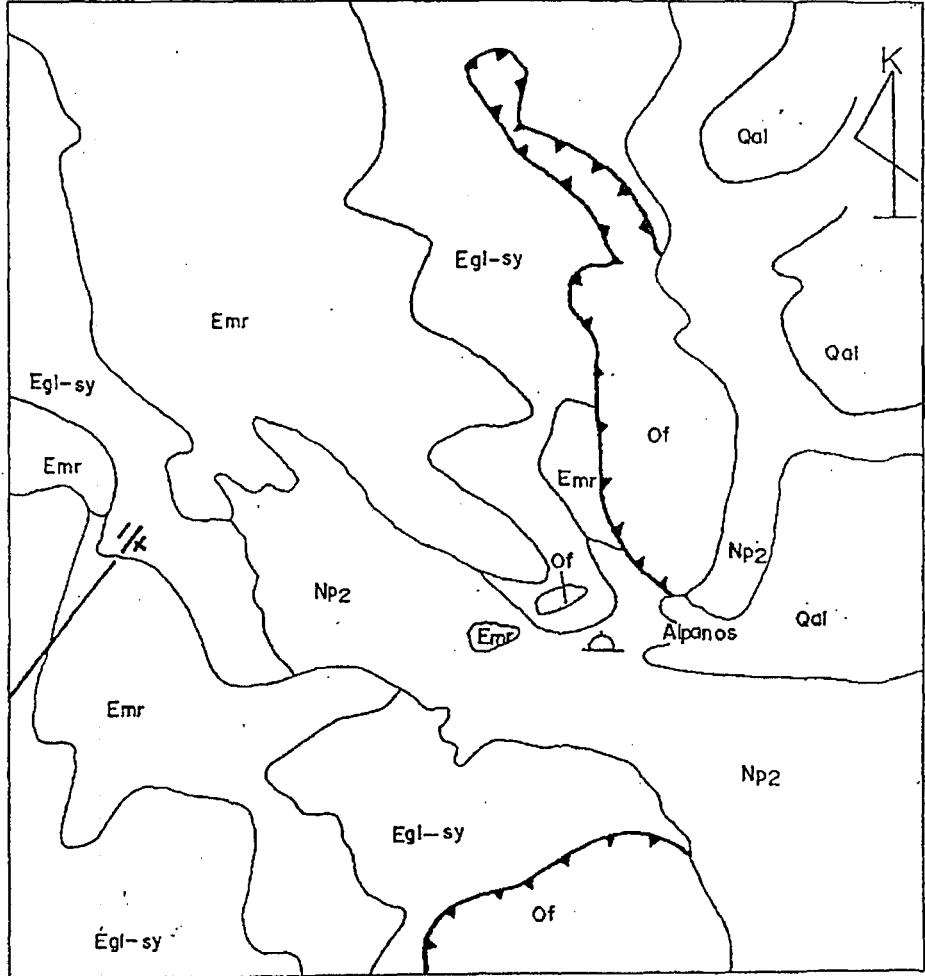
Suyun sınıflaması mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.18.5. Tesis durumu

Her hangi bir tesis bulunmamaktadır.

SEYİTGAZI-ALPANOS (ESKİŞEHİR) YÖRESİNİN JEOLojİ HARİTASI

0 250 500 750 1000 m



AÇIKLAMA

Kuvaterner	Qal	Alçayon	Triyas	Egl-sy	Eskişehir glokofanitik yeşil şistleri
Üst Miyosen	Np ₂	Mam ve kıl		Dökanaç	
Triyas	Of	Ofiyolit		Bindirme	
Triyas	Emr	Eskişehir mermeri		Fay	
				Kaplıca	

Not: Jeoloji Haritası Gözler ve diğ., (1996)'dan alınmıştır.

Şekil 4.13. Seyitgazi-Alpanos (Eskişehir) yöresinin jeoloji haritası [23]

4.19. Sivrihisar Hamamkarahisar Kaplıcası

4.19.1. Yer belirleme

Kaplıca, Sivrihisar' in yaklaşık 23 km doğusundadır.

4.19.2. Özet jeoloji

İnceleme alanının temelini Paleozoyik yaşlı granodiyorit, metamorfik şist ve kuvars şistler oluşturur. Onun üzerine Mesozoyik yaşlı kristalize kalker ve ultra bazik kayalar gelir. Üste doğru Neojen yaşlı kalker, marn, killere Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyonlar gelir (Erisen, 1973) (Şekil 4.14.).

Kaynak KD-GB uzanımlı fayla, DB uzanımlı fayın kesim noktasından çıkmaktadır.

4.19.3. Sıcaklık ve debi

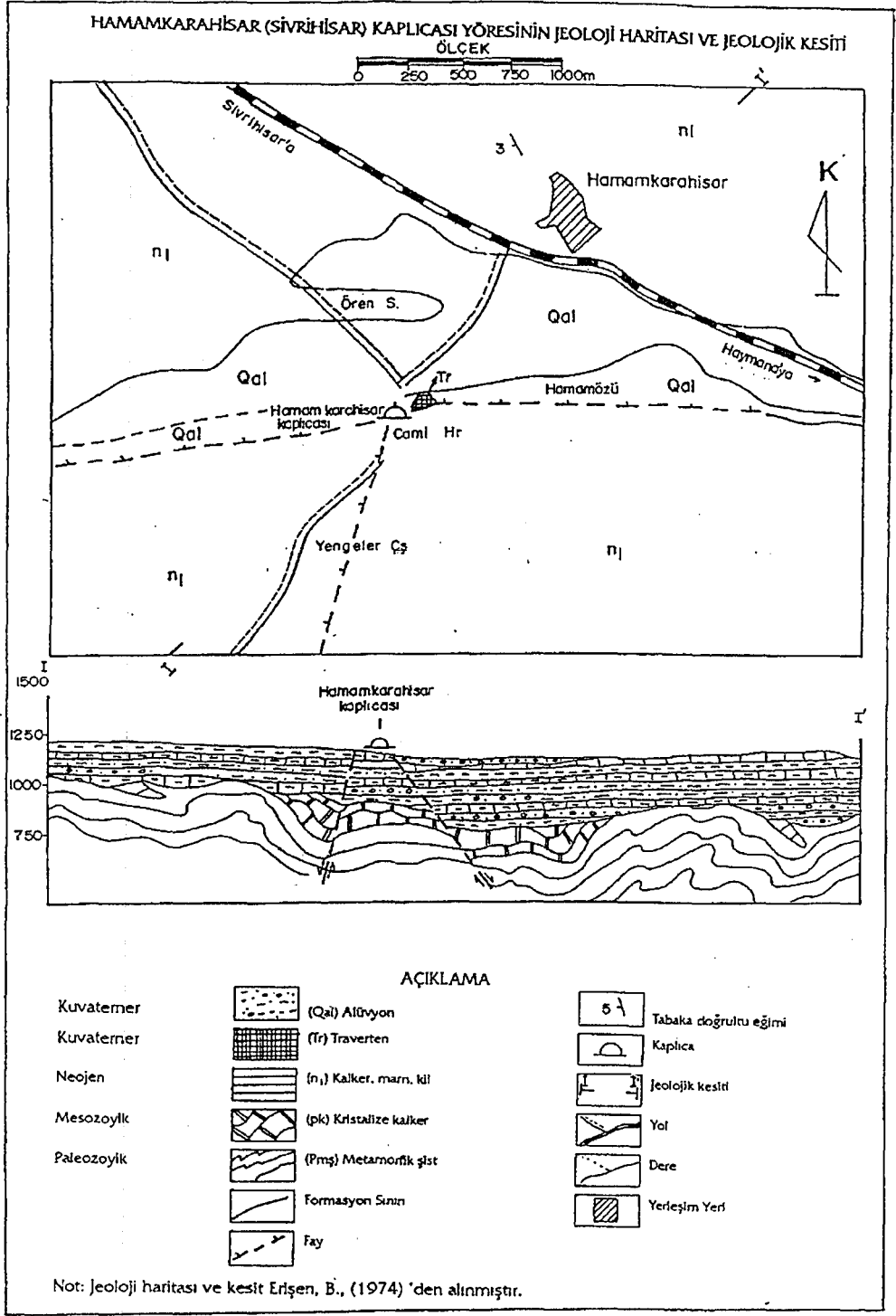
11.7.1992 tarihinde yapılan ölçümlere göre suyun sıcaklığı 35.5 °C debisi ise Erisen, B., (1972)' nin ölçümlerine göre 45 lt/ sn bulunmuştur.

4.19.4. Kimyasal sınıflama

Mineralce fakir sıcak sular (akroterm) sınıfına girmektedir. Suyun kimyasal özellikleri Ek 4' de verilmiştir.

4.19.5. Tesis durumu

Erkek ve bayanlara ait iki adet hamam vardır. Özel idare tarafından 5 blok 20 daire ve her dairede; bir oda, bir salon bir mutfaktan oluşan tesis yapılmıştır [23].



Şekil 4.14. Hamamkarahisar (Sivrihisar) kaplıcası yöresinin jeoloji haritası ve jeolojik kesiti [23]

5. SONUÇ

Bu çalışmada jeotermal enerjinin dünyadaki ve yurdumuzdaki kullanım alanlarına kısaca değinilmiştir. Eskişehir ili merkez ve ilçelerindeki sıcak su kaynaklarının, çıkış yerleri, debi, kimyasal durumları, sıcaklıkları ve üzerlerindeki tesisler hakkındaki bilgiler kısaca derlenmiştir.

Çalışmada, Eskişehir ve civarı hakkında MTA verileri dışında tatmin edici çalışmaların bulunmadığı görülmüştür.

