



İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü  
**COĞRAFYA DERGİSİ**

Basılı Nüsha ISSN No: 1302-7212

Elektronik Nüsha ISSN No: 1305-2128



**KIRŞEHİR İL MERKEZİNDEKİ JEOTERMAL SULARIN  
FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ZAMANA BAĞLI  
OLARAK DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ VE COĞRAFİ  
AÇIDAN ÖNEMİ**

*The Study of Physical and Chemical Properties of Geothermal Water Alterations in the  
Course Its Geographical Importance*

Sencer SAYHAN

Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Coğrafya Bölümü

[sayhan@gazi.edu.tr](mailto:sayhan@gazi.edu.tr)

Alındığı tarih: 29.08.2005; Kabul tarihi: 26.09.2006

**Abstract**

*Our studies started on 1st January, 2002 and finished on 31st December, 2004. During the period mentioned, water samples taken from the geothermal spring in Kırşehir province center every day were analysed regularly and in the course of time the alteration of their physical and chemical properties were brought out. Its reserve depth is about 273 meter and reserve heat is 94oC, on the surface 54oC reached thermal water of which chemical and physical properties alter increasingly consequential in the year as result of the daily measurement done. Again as a result of these measurements and observations termal water giving reaction to the microseismic activities which are in connection with the envirions is also among our establishments. Finally, the most important point of this study according to us is that bringing out the certain normal values of physical and chemical properties of the thermal water in the course of time. From the point of putting out the debilities under the ground, the changes at these normal values have great importance. Besides, this study is meaningful for medical geography and for finding out thermal health cures.*

**Keywords:** Kırşehir, geothermal, microseismic, hot spring water.

**Özet**

Çalışmalarımız 1 Ocak 2002 tarihinde başlamış ve 31 Aralık 2004 tarihinde sona ermiştir. Belirtilen periyot içerisinde, her gün Kırşehir il merkezindeki jeotermal kaynaktan alınan su örnekleri, düzenli olarak analize tabi tutularak termal suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin zamana bağımlı olarak değişimi saptanmaya çalışılmıştır.

Rezervuar derinliği 273 m.yi bulan ve rezervuar sıcaklığı 94oC, yüzeydeki sıcaklığı ise 54oC'ye kadar erişebilen termal suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, yapılan analiz ve

## KIRŞEHİR İL MERKEZİNDEKİ JEOTERMAL SULARIN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ZAMANA BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ VE COĞRAFİ AÇIDAN ÖNEMİ

gözlemler neticesinde yıl içerisinde önemli ölçüde değişikliğe uğradığı günlük ölçümlere dayanılarak saptanabilmiştir.

Yine bu ölçüm ve gözlemler neticesinde termal suyun, sarsıntılar esnasında ölçüm değerlerinde değişiklikler olduğu saptanmıştır.