Eskişehir il merkezindeki hamamlara gidilmiş ve mevcut durumları gözlenmiştir. MTA'nın 1991 yılında yaptığı araştırmada yer alan ve çalışmamıza da temel teşkil eden bu kaynaklardan bir kısmının, şu an kullanım dışı olduğu görülmüştür. Şehir merkezindeki bazı kaynakların üstleri beton ile kapatılmış bazılarının ise hamam olarak işletilmesine son verilmiştir. Hamam olarak işletilenlerin büyük kısmında yeni kuyular açılmış ve daha derinlerde bulunan yeni rezervlerden daha yüksek sıcaklıklar elde edilmiştir. Şu an Eskişehir merkezinde yer alan kaynaklar ve son sıcaklıkları aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

Çizelge 5.1. Eskişehir' de bulunan kaynakların son durumları (Ekim 2004)

Adı	Sıcaklık (°C) Ekim 2004	Sıcaklık (°C) Mayıs 1991	Debi (lt/sn)	Ölçüm Periyodu	Derinlik (m)
Uysal Hamamı	43	-	5.6	Her gün	35
Şiraze Hamamı	43	40	-	Haftada bir	44
Güneş Hamamı	45	41	-	Her gün	90
Gürcanlı Hamamı	46	-	-	Her gün	70
Keçeciler Hamamı(2)	46	37	7	Ayda bir	70
Has Hamamı	46	44	-	Her gün	-
Yıldız Hamamı	43	42	-	Her gün	-
Önkal Hamamı	43	41	-	Her gün	16
Erkekler Hamamı	47	45	-	Haftada bir	-
Yeni Hamam	47	44	-	Haftada bir	-
Alçık Hamamı	45	44.5	-	Haftada bir	-
Şengül Hamamı	45	44.5	-	Haftada bir	-
Keçeciler Hamamı(1)	44	41	-	Haftada iki	8
Ferah Hamamı	39	33	-	Ayda bir	6
Sakarılıca	75	58	11.5	Her gün	150

Civar ilçelerde balneolojik amaçla kullanılan diğer kaynaklar içler acısı durumdadır. Günümüzde sadece Sakarılıca Kaynağı, tesis ve rezerv açısından geliştirilmiştir. Sakarılıca' da tek kaynak vardır ve bu kaynak iki kaplıcada değerlendirilmektedir. İlimizde Sağlık Bakanlığı onaylı iki kaplıca bulunmaktadır. Bunlar Sakarılıca' da bulunanlardır. Merkez ve civar ilçelerde balneolojik kullanımda olan kaynaklar Sağlık Bakanlığı tarafından kaplıca vasfına sahip olmayan hamamlar olarak tanımlanmaktadır. Civar ilçelerdeki hamamlardan şifa bulmanın ötesinde hastalık kapma riski mevcuttur. Bu hamamların bir kısmı yıkılmak üzeredir. Bir kısmı ise köylüler tarafından, köy için maddi destek sağlama amacı ile farklı zamanlarda kaçak olarak işletilmektedir.

Eskişehir sıcak su potansiyeli şu an balneolojik kullanımın ötesinde değerlendirilmemektedir. Bu potansiyelin artırılması için Büyükşehir Belediyesi tarafından girişimlerin yapıldığı yerel basına yansımakla birlikte somut adımlar atılmamıştır.

Jeotermal potansiyelin Türkiye' deki kullanım alanları, daha dikkatli incelendiğinde Eskişehir' in de şehir ısıtmacılığını jeotermal ile yapabilmesi yakın bir gelecek için hayal olmaktan çıkacaktır. Eskişehir merkezinde yapılacak yeni tesisler için ekonomik açıdan sadece kaplıca turizmi düşünülmemeli, ilimizdeki üniversitelerin de desteği ile buna kaplıca ve kongre turizmi olarak yaklaşılmalı, bu doğrultudaki alternatifler değerlendirilmelidir. Yapılacak tesis/tesisler için uygun jeotermal kaynak yok ise diğer mevcut kaynakların potansiyellerinden taşıma yolu ile fayda sağlanabilir.

Eskişehir merkezindeki sıcak su kaynağından üretilen akışkan ile halen belediyeye ait sular idaresi binası ısıtılmaktadır. Geriye kalan su ise civar hamamlarda kullanılmaktadır. Şehir içindeki turistik amaçlı tesislerce de kullanılan sıcak su bölgenin gerek turizm potansiyelinin gelişmesine, gerekse çeşitli hastalıkların tedavisinde tıbbi hizmet etmektedir.

Bölgede yeterince sıcak su bulunması halinde konut ısıtmacılığı ve seracılık da yapılabilecektir.

Eskişehir' de 1 litre şebeke suyunun ısıtılması için gerekli olan enerji ihtiyacını ekonomik olarak incelemek istersek aşağıdaki tablo bize yardımcı olacaktır.

Konutta kullanılan *Fuel-Oil* maliyeti 855000 TL/litre (Emzet A.Ş. 02.07.2004)

Konutta kullanılan *Doğalgaz* maliyeti 306216.78 TL/m³ (EsGaz A.Ş.04.07.2004)

Konutta kullanılan *Kömür* maliyeti 260000000 TL/ton (Bartaş 02.07.2004)

(Eskişehir’de şebeke suyunun sıcaklığı kış ayları için ortalama 5 °C, kalorifer tesisatları için gerekli olan su sıcaklığı ortalama 80 °C olarak kabul edilmiştir.)

5 °C’ deki şebeke suyunu 80 °C’ye yükseltmek için gerekli enerji 75 kcal

38 °C’ deki suyu 80 °C’ye yükseltmek için gerekli enerji 42 kcal

52 °C’ deki suyu 80 °C’ye yükseltmek için gerekli enerji 28 kcal

Çizelge 5.2. Maliyet analizi 1

İhtiyaç Olan Enerji (kcal)	Fuel-Oil (TL) (9965 kcal/litre)	Kömür (TL) (7500 kcal/kg)	Doğalgaz (TL) (9270 kcal/m ³)
75	6435	2600	2478
42	3604	1456	1388
28	2402	971	925

Merkezde bulunan hamamlardan bazılarının kaynakları, artezyen özellikli olup pompa kurmadan yeryüzüne çıkmaktadır. Bazılarının ise suları, kuyu içi dalgıç pompalar kullanılarak temin edilmektedir. İşletmecilerin hemen hemen hepsinin, işletmeleri için söyledikleri debiler ortalama olarak yaklaşık 2 lt/sn’ dir. Merkezde bulunan hamamlarda kaba bir hesap ile 24 saatte yaklaşık 2.4 milyon litre su kanalizasyona deşarj edilmektedir. Yukarıdaki Çizelge 5.2, 2.4 milyon litre su miktarına göre tekrar düzenlenirse, (Eskişehir merkezde 14 adet kaynaktan akan suyu düşündüğümüzde; 2 (lt) x 86400 (sn) x 14 = 2419200 lt / gün, ortalama sıcaklık 14 kaynakta yaklaşık 44°C’ dir. İhtiyaç duyulan ortalama enerji miktarı 80-44=36 kcal olarak hesaplırsak)

2.4 x 365 = 876000000 lt/yıl 1 US\$ = 1500000 TL olarak alırsak;

[(6435/75) x 36 x 876000000] / 1500000 = 1803859 US\$

[(2600/75) x 36 x 876000000] / 1500000 = 728832 US\$

[(2478/75) x 36 x 876000000] / 1500000 = 694633 US\$

Çizelge 5.3. Maliyet analizi 2

İhtiyaç Olan Enerji (kcal)	Fuel-Oil (US\$)	Kömür (US\$)	Doğalgaz (US\$)
36	1803859	728832	694633

gibi oldukça yüksek değerler ortaya çıkar. Eğer bu kaynaklar uygun Şekilde değerlendirilirse Eskişehir' e yıllık ortalama 1 milyon US\$ kadar katkı sağlanmış olur.

Her Őeyden önce kaynakların yenilenebilir olma özellikleri korunmalı ve bu koruma çalışmaları doğrultusunda doğal çevreye verilebilecek zararlardan kaçınılmalıdır.

Merkez ve ilçelerdeki tesisler bir iki istisna dışında ne dünyadaki ne de komŐu illerdeki modern tesislere benzememekte ve oldukça iptidai oldukları gözlenmektedir. Bu tesislerin acilen rehabilite edilmeleri Őarttır.

Özellikle ilçelerdeki uygun kaynaklar kombine tesisler olarak yeniden düzenlenmeli, potansiyelden maksimum düzeyde faydalanılmalıdır. İlçelerdeki tesislerin çoğunluğu rehabilitasyon yerine yeniden yapılmalı, yapım aşamasında koruma alanları dikkatle belirlenmelidir. İlçelerdeki alan geniŐlięi avantajı ile entegre tesis uygulaması buralarda daha faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

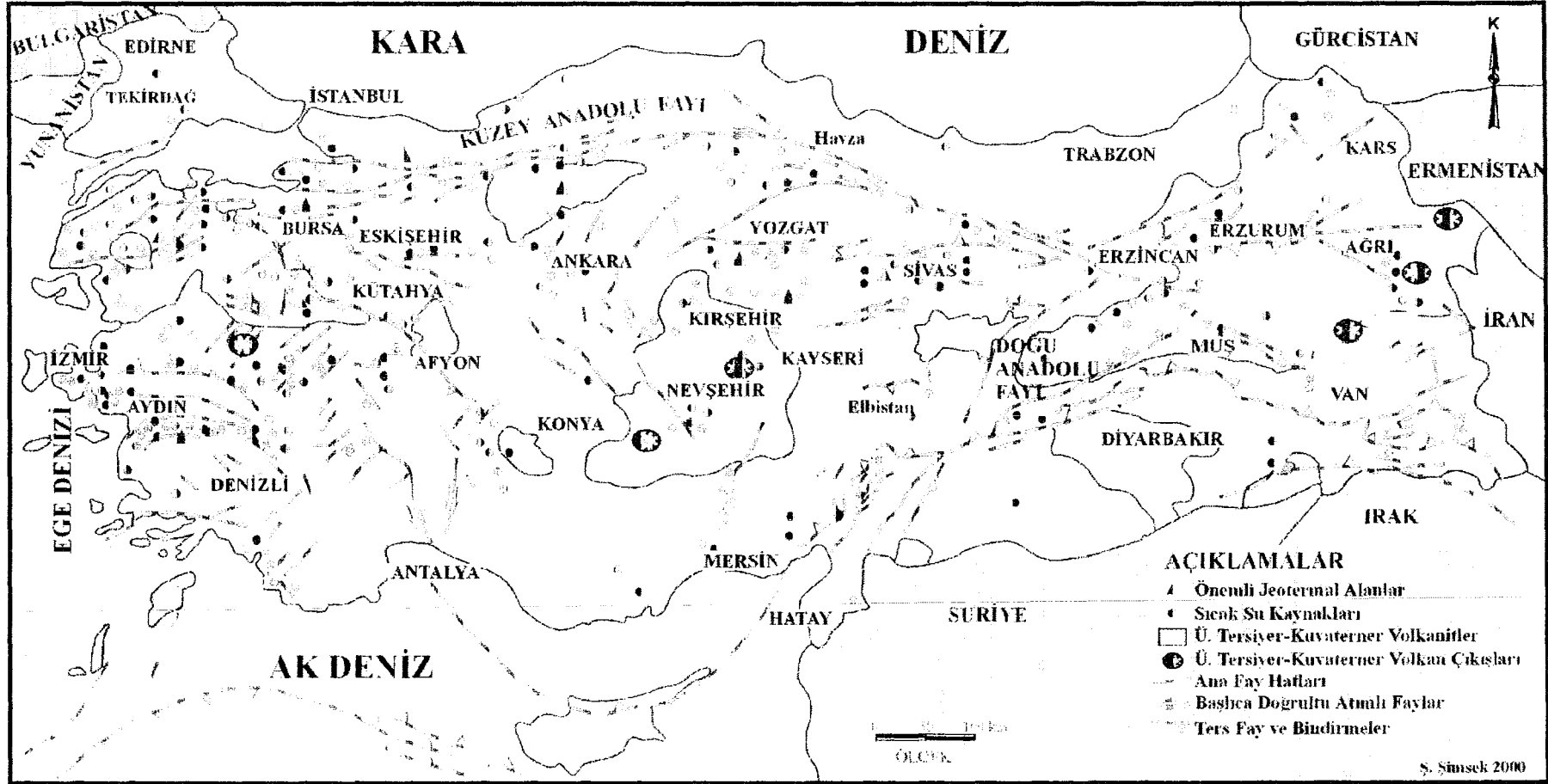
1. BANGER, G., *Eskişehir' in şifalı sıcak su zenginliği*, ETO yayınları 17, Eskişehir, Türkiye (2002).
2. YILMAZ, Ö., *Jeotermal enerji ve Afyon' da kullanımı*, Afyon Kocatepe Üniversitesi yayınları, Afyon, Türkiye (1999).
3. BARBIER, E., *Geothermal energy technology and current status: an overview*, <http://www.elsevier.com/locate/rser> (2002).
4. Jeotermal enerji nedir?, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/nedir.html> (2003).
5. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı, <http://ekutup.dpt.gov.tr/oik/> (2001).
6. Energy & Geoscience Institute at the University of Utah, *Geothermal energy*, USA (1998).
7. Dünyadaki jeotermal kuşaklar, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/dunyada-jeotermal.html> (2003).
8. Türkiye' de jeotermal enerji aramaları ve potansiyeli, http://arsiv.emo.org.tr/Kartus01/SEMPOZYUMLAR/Yeksem2003/bildiriler/oturum2/2_1.doc (2003).
9. CARELLA, R., The future of European geothermal energy: EGEC and the Ferrara Declaration, <http://www.elsevier.nl/locate/renene> (2001).
10. FRIDLEIFSSON, I.B., *Geothermal energy for the benefit of the people*, <http://www.elsevier.com/locate/rser> (2001).
11. HUTTRER, G.W., *The status of world geothermal power generation 1995-2000*, <http://elsevier.com/locate/geothermics> (2001).
12. Jeotermal enerji hep vardı..., <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/tarih.htm> (2003).
13. ERİŞEN, AKKUŞ ve ark., *Türkiye jeotermal envanteri*, MTA yayınları, Ankara, Türkiye (1996).
14. *Jeotermal enerji*, Maden Tetkik ve arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye (1989).
15. What is geothermal?, www.geothermal.org/what.html (2002).
16. Jeotermal akışkanın sıcaklığına göre kullanma yerleri, <http://www.jeotermaldernegi.org.tr/degerlendirme.html> (2003).

17. LUND, J.W. ve FREESTON, D.H., *World-wide direct uses of geothermal energy 2000*, <http://elsevier.com/locate/geothermics>, (2001).
18. Jeotermal, <http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/jeotermal/> (2004).
19. *Geothermal resources in Turkey*, Liz Battocletti, Bob Lawrence & Associates, Inc., September , USA(1999).
20. KARAGÜLLE ve DOĞAN, *Kaplıca tıbbı ve Türkiye kaplıca rehberi*, Nobel kitapevi, İstanbul, Türkiye (2002).
21. SERPEN, U., *Jeotermal rezervuar değerlendirilmesi ve tekrar-basma*, Yerel yönetimlerde jeotermal enerji ve jeoteknik uygulamalar sempozyumu, (MÜFTÜOĞLU, M.T.), İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye (2000).
22. Dünden bugüne Eskişehir’ de şifalı su kullanımı, <http://www.eskisehir.gov.tr/index.aspx?id=27> (2004).
23. DİDİK, S., *Türkiye termal ve mineralli sular envanteri Eskişehir*, MTA yayınları, Ankara, Türkiye (1998).

EKLER:

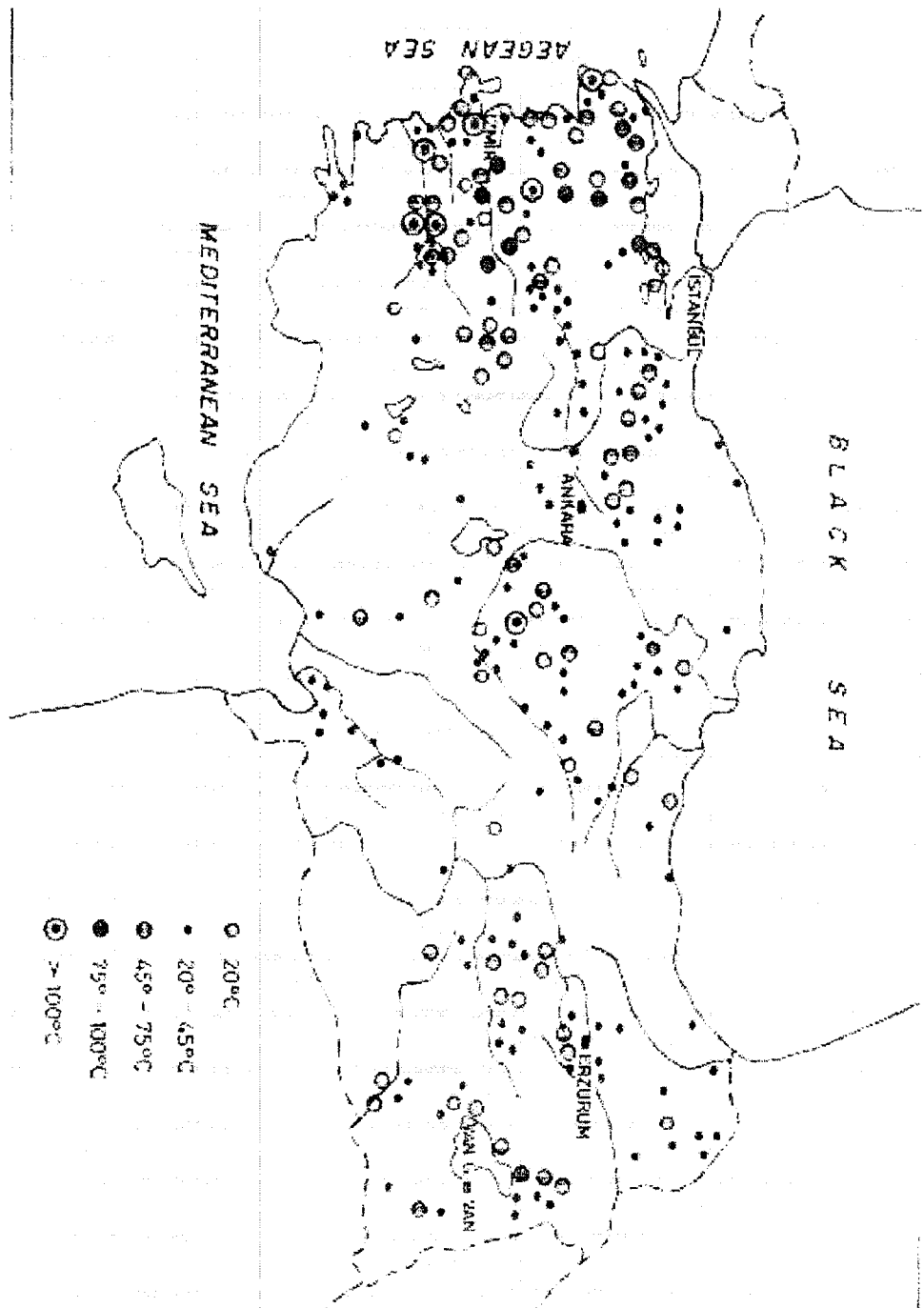
- EK 1 – TÜRKiYE’ DE NEOTEKTONİĞİ-VOLKANİK ETKİNLiğİ VE
JEOTERMAL ALANLAR
- EK 2 – TÜRKiYE’ DEKi SICAK SU ÇIKIŞ NOKTALARI
- EK 3 – ESKİŞEHİR İLi SICAK SU KAYNAKLARI
- EK 4 – ESKİŞEHİR İLi SICAK SU KAYNAKLARI KİMYASAL
ANALİZLERİ

**EK 1 - TÜRKiYE' DE NEOTEKTONİĞİ-VOLKANİK ETKİNLiğİ ve
JEOTERMAL ALANLAR**



Türkiye'de neotektoniği-volkanik etkinliği ve jeotermal alanlar

EK 2 – TÜRKiYE' DEKi SICAK SU ÇIKIŞ NOKTALARI



EK 3 - ESKİŞEHİR İLİ SICAK SU KAYNAKLARI

**EK 4 – ESKİŞEHİR İLİ SICAK SU KAYNAKLARI KİMYASAL
ANALİZLERİ**

GÖNDEREN DAİRE			PROJE NO:	PROJE ADI	NUMUNENİN ALAN						
ENERJİ			86/389	Jeotermal Enerji Arama Projesi Geo.Ter. Enerji Ar. Pro.	Ö.F.Uzel, Z.Demirel						
Numune No: 4	Lab. No: 15637	Rapor No:	Rapor Tarihi:		Arazide Analizi Yapan:						
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	12.02.1986		Debi	l/s		Spesifik Kondüktivite	mho/cm			
	Kaynak Adı	Keçeciler Hamamı		Sıcaklık	Su	40 °C	pH				
	İl	Eskişehir			Hava	°C	NH ₄ ⁺	mval/l			
	İlçe	Merkez		Koku			Ca ⁺⁺	mval/l			
	Köy, Mevki	Şehir Merkezi		Tad			Mg ⁺⁺	mval/l			
	Pafit Numarası ve Koordinatı	İ25-a4		Renk			HCO ₃ ⁻	mval/l			
				Berraklık Bulanıklık			SiO ₂	mg/l			
				SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ				SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilmiştir)			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR			
K ⁺	2,9	0,07	1.03	HCO ₃ ⁻	329	5.40	82.44	SiO ₂	26	mg/l	
Na ⁺	18	0,78	11.48	CO ₃ ⁻	6.0	0.20	3.05	O ₂ (suda erimiş)		mg/l	
NH ₄ ⁺	< 0,1			SO ₄ ⁻	24	0.50	7.63	CO ₂ (suda erimiş)	2,09	mg/l	
Ca ⁺⁺	73	3.64	53.60	Cl ⁻	16	0.45	5.87	Rn ²²² (1Eman=10 ⁻¹⁰ Curi)		Eman/l	
Mg ⁺⁺	28	2.30	33.87	I ⁻	0.2			pH (25°C) (17°C)	8.40		
Fe (Total)	< 0,1			F ⁻	0.23			Spesifik Kondüktivite (25°C)	460	µmho/cm	
As (Total)	< 0,01			S ⁻ (Titrasyonla)	< 0,1			Spesifik Gravite (25°C)	0.992	gr/cm ³	
Rb ⁺				OH ⁻				Buharlaşma Kalıntısı (180°C)	324	mg/l	
Cs ⁺								SERTLİK			
B (Total)	0,2			Br ⁻				Toplam	30,25	FS dH°	
Li ⁺				NO ₂ ⁻	0,03			Geçici	28,10	FS dH°	
Mn (Total)				NO ₃ ⁻	2,8			Kalıcı	2.14	FS dH°	
Hg				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0,2						
Ba ⁺⁺											
Al ⁺⁺⁺											
TOPLAM	122.1	679	100,00	TOPLAM	378.26	6.55	100,00				
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MINERALİZASYON				JEOLOJİK - HIDROJEOLOJİK BİLGİ			
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 122.10		Alüvyon içine derinden bir kırık ile ulaşıp karışan su			
Zn		Mo		U		Anyonlar : 378.26					
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 28.09					
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :					
Sn		Au		Ti		+					
Co		TOPLAM				528.45 mg/l					
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir termal su (akroterm).											
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI						DAİRE BAŞKANININ İMZASI					
Ölmez ve diğ. (1986)dan alınmıştır.											