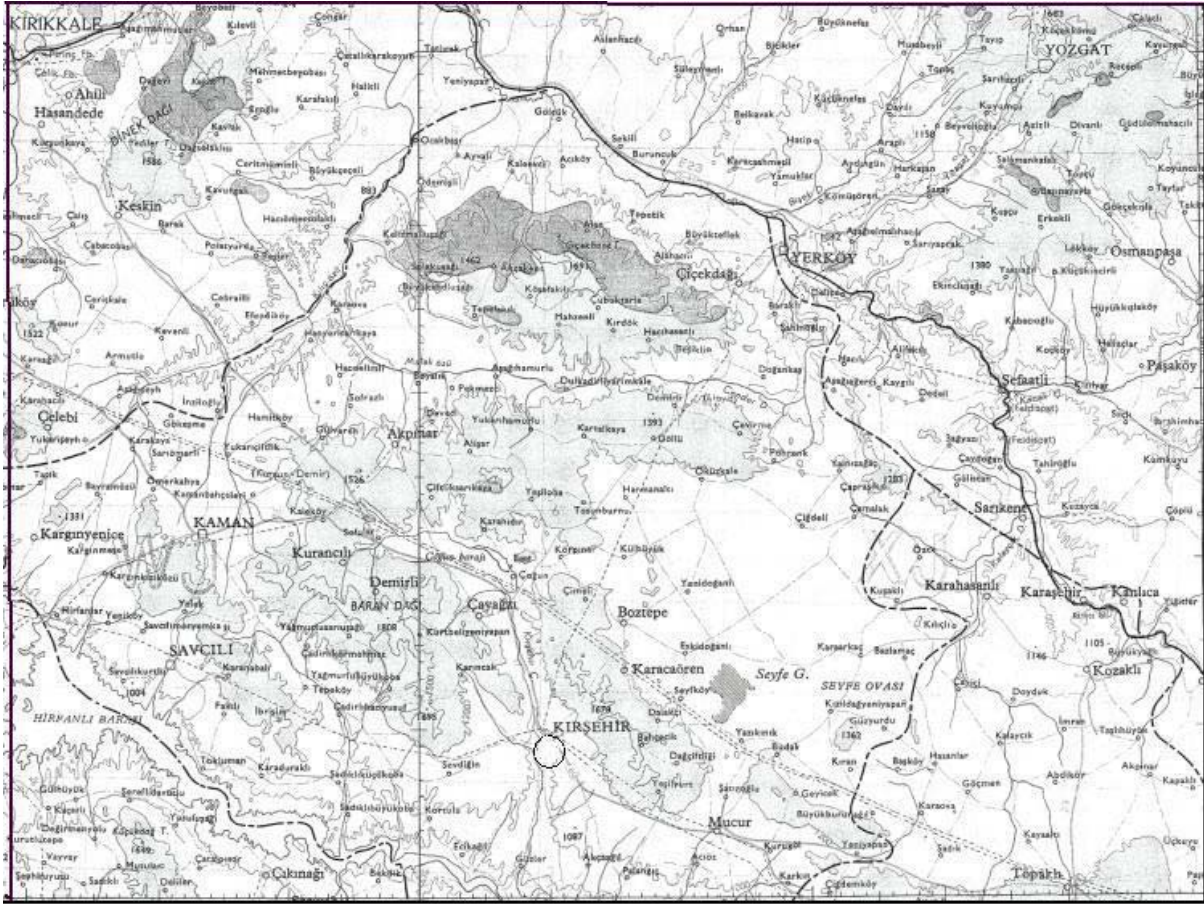
En nihayet, bizim açımızdan bu çalışmanın en önemli yanı, termal suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin zamana bağımlı olarak yıl içerisindeki normal değerlerinin kesin olarak ortaya konmuş olmasıdır. Bu normal değerlerden sapma, yerin altındaki değişiklikleri yansıtmaya açısından önemlidir. Ayrıca tıbbi coğrafya ve termal tedavi kürlerinin belirlenebilmesi açısından da anlam ifade etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırşehir, jeotermal, mikrosismik, sıcaksu kaynağı.

### GİRİŞ

Kırşehir yöresi, İç Anadolu Bölgesinin Orta Kızılırmak Bölümünde yer alır (Şekil 1). Şehrin bulunduğu mevkiinin yükseltisi

960 m ile 1100 m arasında değişmekle birlikte ortalama bir değerle 975 m civarındadır.



Şekil 1: Yörenin Lokasyon Haritası.

Kızılırmak kavsi içerisinde yer alan yöre, İç Anadolu ve Türkiye'nin jeomorfolojik yapısı ve jeolojik yapısı içerisinde önemli bir konuma sahiptir. Kırşehir, Doğu Anadolu Fay Kuşağından ayrılan, Orta Anado-

lu Fay Kuşağının tali bir kolunu teşkil eden ve Kırşehir Fay seti olarak da adlandırılan, çok farklı yönlerde gelişmiş fayların oluşturduğu bir çöküntü çanağının içerisinde yer almaktadır (Dirik, 1998).

Kırşehir depresyonunun kuzey ve kuzeydoğusunda yükseltisi 1679 m'ye ulaşan Kervansaray dağları depresyon ile Seyfe havzası arasında adeta bir duvar gibi yükselir. Kırşehir depresyonu kuzey ve kuzeybatıdan, yükseltisi 1600 m'yi bulan Naldöken dağları ile kuşatılmış vazı-

yettedir (Şekil 2). Naldöken dağlarının daha batısında, yükseltisi yer yer 1800 m'nin üzerine çıkan Bozçal dağının güney uzantılarına geçilir. Bu kütlelerin yükseltisi Kırşehir'in batısında 1695 m'ye kadar yükselir.