GÖNDEREN DAİRE			PROJE NO	PROJE ADI	NUMUNENİN ALANI					
ENERJİ DAİRESİ			86/389	Jeotermal Enerji Arama	Ö.F.Uzel, Z.Demirel					
Numune No: 2	Lab. No:15435	Rapor No:	Rapor Tarihi:		Arazide Analizi Yapan:					
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	29.01.1986		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	l/s		Spesifik Kondüktivite	µmho/cm	
	Kaynak Adı	Erkekler Hamamı			Sıcaklık	Su	44 °C		pH	
	İl	Eskişehir				Hava	°C		NH ₄ ⁺	mval/l
	İlçe	Merkez			Koku	Yok		Ca ⁺⁺	mval/l	
	Köy, Mevki	Şehir Merkezi			Tad			Mg ⁺⁺	mval/l	
	Pafta Numarası ve Koordinatı	İ25-a4			Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻	mval/l	
					Berraklık Bulanıklık			SiO ₂	mg/l	
						CO ₂ (Serbest)	%/vol			
						H ₂ S (Serbest)	mg/l			
						SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında teshit edilmiştir)				
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR		
K ⁺	3	0,08	1,47	HCO ₃ ⁻	262	4,30	69,69	SiO ₂	26 mg/l	
Na ⁺	17	0,74	13,6	CO ₃ ⁻	6	0,20	3,24	O ₂ (suda erimiş)	mg/l	
NH ₄ ⁺	<0,1			SO ₄ ⁻	64	1,33	21,55	CO ₂ (suda erimiş)	2,19 mg/l	
Ca ⁺⁺	40	1,99	36,58	Cl ⁻	12	0,34	5,51	Rn ²²² (1Eman=10 ⁻¹⁰ Curi)	Eman/l	
Mg ⁺⁺	32	2,63	48,34	I ⁻	0,3			pH (25°C) (17°C)	8,28	
Fe (Total)	<0,1			F ⁻	0,18			Spesifik Kondüktivite (25°C)	410 µmho/cm	
As (Total)	0,01			S ⁻ (Titrasyonla)	<0,1			Spesifik Gravite (25°C)	gr/cm ³	
Rb ⁺				OH ⁻				Buharlaşma Kalınması (180°C)	mg/l	
Cs ⁺										
B (Total)	<0,1									
Li ⁺	<0,2			Br ⁻				SERTLİK		
Mn (Total)				NO ₂ ⁻	0,08			Toplam	23,21 FS dHP°	
Hg				NO ₃ ⁻	4,8			Geçici	22,55 FS dHP°	
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	<0,2			Kalıcı	0,37 FS dHP°	
Al ⁺⁺⁺										
TOPLAM	92,01	5,44	100,00	TOPLAM	349,06	6,17	100,00			
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK-HİDROJEOLOJİK BİLGİ		
Pb		Cr		Pt		Kationlar : 92,01		Kırık sistemi ile alüvyona ulaşmış, buradaki yeraltı suyu ile karışmış su		
Zn		Mo		U		Anyonlar : 349,06				
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 28,19				
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :				
Sn		Au		Ti		+				
Co		TOPLAM				469,26 mg/l				
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir termal su (akroterm).										
SERVIS ŞEFİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANININ İMZASI					
Ölmez ve diğ., (1986)dan alınmıştır.										

GÖNDEREN DAİRE		PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNENİN ALANI					
Enerji: Ham, Etüt ve Arama		91-65	Hydrojeoloji	Ö. Faruk Üzel					
Numune No: Arz-3	Lab. No: 45596	Rapor No:	Rapor Tarihi: 18.06.1991	Arazide Analizi Yapan:					
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	l/s	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında teyit edilimler)	Spesifik Kondüktivite	mho/cm		
	Kaynak Adı		Su	44.5 °C		pH			
	İl		Hava	°C		NH ₄ ⁺	mval/l		
	İlçe		Koku			Ca ⁺⁺	mval/l		
	Köy, Mevki		Tad			Mg ⁺⁺	mval/l		
	Pafsa Numarası ve Koordinatı		Renk			HCO ₃ ⁻	mval/l		
	Berraklık		SiO ₂	mg/l		CO ₂ (Serbest)	%/vol		
	Bulanıklık					H ₂ S (Serbest)	mg/l		
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR	
K ⁺	1.4	0.04	0.71	HCO ₃ ⁻	281	4.60	83.03	SiO ₂	24 mg/l
Na ⁺	14	0.61	10.81	CO ₃ ⁻⁻	<1			O ₂ (suda erimiş)	mg/l
NH ₄ ⁺	< 0.2			SO ₄ ⁻⁻	44	0.92	16.61	CO ₂ (suda erimiş)	13.26 mg/l
Ca ⁺⁺	58	2.87	50.89	Cl ⁻	0.70	0.02	0.36	Rn ²²² (1 Eman = 10 ⁻¹⁰ Curie)	Eman/l
Mg ⁺⁺	26	2.12	37.59	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.53
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	< 0.1			Spesifik Kondüktivite (25°C)	700 µmho/cm
As (Total)	0.02			S ⁻ (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	0.998 g/cm ³
Rb ⁺				OH ⁻				Buharlaştırma Kalıntısı (180°C)	556 mg/l
Cs ⁺									
B (Total)	0.3								
Li ⁺	< 0.1			Br ⁻	6.40			SERTLİK	
Mn (Total)	< 0.1			NO ₂ ⁻	< 0.01			Toplam	25.06 Fs -dH°
Hg				NO ₃ ⁻	1.5			Geçici	25.00 Fs -dH°
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	1.3			Kalıcı	0.05 Fs -dH°
Al ⁺⁺⁺	< 0.1								
TOPLAM	100.32	5.64	100.00	TOPLAM	336.51	5.54	100.00		
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MINERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ	
Pb		Cr		Pt		Kasyonlar : 100.32			
Zn		Mo		U		Anyonlar : 336.51			
Cu		Sr		Th		Diğer-Elementler : 37.26			
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :			
Sa		Au		Ti		+			
Co		TOPLAM				474.09 mg/l			
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Minereleşme fakir sıcak su (akroterm).									
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANTININ İMZASI				
Üzel. Ö.F. ve Şentürk, N., (1991) den alınmıştır									

GÖNDEREN DAİRE				PROJE NO:	PROJE ADI	NUMUNELİ ALAN						
ENERJİ DAİRESİ				86/389	Jeotermal Enerji Arama	Ö.F.Uzel, Z.Demirel						
Numune No: 3		Lab. No: 15436		Rapor No:	Rapor Tarihi:	Arazide Analizi Yapan:						
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	29.01.1986			SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi		l/s		SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilmiştir)	Spesifik Kondüktivite	µmho/cm
	Kaynak Adı	Sıcaksular wc				Sıcaklık	Su	41 °C			pH	
	İl	Eskişehir					Hava	°C			NH ₄ ⁺	mval/l
	İlçe	Merkez				Koku	Yok		Ca ⁺⁺		mval/l	
	Köy, Mevki	Şehir Merkezi				Tad			Mg ⁺⁺		mval/l	
	Pafta Numarası ve Koordinatı	125. a4				Renk			HCO ₃ ⁻		mval/l	
				Berraklık Bulanıklık			SiO ₂	mg/l		CO ₂ (Serbest)	%/vol	
								H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR				
K ⁺	2	0.05	0.97	HCO ₃ ⁻	244	4.00	66.88	SiO ₂	26	mg/l		
Na ⁺	15	0.66	12.84	CO ₃ ⁻	12	0.40	6.79	O ₂ (suda erimiş)		mg/l		
NH ₄ ⁺	<0.1			SO ₄ ⁻	58	1.21	20.54	CO ₂ (suda erimiş)	1.86	mg/l		
Ca ⁺⁺	36	1.80	35.01	Cl ⁻	10	0.28	4.75	Rn ²²² (1Eman=10-1°Curi)		Eman/l		
Mg ⁺⁺	32	2.63	51.16	I ⁻	<0.1			pH (25°C) (17°C)	8.32			
Fe (Total)	<0.1			F ⁻	0.38			Spesifik Kondüktivite (25°C)	340	µmho/cm		
As (Total)	0.02			S ⁻ (Titrasyonla)	<0.1			Spesifik Gravite (25°C)		gr/cm ³		
Rb ⁺				OH ⁻				Buharlaşma Kalınlığı (180°C)	476	mg/l		
Cs ⁺												
B (Total)	0.2											
Li ⁺	<0.2			Br ⁻				SERTLİK				
Mn (Total)				NO ₂ ⁻	<0.02			Toplam	22.23	Fs dH°		
Hg				NO ₃ ⁻	2.3			Geçici	22.05	Fs dH°		
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	<0.2			Kalıcı	0.17	Fs dH°		
Al ⁺⁺⁺												
TOPLAM	85.22	5.14	100,00	TOPLAM	326.68	5.89	100,00					
ESER HALİNDE BULUNANLAR				mg/l	TOPLAM MİNERALİZASYON			JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ				
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 85.22		Alüvyon içine derinden bir kırık ile ulaşmış karışık su				
Zn		Mo		U		Anyonlar : 326.68						
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 27.86						
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :						
Sn		Au		Ti		+						
TOPLAM						439.76 mg/l						
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir termal su (akroterm)												
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI						DAİRE BAŞKANININ İMZASI						
Ölmez ve diğ., (1986) dan alınmıştır.												

GÖNDEREN DAİRE		PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNENİN ALANI						
ENERJİ DAİRESİ		86/389	Jeotermal Enerji Ar.	Ö.F.Uzel, Z.Demirel						
Numune No: 1	Lab. No: 15434	Rapor No:	Rapor Tarihi:	Arazide Analizi Yapan:						
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	29.01.1986		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	3 l/s	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilmiştir)	Spesifik Kondüktivite	mho/cm	
	Kaynak Adı	Es-2 Sondajı			Sıcaklık	Su		36 °C	pH	
	İl	Eskişehir				Hava		— °C	NH ₄ ⁺	mval/l
	İlçe	Merkez			Koku	Yok		Ca ⁺⁺	mval/l	
	Koy, Mevki	Şehir merkezi			Tad	—		Mg ⁺⁺	mval/l	
	Pafya Numarası ve Koordinatı	İ25-a4			Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻	mval/l	
					Berraklık Bulanıklık	Berrak		SiO ₂	mg/l	
						CO ₂ (Serbest)	%/vol			
						H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR		
K ⁺	2.2	0.06	1.36	HCO ₃ ⁻	244	4.00	74.35	SiO ₂	13.00 mg/l	
Na ⁺	17	0.74	16.85	CO ₃ ⁼⁼	12	0.40	7.43	O ₂ (suda erimiş)	mg/l	
NH ₄ ⁺	<0.1			SO ₄ ⁼⁼	35	0.73	13.56	CO ₂ (suda erimiş)	1.95 mg/l	
Ca ⁺⁺	26	1.29	29.38	Cl ⁻	9	0.25	4.64	Rn ²²² (1Eman=10 ⁻¹⁰ Curi)	Eman/l	
Mg ⁺⁺	28	2.30	52.39	I ⁻	0.1			pH (25°C) (17°C)	8.30	
Fe (Total)	<0.1			F ⁻	0.23			Spesifik Kondüktivite (25°C)	µmho/cm	
As (Total)	0.02			S ⁼⁼ (Titrasyonla)	<0.1			Spesifik Gravite (25°C)	gr/cm ³	
K ⁺				OH ⁻				Buharlaştırma Kalıntısı (180°C)	mg/l	
Cs ⁺										
B (Total)	<0.1									
Li ⁺	<0.1			Br ⁻				SERTLİK		
Mn (Total)				NO ₂ ⁻	<0.02			Toplam	18.07 F _g dH ^o	
Hg				NO ₃ ⁻	2.5			Geçici	18.07 F _g dH ^o	
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	<0.2			Kalıcı	0.0 dH ^o	
Al ⁺⁺⁺										
TOPLAM	73.22	4.39	100,00	TOPLAM	302.83	5.38	100,00			
ESER HALİNDE BULUNANLAR				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ		
Pb	Ce	Pt		Katyonlar : 73.22				Su 750 m derinlikteki Es-2 kuyusundan alınmıştır. Rezervuar kireçtaşı 50 m civarında alüvyon dan gelen su boru arkasına alınmış ancak karışım olabilir.		
Zn	Mo	U		Anyonlar : 302.83						
Cu	Sr	Th		Diğer Elemanlar : 14.95						
Ni	As	W		Eser halinde bulunanlar :						
Sn	Au	Ti		+						
TOPLAM				391.00 mg/l						

SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir termal su (akroterm)

SERVİS ŞEFİNİN İMZASI

DAİRE BAŞKANININ İMZASI

Çiğiz ve diğ., (1986) dan alınmıştır.

KONDESEN DAİRE		PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN						
Enerji Ham, Etüt ve Arama		92-40 a	ESKİŞEHİR-BOLU-ÇANKIRI İllerinin Hidrojeolojisi	Saadettin Didiç						
Numune No: 11	Lab. No: 50565	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.08.1992	Arazide Analizi Yapan:						
NUMUNENİN ALIŞIĞI	Tarih	02.07.1992		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başına tesbit edilince)	Speşifik Kondüktivite	mg/cm		
	Kaynak Adı	Aşağı: Ilıca Havuz			Sıcaklık		Su	29 °C	pH	
	İl	Eskişehir					Hava	18 °C	NH ₄ ⁺	mg/l
	İlçe	Merkez			Koku			-	Ca ⁺⁺	mg/l
	Köy, Mevki	Aşağı: Ilıca			Tat			-	Mg ⁺⁺	mg/l
	Pufla Numarası ve Koordinatı	İ24-c4			Renk			Renksiz	HCO ₃ ⁻	mg/l
			Berraklık Bulanıklık		Berrak	SiO ₂	mg/l			
						CO ₂ (Serbest)	%/vol			
						H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR		
K ⁺	2.2	0.08	0.67	HCO ₃ ⁻	298	8	89.29	SiO ₂	20 mg/l	
Na ⁺	15.4	0.71	7.94	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimiş)	mg/l	
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻	31	0.65	7.25	CO ₂ (suda erimiş)	39.13 mg/l	
Ca ⁺⁺	106	5.29	59.18	Cl ⁻	11	0.31	3.48	Ra ²²² (1Eman=10 ⁻¹⁰ Cur)	Emm/l	
Mg ⁺⁺	35	2.89	32.21	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.3	
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.8			Speşifik Kondüktivite (25°C)	550 µmho/cm	
As (Total)	< 0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Speşifik Gravite (25°C)	1 000 g/cm ³	
Zn ⁺⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaşma Kalıntısı (180°C)	440 mg/l	
Cs ⁺										
B (Total)	< 0.1									
Li ⁺	< 0.1			Br ⁻				SERTLİK		
Na (Total)	< 0.1			NO ₂ ⁻	0.05			Toplam	22.9 AS°	
Hg				NO ₃ ⁻	< 1			Geçici	22.4 AS°	
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	0.1			Kalıcı	0.5 AS°	
Al ⁺⁺⁺	< 0.1									
TOPLAM	159.60	8.94	100,00	TOPLAM	530.85	8.95	100,00			
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MINERALİZASYON				JEOLOJİK - HIDROJEOLOJİK BİLGİ		
Zn		Ce		Pt		Katyonlar : 159.60				
Zn		Mo		U		Anyonlar : 530.85				
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 59.13				
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :				
Cd		Au		Ti		7				
TOPLAM				749.58 mg/l						
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)										

SERVİS ŞEFİNİN İMZASI

DAİRE BAŞKANININ İMZASI

KONULAN DAİRE		PROJE NO:	PROJE ADI	NUMUNENİN ALAN							
Enerji Hom. Etüt. ve Arama		22-40 a	Eskişehir-Bolu-Çankırı Hidrotermal Hidroeleo. Pros.	Saadetin Didik							
Numune No: 9	Lab. No: 50863	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.08.1992	Araziye Analizi Yapan:							
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	01.07.1992		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	2.5 l/s		SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilimler)	Speşifik Kondüktivite	mg/l/cm	
	Kaynak Adı	Güney Kaplıcası			Sıcaklık	Su	30 °C		pH		
	İl	Eskişehir				Hava	16 °C		NH ₄ ⁺	mg/l/l	
	İlçe	Merkez			Koku	-			Ca ⁺⁺	mg/l/l	
	Köy, Mevki	Yenisofca			Tad	-			Mg ⁺⁺	mg/l/l	
	Pafta Numarası ve Koordinatı	İ24-d4			Renk	Renksiz			HCO ₃ ⁻	mg/l/l	
					Berraklık Bulanıklık	Berrak			SiO ₂	mg/l	
						CO ₂ (Serbest)	%/ml				
						H ₂ S (Serbest)	mg/l				
KATYONLAR	mg/l	mgval/l	% mgval	ANYONLAR	mg/l	mgval/l	% mgval	DİĞER ELEMANLAR			
K ⁺	2.2	0.06	0.82	HCO ₃ ⁻	403	6.6	87.88	SiO ₂	20 mg/l		
Na ⁺	28	1.22	16.58	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimiş)	mg/l		
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻	30	0.63	8.39	CO ₂ (suda erimiş)	16.20 mg/l		
Ca ⁺⁺	86	2.79	37.9	Cl ⁻	10	0.28	3.73	Rn ²²² (Eman=10 ⁻¹⁰ Cur)	eman/l		
Mg ⁺⁺	40	3.29	44.7	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.6		
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.8			Speşifik Kondüktivite (25°C)	520 mg/l/cm		
As (Total)	< 0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Speşifik Gravite (25°C)	1.000 g/cm ³		
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaştırma Kalınası (180°C)	360 mg/l		
Ca ⁺											
B (Total)	< 0.1										
Li ⁺	< 0.1			Br ⁻				SERTLİK			
Mn (Total)	< 0.1			NO ₂ ⁻	< 0.01			Toplam	17.43 mg/l		
Hg				NO ₃ ⁻	6.0			Geçici	17.43 mg/l		
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1			Kalıcı	0.43 mg/l		
Al ⁺⁺⁺	< 0.1										
TOPLAM	126.20	7.36	100.00	TOPLAM	449.80	7.51	100.00				
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MINERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ			
Pb		Cr		Pr							
Zn		Mo		U			Katyonlar : 126.20				
Cu		Sr		Th			Anyonlar : 449.80				
Ni		Ag		W			Diğer Elemanlar : 21.20				
Sa		Au		Ti			Eser halinde bulunanlar :				
Co							+ 617.20 mg/l				
TOPLAM											
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)											
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANININ İMZASI						

KONDEREN DAİRE		PROJE NO	PROJE ADI	NUMUNENİN ALANI						
Enerji Ham.Etüt ve Arama		92-40a	Eskişehir. Bolu-Çankırı İllerinin Hidrojeo.Proj.	Saadettin Didiç						
Numune No: 8	Lab. No 50862	Rapor No:829	Rapor Tarihi:24.02.1992	Aramada Analizi Yapılan:						
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	01.07.1992		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	ölçülen l/s	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilmiştir)	Spezifik	mho/cm	
	Kaynak Adı	Kızılay Kampı			Sıcaklık			Su		30 °C
	İl	Eskişehir				Hava		16 °C	pH	
	İlçe	Merkez			Koku			-	NH ₄ ⁺	mval/l
	Köy, Mevki	Kızılay Kampı			Tad			-	Ca ⁺⁺	mval/l
	Pufu Numarası ve Koordinatı	İ24-d4			Renk	Renksiz		Mg ⁺⁺	mval/l	
					Berraklık	Berrak		HCO ₃ ⁻	mval/l	
			Bulanklık			SiO ₂	mg/l			
						CO ₂ (Serbest)	%vol			
						H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR		
K ⁺	2	0.05	0.71	HCO ₃ ⁻	384	6.3	87.5	SiO ₂	23.5 mg/l	
Na ⁺	22	0.97	13.68	CO ₃ ⁼⁼	< 1			O ₂ (suda erimiş)	mg/l	
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁼⁼	31	0.65	9.03	CO ₂ (suda erimiş)	7.75 mg/l	
Ca ⁺⁺	64	3.19	44.99	Cl ⁻	9	0.25	3.47	Rn ²²² (Heman = 10 ⁻¹² Cur)	Berman/l	
Mg ⁺⁺	35	2.88	40.62	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.9	
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.8			Spezifik	480 mho/cm	
As (Total)	< 0.01			S ⁼⁼ (Titrasyonla)				Kondüktivite (25°C)		
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Spezifik	1.000 gr/cm ³	
Cs ⁺								Gravite (25°C)		
B (Total)	< 0.1							Buharlaşma	350 mg/l	
Li ⁺	< 0.1			Br ⁻				Kabası (150°C)		
Mn (Total)	< 0.1			NO ₂ ⁻	< 0.01			SERTELİK		
Hg				NO ₃ ⁻	7.5			Toplam	17 AS ^o	
Ba ⁺⁺				PO ₄ (Total)	< 0.1			Geçirli	17 AS ^o	
Al ⁺⁺⁺	< 0.1							Kalıcı	0 AS ^o	
TOPLAM	123.00	7.09	100,00	TOPLAM	432.30	7.2	100,00			
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ		
Pb		Cr		Pr				Kasyonlar : 123.00 Anyonlar : 432.30 Diğer Elemanlar : 31.23 Eser halinde bulunanlar : + 586.53 mg/l		
Zn		Mo		U						
Cu		Sr		Th						
Ni		Ag		W						
Sr		Au		Ti						
Co										
		TOPLAM								
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)										
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANININ İMZASI					