Şekil 2: Yörenin Genel Topografya Haritası.

Bu dağlık kütleler, güney ve doğuya doğru giderek alçalmak suretiyle pediment ve glasi sistemlerine geçiş temin ederler. Esasen Kırşehir'in bulunduğu mevkii, bu pediment-glasi sisteminin bir parçası niteliğindedir. Ancak pediment ve glasi sistemlerinin oluşumundan sonra çok yeni tektonik hareketlerle saha çökmüş ve bugün Kırşehir'in içerisinde kurulu bulunduğu tektonik çanağı oluşturmuştur.

Kırşehir yöresi, hidrografik açıdan tümüyle Kızılırmak havzası içerisinde yer alır. Şehrin tam ortasından geçen Kılıçözü (Kırşehir) deresi kabaca N-S istikametinde uzanır ve Kırşehir'in güneyinde Kızılırmak üzerinde kurulu bulunan Hirfanlı baraj gölüne girmeden önce Kızılırmak ile birleşir. Kılıçözü deresi, tektonokarstik bir yapıda olup fay ve karst kaynakları ile beslenmektedir. Bu nedenle Kırşehir'de yıllık 378 mm.lik yağış düşmesine ve yaz yağışlarının nadiren görülmesine rağmen, dere

yaz-kış bol su taşımak suretiyle akışını sürdürmektedir.

Biraz önce de ifade edildiği üzere akarsuyun bulunduğu güzergah tektonik bir hatta denk gelmektedir ve çok yeni tektonik hareketlerden büyük ölçüde etkilenmiştir. Bu etkilenme neticesinde ise Kılıçözü deresi "kancalı drenaj" karakteri kazanmıştır. Kuzeyde Çuğun (Çoğun) Barajı yakınlarında meydana gelen enine bir faylanma neticesinde bir kaptür olayı gerçekleşmiş ve drenaj şebekesi bugünkü görünümünü almıştır. Bugün eğer duvar haritalarına veya küçük ölçekli bir Türkiye haritasına bakılacak olursa bu drenaj değişikliği neticesinde Kılıçözü deresinin Kızılırmak'a aykırı yönde birleştiği net bir şekilde görülecektir. Kızılırmak'ın doğduğu yerden, denize döküldüğü yere kadar tüm yatağı boyunca almış olduğu kollar içerisinde Kılıçözü deresi ters yönde Kızılırmak'a birleşen ender akarsulardan bir

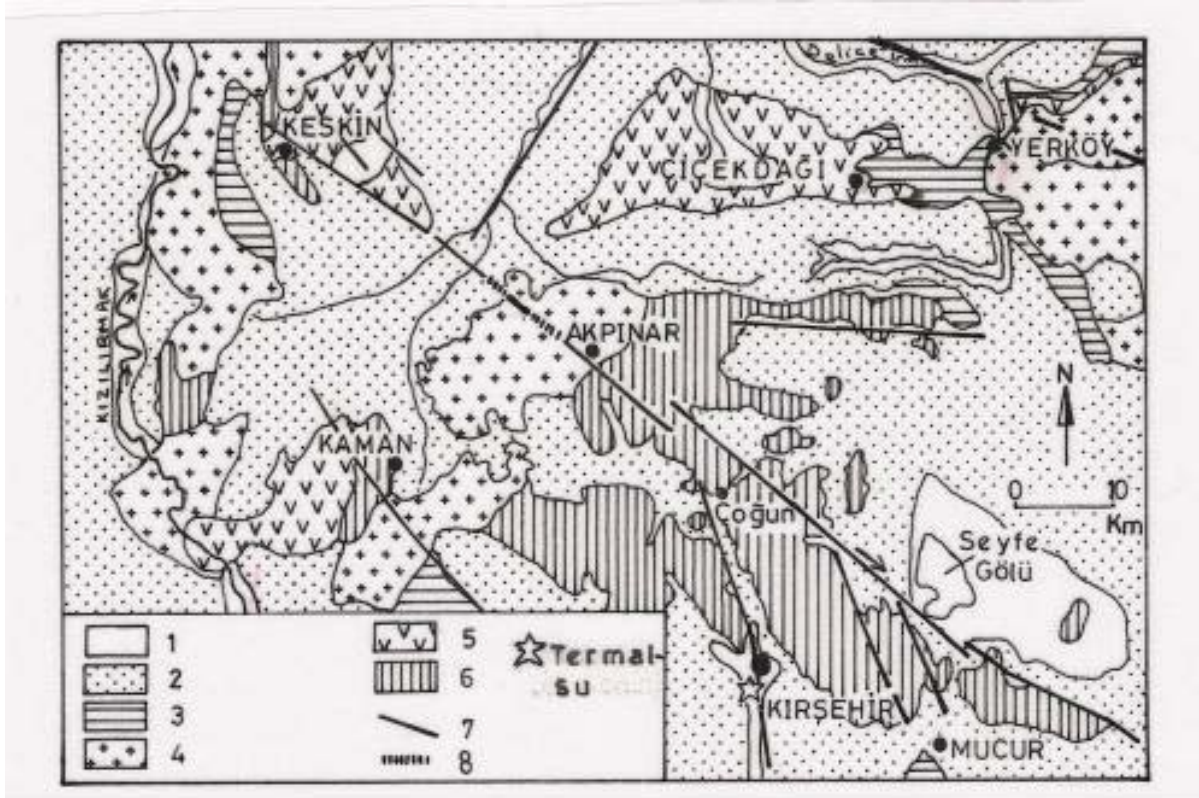
tanesisidir. Bu da çalışma alanımızı teşkil eden Kırşehir yöresinde tektonik faaliyetlerin ne derece etkin rol oynadığını göstermesi bakımından önem taşır.