GÖNDEREN DAİRE		PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNENİN ALANI						
Enerji Ham.Etüt ve Arama		92-40 a	Eskişehir-Bolu-Çankırı İllerinin Hidrojeo Pros.	Saadetlin Didik						
Numune No: 14	Lab. No: 50868	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.92	Arzide Analizi Yapan:						
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	8.7.92		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	ölçülme	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbir edililer)	Spesifik Kondüktivite	ml/cm	
	Kaynak Adı	Kızıllınler Kaplıcası			Sıcaklık	Su		38 °C	pH	
	İl	Eskişehir				Hava		29 °C	NH ₄ ⁺	mg/l
	İlçe	Merkez			Koku	-		Ca ⁺⁺	mg/l	
	Köy, Mevki	Kızıllınler			Tad	-		Mg ⁺⁺	mg/l	
	Pafta Numarası ve Koordinatı	İ24- C2			Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻	mg/l	
					Berraklık Bulanıklık	Berrak		SiO ₂	mg/l	
						CO ₂ (Serbest)	% vol			
						H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mgval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mgval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR		
K ⁺	6.4	0.16		HCO ₃ ⁻	604	9.9		SiO ₂	40 mg/l	
Na ⁺	128	5.57		CO ₃ ⁻	<1			O ₂ (suda erimiş)	mg/l	
NH ₄ ⁺	<0.1			SO ₄ ⁻	22	0.46		CO ₂ (suda erimiş)	48.43 mg/l	
Ca ⁺⁺	60	2.99		Cl ⁻	23	0.65		Rn ²²² (1Eman=10 ⁻¹⁶ Cur)	Fmval/l	
Mg ⁺⁺	29	2.38		I ⁻	<0.5			pH (25°C)	7.3	
Fe (Total)	<0.1			F ⁻	2.3			Spesifik Kondüktivite (25°C)	500 mc/cm	
As (Total)	<0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	1000 g/cm ³	
Rb ⁺				OH ⁻	<1			Buharlaşma Kalitesi (180°C)	664 mg/l	
Cs ⁺										
B (Total)	1.5									
Li ⁺	0.15			Br ⁻				SERTLİK		
Mn (Total)	<0.1			NO ₂ ⁻	<0.1			Toplam	18.25° dH	
Hg				NO ₃ ⁻	1.5			Geçici	18.25° dH	
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	<0.1			Kalıcı	0 " dH	
Al ⁺⁺⁺	<0.1									
TOPLAM	225.05	11.10	100,00	TOPLAM	652.8	11.01	100,00			
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ		
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 225.05				
Zn		Mo		U		Anyonlar : 652.80				
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 88.43				
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :				
Sa		Au		Ti		+				
Cs		TOPLAM				966.28 mg/l				
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)										
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANININ İMZASI					

GÖNDEREN DAİRE				PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN							
Enerji Ham.Etüt ve Arama				92-40a	Eskişehir-Bolu-Çankırı İlçerinin Hidrojeo.Proj.	Saadettin Didik							
Numune No: 7		Lab. No: 50861		Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992		Araziye Analizi Yapan:						
MUNİNE'NİN ALINDIĞI	Tarih	1.7.1992			Debi		15.5 l/s		SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tebit edildiler)	Spesifik Kondüktivite	µmho/cm		
	Kaynak Adı	Tayaygırı			Sıcaklık	Su	33.5 °C			pH			
	İl	Eskişehir				Hava	15.5 °C			NH ₄ ⁺	mv/l/l		
	İlçe	Merkez			Koku	—		Ca ⁺⁺		mv/l/l			
	Köy, Mevki	Hasırca, Tayaygırı			Tad	—		Mg ⁺⁺		mv/l/l			
	Pafta Numarası ve Koordinatı	İ24-d4			Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻		mv/l/l			
				Berraklık Bulanıklık	Berrak		SiO ₂	mg/l	CO ₂ (Serbest)	%vol	H ₂ S (Serbest)	mg/l	
KATYONLAR	mg/l	mv/l/l	% mv/l	ANYONLAR	mg/l	mv/l/l	% mv/l	DİĞER ELEMANLAR					
K ⁺	2	0.05	0.70	HCO ₃ ⁻	380	6.4	80.14	SiO ₂	23.5	mg/l			
Na ⁺	24	1.06	14.86	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimis)		mg/l			
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻	20	0.42	5.91	CO ₂ (suda erimis)	19.43	mg/l			
Ca ⁺⁺	68	3.39	47.54	Cl ⁻	10	0.28	3.95	K ₂ HPO ₄ (1Eman... 10-15°Cari)		Emen/l			
Mg ⁺⁺	32	2.63	36.9	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.5				
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.17			Spesifik Kondüktivite (25°C)	480	µmho/cm			
As (Total)	< 0.01			S (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	1000	gr/cm ³			
B ⁺⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaşma Kalıntısı (139°C)	338	mg/l			
Cu ⁺⁺													
E (Total)	< 0.1												
Li ⁺	< 0.1			Br ⁻				SERTLİK					
Mn (Total)	< 0.1			NO ₂ ⁻	< 0.01			Toplam	16.9 AS ^o	°dH ^o			
Hg				NO ₃ ⁻	7.5			Geçici	16.9 "	°dH ^o			
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1			Kalıcı	0 "	°dH ^o			
Al ⁺⁺⁺	< 0.1												
TOPLAM	126.00	7.13	100.00	TOPLAM	427.67	7.1	100.00						
ESER HALİNDE BULUNANLAR				mg/l	TOPLAM MINERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ				
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 126.00							
Zn		Mo		U		Anyonlar : 427.67							
Cd		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 42.93							
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :							
Sn		Au		Ti		+							
Ce						596.60 mg/l							
TOPLAM													
SUYUN SINIFLANDIRILMASI												Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)	
SERVIS ŞEFİNİN İMZASI						DAİRE BAŞKANININ İMZASI							

GÖNDEREN DAİRE		PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN					
Enerji Ham. Etüt ve Arama		92-40a	Eskişehir-Bolu Çankırı İllerinin Hidrojeo Pros.	Saadettin Didik					
Numune No: 13	Lab. No: 50867	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992	Arzide Analizi Yapan:					
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	3.7.1992		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	14 l/s	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında test edilmiştir)	Spesifik Kondüktivite	mho/cm
	Kaynak Adı	İnönü Ilıcası			Sıcaklık	Su 28 °C		pH	
	İl	Eskişehir			Hava	26 °C		NH ₄ ⁺	mval/l
	İlçe	İnönü			Koku	—		Ca ⁺⁺	mval/l
	Köy, Mevki	Ilıca Mevkii			Tad	—		Mg ⁺⁺	mval/l
	Pafta Numarası ve Koordinatı	İ24 a3			Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻	mval/l
			Berraklık	Berrak	SiO ₂	mg/l			
			Buharlık		CO ₂ (Serbest)	%val			
					H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR	
K ⁺	0.6	0.02	0.44	HCO ₃ ⁻	268	4.4	100	SiO ₂	21.4 mg/l
Na ⁺	8.5	0.37	8.11	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimiş)	mg/l
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻	< 10			CO ₂ (suda erimiş)	8.55 mg/l
Ca ⁺⁺	54	2.69	58.99	Cl ⁻	< 10			Rn ²²² (Eman=10 ⁻¹⁰ Curi)	Eman/l
Mg ⁺⁺	18	1.48	32.46	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.7
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.2			Spesifik Kondüktivite (25°C)	360 µmho/cm
As (Total)	< 0.01			S ⁻ (Titrasyonda)				Spesifik Gravite (25°C)	1000 gr/cm ³
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaşma Kalmısı (180°C)	250 mg/l
Cs ⁺									
B (Total)	< 0.1								
Li ⁺	< 0.1			B ⁻				SERTLİK	
Mn (Total)	< 0.1			NO ₂ ⁻	< 0.01			Toplam	11.7 AS ^{caH₂}
Hg				NO ₃ ⁻	6.5			Geçici	11.7 AS ^{caH₂}
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1			Kalın	0 " dH ₂
Al ⁺⁺⁺	< 0.1								
TOPLAM	81.10	4.56	100,00	TOPLAM	274.7	4.4	100,00		
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ	
Pb		Ce		Pt		Kanyonlar : 81.10			
Zn		Mo		U		Anyonlar : 274.70			
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 29.95			
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :			
Sn		Au		Ti		+			
Co		TOPLAM				385.75 mg/l			
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)									
SERVIS ŞEFLİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANININ İMZASI				

GÖNDEREN DAİRE		PROJE NO	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN						
Enerji Ham.Etüt ve Arama		92-40a	Eskişehir-Bolu-Çankırı İllerinin Hidrojeo.Pro.	Saadettin Didik						
Numune No: 12	Lab. No: 50866	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992	Arazide Analizi Yapan:						
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	3.7.1992		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	Ölçülmedi	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında teshit edilince)	Spesifik Kondüktivite	µmho/cm	
	Kaynak Adı	İnönü Pınarbaşı			Sıcaklık	Su		26 °C	pH	
	İl	Eskişehir				Hava		26 °C	NH ₄ ⁺	mg/l
	İlçe	İnönü			Koku	-		Ca ⁺⁺	mg/l	
	Köy, Mevki	Pınarbaşı			Tad	-		Mg ⁺⁺	mg/l	
	Pafis Numarası ve Koordinatı	İ24-a3			Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻	mg/l	
			Berraklık	Berrak		SiO ₂	mg/l			
			Bulanıklık			CO ₂ (Serbest)	% vol			
						H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR		
K ⁺	0.6	0.02	0.42	HCO ₃ ⁻	281	4.6	100	SiO ₂	17 mg/l	
Na ⁺	4.3	0.19	3.97	CO ₃ ⁻⁻	< 1			O ₂ (suda erimis)	mg/l	
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻⁻	< 10			CO ₂ (suda erimis)	11.30 mg/l	
Ca ⁺⁺	62	3.09	64.65	Cl ⁻	< 10			Rp ²³² (1Eman = 10 ⁻¹⁰ Curi)	Emay/l	
Mg ⁺⁺	18	1.48	30.96	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.6	
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.1			Spesifik Kondüktivite (25°C)	340 µmho/cm	
As (Total)	< 0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	1000 gr/cm ³	
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaştırma Kalıntısı (180°C)	256 mg/l	
Cs ⁺										
B (Total)	< 0.1									
Li ⁺	< 0.1			Br ⁻				SERTLİK		
Mn (Total)	< 0.1			NO ₂ ⁻	< 0.01			Toplam	12.8 AS ^o dH ^o	
Hg				NO ₃ ⁻	8.5			Geçici	12.8 AS ^o dH ^o	
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1			Kahır	0 " dH ^o	
Al ⁺⁺⁺	< 0.1									
TOPLAM	84.3	4.78	100.00	TOPLAM	311.71	4.6	100.00			
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MINERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ		
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 84.30				
Zn		Mo		U		Anyonlar : 283.60				
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 28.30				
Ni		Az		W		Eser halinde bulunmalar :				
Sn		Au		Ti		+				
Co		TOPLAM				492.20 mg/l				
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)										
SERVİS ŞEFLİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANININ İMZASI					

GÖNDEREN DAİRE				PROJE NO	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN					
Petrol ve Jeotermal Enerji				30	Eskişehir Yarıkçı Kap.	Ali Koçak					
Numune No	M.Y.3	Lah. No:	Rapor No:	Rapor Tarihi:		Arazide Analizi Yapan:					
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	7.12.1975			Debi	2 l/s		SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında testler edilmiştir)	Spesifik Kondüktivite	mho/cm	
	Kaynak Adı	Yarıkçı Maden Suyu			Sıcaklık	Su	28 °C		pH		
	İl	Eskişehir				Hava	°C		NH ₄ ⁺	mval/l	
	İlçe	Mihalıçık			Koku				Ca ⁺⁺	mval/l	
	Köy, Mevki	Acısu Pınarı			Tad				Mg ⁺⁺	mval/l	
	Pafiz Numarası ve Koordinatı:	Ankara İ27-a1			Renk				HCO ₃ ⁻	mval/l	
				Berraklık			SiO ₂	mg/l			
				Bulanıklık			CO ₂ (Serbest)	%vol			
							H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR			
K ⁺	5.90	0.15	0.63	HCO ₃ ⁻	1274.29	20.89	88.82	SiO ₂	42.00 mg/l		
Na ⁺	104.70	4.55	19.20	CO ₃ ⁻	Yok			O ₂ (suda erimiş)	mg/l		
NH ₄ ⁺				SO ₄ ⁻	55.55	1.16	4.93	CO ₂ (suda erimiş)	mg/l		
Ca ⁺⁺	116.23	5.80	24.47	Cl ⁻	52.16	1.47	6.25	Rn ²²² (Eman = 10-10Cur)	Eman/l		
Mg ⁺⁺	160.51	13.20	55.70	I ⁻	0.88			pH (25°C)			
Fe (Total)	0.0245			F ⁻				Spesifik Kondüktivite (25°C)	µmho/cm		
As (Total)				S ⁻ (Titrasyonla)	Yok			Spesifik Gravite (25°C)	gr/cm ³		
Rb ⁺				OH ⁻	Yok			Buharlaştırma Kalıntısı (180°C)	mg/l		
Cs ⁺											
B (Total)	1.46										
Li ⁺				Br ⁻				SERTLİK			
Mn (Total)				NO ₂ ⁻	0.081			Toplam	53.39 dH°		
İlg				NO ₃ ⁻	0.40			Geçici	53.39 dH°		
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)				Kalıcı	0.0 dH°		
Al ⁺⁺⁺											
TOPLAM	388.8245	23.70	100,00	TOPLAM	1383.361	23.52	100,00				
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ			
Pb		Ce		Pr		Katyonlar : 388.82					
Zn		Mo		U		Anyonlar : 1383.36					
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 42.00					
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :					
Sn		Au		Ti		+					
Ca		TOPLAM				1814.18 mg/l					
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mağnezyumlu, kalsiyumlu, bikarbonatlı sıcaksu											
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI						DAİRE BAŞKANININ İMZASI					

GÖNDEREN DAİRE			PROJE NO	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN						
Enerji Ham. Etüt ve Arama			92/40a	Eskişehir-Bolu-Çankırı İllerinin Hidrojeo. Pro.	Saadettin Didik						
Numune No: 3	Lab. No: 50857	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992		Arazide Analizi Yapan:						
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	29.6.1992		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	0.1 l/s		SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilmiştir)	Spesifik Kondüktivite	µmho/cm	
	Kaynak Adı	Gelin Çeşmesi			Sıcaklık	Su	17 °C		pH		
	İl	Eskişehir				Hava	28 °C		NH ₄ ⁺	mg/l	
	İlçe	Sarıcakaya			Koku					Ca ⁺⁺	mg/l
	Köy, Mevki	Laçın, Sapuca Deresi			Tad	Madensuyu				Mg ⁺⁺	mg/l
	Pafes Numarası ve Koordinatı	H25-C4			Renk	Renksiz				HCO ₃ ⁻	mg/l
			Berraklık	Berrak			SiO ₂	mg/l			
			Bulanıklık				CO ₂ (Serbest)	%/vol			
							H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR			
K ⁺	9.26	0.25	0.68	HCO ₃ ⁻	2013	33	91.06	SiO ₂	23.5	mg/l	
Na ⁺	260	11.31	30.93	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimiş)		mg/l	
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻	62	1.29	3.56	CO ₂ (suda erimiş)	572.75	mg/l	
Ca ⁺⁺	188	9.38	25.65	Cl ⁻	69	1.95	5.38	Rn ₂₂₂ (1Eman=10-10Curie)		İmval	
Mg ⁺⁺	160	15.63	42.74	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	6.75		
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.7			Spesifik Kondüktivite (25°C)	2600	µmho/cm	
As (Total)	< 0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	1.001	gr/cm ³	
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaştırma Kahınsı (180°C)	1710	mg/l	
Cs ⁺											
B (Total)	3.0										
Li ⁺	0.2			Br ⁻				SERTLİK			
Mn (Total)	0.3			NO ₂ ⁻	< 0.01			Toplam	70 AS°	cm ³	
Hg				NO ₃ ⁻	< 1			Geçici	70 AS°	cm ³	
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1			Kalıcı	0 AS°	cm ³	
Al ⁺⁺⁺	< 0.1										
TOPLAM	651.07	36.57	100.00	TOPLAM	2148.31	36.24	100.00				
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ			
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 651.07					
Zn		Mn		U		Anyonlar : 2148.31					
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 596.25					
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :					
Sn		Au		Ti		+					
Co		TOPLAM				3395.63 mg/l					
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mağnezyumlu, Sodyumlu, kalsiyumlu, Bikarbonatlı su											

SERVIS ŞEFİNİN İMZASI

DAİRE BAŞKANININ İMZASI

GÖNDEREN DAİRE		PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN							
Enerji Ham.Etüt ve Arama		92/40a	Eskişehir-Bolu-Çankırı İllerinin Hidrojeo.Pro.	Saadettin Didik							
Numune No: 1	Lab. No: 50855	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992	Arazide Analizi Yapan:							
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	28.6.1992		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	5.5 l/s		SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilmiştir)	Spesifik Kondüktivite	µmho/cm	
	Kaynak Adı	Sakarılılıca			Sıcaklık	Su	58 °C		pH		
	İl	Eskişehir				Hava	29 °C		NH ₄ ⁺	mval/l	
	İlçe	Sarıcakaya			Koku	-			Ca ⁺⁺	mval/l	
	Köy, Mevki	Sakarılılıca			Tad	-			Mg ⁺⁺	mval/l	
	Pafta Numarası ve Koordinatı	İ25-a1			Renk	Renksiz			HCO ₃ ⁻	mval/l	
					Berraklık Bulanıklık	Berrak			SiO ₂	mg/l	
KATYONLAR		mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR		mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR	
K ⁺	17.6	0.45	1.55	HCO ₃ ⁻	1593	26.1	89.63	SiO ₂	115	mg/l	
Na ⁺	310	13.49	46.31	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimiş)		mg/l	
NH ₄ ⁺	0.82			SO ₄ ⁻	64	1.33	4.57	CO ₂ (suda erimiş)	222	mg/l	
Ca ⁺⁺	72	3.59	12.32	Cl ⁻	60	1.69	5.80	Rn ²²² (1Emman=10 ⁻¹⁰ Curie)		Emman/l	
Mg ⁺⁺	141	11.60	39.82	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.06		
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	1.0			Spesifik Kondüktivite (25°C)	2200	µmho/cm	
As (Total)	0.05			S ⁻ (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	1000	gr/cm ³	
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaştırma Kalıntısı (180°C)	1464	mg/l	
Cs ⁺								SERTLİK			
B (Total)	4.4			Br ⁻				Toplam	42.5 AS ^o	dH ^o	
Li ⁺	0.5			NO ₂ ⁻	< 0.01			Geçici	42.5 "	dH ^o	
Mn (Total)	< 0.1			NO ₃ ⁻	< 1			Kalıcı	0.0 "	dH ^o	
Hg				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1						
Ba ⁺⁺											
Al ⁺⁺⁺	< 0.1										
TOPLAM	546.37	29.13	100.00	TOPLAM	1718.00	29.12	100.00				
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ			
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 546.37					
Zn		Mo		U		Anyonlar : 1718.00					
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 335.00					
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :					
Sa		Au		Ti		+					
Co		TOPLAM				2599.37 mg/l					
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Sodyumlu, Magnezyumlu, bikarbonatlı Sıcaksu											
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI						DAİRE BAŞKANININ İMZASI					

GÖNDEREN DAİRE				PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN						
Enerji Ham.Etüt ve Arama				92/40a	Eskişehir-Bolu-Çankırı İllerinin Hidrojeo.Pro.	Saadetin Didik						
Numune No: 2		Lab. No: 50856		Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992		Arazide Analizi Yapan:					
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	28.6.1992			Debi		— l/s		Spesifik	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilmeyen)	mho/cm	
	Kaynak Adı	Sakarılıca Maden Suyu			Sıcaklık		Su 21,5 °C		Kondüktivite			
	İl	Eskişehir			Hava		29 °C		pH			
	İlçe	Sarıcakaya			Koku		—		NH ₄ ⁺			mval/l
	Köy, Mevki	Sakarılıca			Tad		Madensuyu		Ca ⁺⁺			mval/l
	Pafa Numarası ve Koordinatı	H25-d4			Renk		Renksiz		Mg ⁺⁺			mval/l
					Berraklık		Berrak		HCO ₃ ⁻			mval/l
				Bulanıklık				SiO ₂	mg/l			
								CO ₂ (Serbest)	%/vol			
								H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR				
K ⁺	2	0.05	0.61	HCO ₃ ⁻	421	6.9	80.89	SiO ₂	23.5	mg/l		
Na ⁺	13.6	0.59	7.14	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimis)		mg/l		
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻	65	1.95	15.83	CO ₂ (suda erimis)	67.33	mg/l		
Ca ⁺⁺	44	2.19	26.51	Cl ⁻	10	0.28	3.28	Rn ²²² (Eman=10-10Curi)		Eman/l		
Mg ⁺⁺	66	5.43	65.74	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.0			
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.3			Spesifik Kondüktivite (25°C)	6.60	µmho/cm		
As (Total)	< 0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	1000	gr/cm ³		
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaştırma Kalıntısı (180°C)	426	mg/l		
Cs ⁺												
B (Total)	< 0.1											
Li ⁺	0.1			Br ⁻				SERTLİK				
Mn (Total)	0.1			NO ₂ ⁻	< 0.01			Toplam	21.4	AS ^o dH ^o		
Hg				NO ₃ ⁻	6.5			Geçici	19.3	AS ^o dH ^o		
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1			Kalıcı	2.1	AS ^o dH ^o		
Al ⁺⁺⁺	< 0.1											
TOPLAM	125.80	8.26	100,00	TOPLAM	505.41	8.53	100,00					
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MINERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ				
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 125.80						
Zn		Mo		U		Anyonlar : 502.80						
Cu		Se		Th		Diğer Elemanlar : 90.86						
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :						
Sn		Au		Ti		+						
Co		TOPLAM				719.46 mg/l						
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)												
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI						DAİRE BAŞKANININ İMZASI						

GÖNDEREN DAİRE		PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN						
Enerji Ham.Etüt ve Arama		90/42a	Eskişehir Bolu Çankırı İllerinin Hidrojeo.Pro	Saadettin Didik						
Numune No: 4	Lab. No: 50858	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992	Arazide Analizi Yapan:						
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	29.6.1992		Debi	0.25 l/s	SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında tesbit edilmeleri)	Spesifik Kondüktivite	mho/cm		
	Kaynak Adı	Laçın Madensuyu		Sıcaklık	Su 18 °C		pH			
	İl	Eskişehir			Hava 28 °C		NH ₄ ⁺	mgval/l		
	İlçe	Sarıcakaya		Koku			Ca ⁺⁺	mgval/l		
	Köy, Mevki	Laçın		Tad	Madensuy		Mg ⁺⁺	mgval/l		
	Pafya Numarası ve Koordinatı	H25-C4		Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻	mgval/l		
				Berraklık Bulanıklık	Berrak		SiO ₂	mg/l		
						CO ₂ (Serbest)	%vol			
						H ₂ S (Serbest)	mg/l			
KATYONLAR	mg/l	mgval/l	% mgval	ANYONLAR	mg/l	mgval/l	% mgval	DİĞER ELEMANLAR		
K ⁺	9.8	0.25	0.80	HCO ₃ ⁻	1763	28.9	93.20	SiO ₂	35.5	mg/l
Na ⁺	250	10.89	35.02	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimiş)		mg/l
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻	32	0.67	2.16	CO ₂ (suda erimiş)	309.29	mg/l
Ca ⁺⁺	128	6.39	20.55	Cl ⁻	51	1.44	4.64	Rn ²²² (Eman=10 ⁻¹⁰ Curi)		Eman/l
Mg ⁺⁺	165	13.57	43.63	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	6.96	
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.9			Spesifik Kondüktivite (25°C)	2300	µmho/cm
As (Total)	< 0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	1.001	gr/cm ³
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Buharlaşma Kalınası (180°C)	1476	mg/l
Cs ⁺										
B (Total)	1.7									
Li ⁺	0.2			Br ⁻				SERTLİK		
Mn (Total)	0.2			NO ₂ ⁻	0.2			Toplam	55.9 AS° dH ⁺	
Hg				NO ₃ ⁻	3			Geçici	55.9 AS° dH ⁺	
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1			Kalıcı	0 AS° dH ⁺	
Al ⁺⁺⁺	0.1									
TOPLAM	554.90	31.1	100,00	TOPLAM	1850.10	31.01	100,00			
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ		
Pb		Cr		Pt		Kasyonlar : 554.90				
Zn		Mo		U		Anyonlar : 1850.10				
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 344.79				
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :				
Sn		Au		Ti		+				
Co		TOPLAM				2749.79 mg/l				
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mağnezyumlu, Sodyumlu, kalsiyumlu, bikarbonatlı su.										
SERVIS ŞEFİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANININ İMZASI					

ÇÖNDEREN DAİRE				PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN				
Enerji Ham.Etüt ve Arama				92/40a	Eskişehir-Bolu-Çankırı İllerinin Hidrojeo.Pro.	Saadetin Didik				
Numune No: 10		Lab. No: 50884		Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992		Arazide Analizi Yapan:			
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	2.7.1992			Debi		SUYUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Kaynak başında teşahüt edilmeler)	Spesifik	mho/cm	
	Kaynak Adı	Sarayören Ilıcası			ölçüm yöntemi			Kondüktivite		
	İl	Eskişehir			Sıcaklık	Su		20 °C		pH
	İlçe	Seyitgazi			Hava	17.5 °C		NH ₄ ⁺		mval/l
	Köy, Mevki	Sarayören			Koku			Ca ⁺⁺		mval/l
	Pafta Numarası ve Koordinatı	İ25-d4			Tad			Mg ⁺⁺		mval/l
					Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻		mval/l
				Berraklık	Berrak		SiO ₂	mg/l		
				Bulanıklık			CO ₂ (Serbest)	%/vol		
							H ₂ S (Serbest)	mg/l		
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR		
K ⁺	0.6	0.02	0.27	HCO ₃ ⁻	415	6.8	100	SiO ₂	21 mg/l	
Na ⁺	5.1	0.22	2.30	CO ₃ ⁻	< 1			O ₂ (suda erimiş)	mg/l	
NH ₄ ⁺	< 0.1			SO ₄ ⁻	< 10			CO ₂ (suda erimiş)	16.68 mg/l	
Ca ⁺⁺	106	5.29	72.07	Cl ⁻	10			Rn ²²² (1Emaa = 10 ⁻¹⁰ Curi)	Eman/l	
Mg ⁺⁺	22	1.81	24.66	I ⁻	< 0.5			pH (25°C)	7.6	
Fe (Total)	< 0.1			F ⁻	0.1			Spesifik		
As (Total)	< 0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Kondüktivite (25°C)	410 µmho/cm	
Rb ⁺				OH ⁻	< 1			Spesifik		
Cs ⁺								Gravite (23°C)	1000 g/cm ³	
B (Total)	< 0.1							Buharlaşma		
Li ⁺	< 0.1			Br ⁻				Kabınası (180°C)	328 mg/l	
Mn (Total)	< 0.1							SERTLİK		
Hg				NO ₂ ⁻	< 0.01			Toplam	19.9 AS° dH°	
Ba ⁺⁺				NO ₃ ⁻	23			Geçici	19.9 AS° dH°	
Al ⁺⁺⁺	< 0.1			PO ₄ ⁻ (Total)	< 0.1			Kalıcı	0.9 AS° dH°	
TOPLAM	133.70	7.34	100.00	TOPLAM	448.10	6.8	100.00			
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ		
Pb		Cr		Pt		Katyonlar : 133.70				
Zn		Mn		U		Anyonlar : 448.10				
Cu		Sr		Th		Diğer Elemanlar : 27.68				
Ni		Ag		W		Eser halinde bulunanlar :				
Sa		Au		Ti		+				
Ca		TOPLAM				609.48 mg/l				
SUYUN SINIFLANDIRILMASI: Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)										
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI					DAİRE BAŞKANININ İMZASI					

GÖNDEREN DAİRE		PROJE NO.	PROJE ADI	NUMUNEYİ ALAN							
Enerji Ham.Etüt ve Arama		92/40a	ESKİŞEHİR-BOĞU-ÇANKIRI İllerinin Hidrojeo.Pro.	Saadettin Didik							
Numune No: 16	Lab. No: 50870	Rapor No: 829	Rapor Tarihi: 24.8.1992	Araziye Analizi Yapan:							
NUMUNENİN ALINDIĞI	Tarih	11.7.1992		SUYUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Debi	ölçülen/öçümlü	Spesifik Kondüktivite	mbo/cm			
	Kaynak Adı	Hamankarahisar			Sıcaklık				Su	35.5 °C	pH
	İl	Eskişehir				Hava	25 °C	NH ₄ ⁺			
	İlçe	Sivrihisar			Koku	—			Ca ⁺⁺	mval/l	
	Köy, Mevki	Hamankarahisar			Tad	—		Mg ⁺⁺	mval/l		
	Pafta Numarası ve Koordinatı	J 27 -a 2			Renk	Renksiz		HCO ₃ ⁻	mval/l		
					Berraklık Bulanıklık	Berrak		SiO ₂	mg/l		
						CO ₂ (Serbest)	%vol				
						H ₂ S (Serbest)	mg/l				
KATYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	ANYONLAR	mg/l	mval/l	% mval	DİĞER ELEMANLAR			
K ⁺	2.6	0.07	0.87	HCO ₃ ⁻	403	6.6	82.5	SiO ₂	23.5	mg/l	
Na ⁺	41	1.78	22.20	CO ₃ ⁻	<1			O ₂ (suda erimiş)		mg/l	
NH ₄ ⁺	<0.1			SO ₄ ⁻	13	0.27	3.38	CO ₂ (suda erimiş)	52.22	mg/l	
Ca ⁺⁺	94	4.69	58.48	Cl ⁻	40	1.13	14.12	Rn ²²² (1Eman=10 ⁻¹⁰ Curi)		Eman/l	
Mg ⁺⁺	18	1.48	18.45	I ⁻	<0.5			pH (25°C)	7.1		
Fe (Total)	<0.1			F ⁻	0.3			Spesifik Kondüktivite (25°C)	500	µmho/cm	
As (Total)	0.01			S ⁻ (Titrasyonla)				Spesifik Gravite (25°C)	1000	g/cm ³	
Rb ⁺				OH ⁻	<1			Buharlaşma Kalıntısı (130°C)	400	mg/l	
Cs ⁺											
B (Total)	<0.1										
Li ⁺	<0.1			Br ⁻				SERTLİK			
Mn (Total)	<0.1			NO ₂ ⁻	<0.01			Toplam	17.3 AS°	4112	
Hg				NO ₃ ⁻	6			Geçici	17.3 AS°	4112	
Ba ⁺⁺				PO ₄ ⁻ (Total)	<0.1			Kalıcı	0	4112	
Al ⁺⁺⁺	<0.1										
TOPLAM	155.61	8.02	100,00	TOPLAM	462.30	8.00	100,00				
ESER HALİNDE BULUNANLAR mg/l				TOPLAM MİNERALİZASYON				JEOLOJİK - HİDROJEOLOJİK BİLGİ			
Pb		Cr		Pt				Katyonlar : 155.61			
Zn		Mo		U				Anyonlar : 462.30			
Cu		Sr		Th				Diğer Elemanlar : 75.72			
Ni		As		W				Eser halinde bulunanlar :			
Sn		Au		Ti				+			
Co		TOPLAM						693.63 mg/l			
SUYUN SINIFLANDIRILMASI Mineralce fakir sıcaksu (akroterm)											
SERVİS ŞEFİNİN İMZASI						DAİRE BAŞKANININ İMZASI					