### YÖRENİN GENEL JEOLJİK ve TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Yörenin temelini, Üst Paleozoik'de oluşmuş Kırşehir Masif kütleleri oluşturur. Özellikle yukarıda sözü edilen Kırşehir'in kuzeyindeki Kervansaray, Naldöken, Baran dağı ve Barane dağı gibi kütlelerde yüzeylenen masif kütle çok fazla ezikli ve kırıklı bir yapı gösterir. Büyük kısmını kristalize kalker ve mermerlerin oluşturduğu kütle içerisinde gnays, mikaşist, kuvarsit, kuvarsit şistler de önemli yer tutar.

Kırşehir masifi, Mesozoik sonu ve Tersiyer başlarında Alp orojenezinden önemli

ölçüde etkilenmiş ve metamorfizmaya maruz kalmıştır. Bu dönemde teşekkül eden bir granit batoliti üstteki Paleozoik masif kütleleri oluşturan kayalarla temas etmiş ve Orta Anadolu granit ve granitoyitleri olarak da isimlendirilen formasyonların oluşumlarına imkan tanımışlardır (Şekil 3). Bu granit batoliti üzerinde teşekkül eden lakolit (stok) ve dayklar yörenin değişik kesimlerinde aflöre olmaktadır. Özellikle Kaman'ın hemen güney ve güneydoğusunda bulunan Barane dağı kütleleri bu mostralara güzel bir örnek teşkil eder. Jeoloji haritasında görülmemekle beraber benzer bir lakolit aflormanını Kırşehir'in yaklaşık 30-40 km güneydoğusunda Aksaray yolu üzerindeki Ekecik dağında da görmek mümkün olmaktadır.



Şekil 3: Yörenin Jeoloji Haritası (Dirik, K., 1998)

İşaretler: 1)Alüvyon, 2) Neojen örtü birimleri, 3) Tarsiyer (Eosen) örtü birimleri, 4) Orta Anadolu granitoidi, 5) Orta Anadolu ofiyoliti, 6) Orta Anadolu metamorfikleri, 7) Faylar, 8) 1938 depremi yüzey kırıkları.

Bu granit kütlelerine yine aşağı yukarı aynı devrede, yaklaşık Kretase sonlarında okyanusal kabuk üzerinde teşekkül etmiş ofiyolitik seriler de eşlik etmektedir. Bu ofiyolit seriler özellikle Kaman batısında ve Çiçekdağ çevresinde geniş alanlar kaplamakla birlikte, daha küçük çaplı

aflormanlar verdiği Coğun depresyonu ve Kırşehir batısındaki Ömerhacılı çevresinde de görülebilmektedir. Bu ofiyolitik seriler içerisinde özellikle gabro ve diyabazlar önemli yer tutar (Sayhan,S.,2003).

Sahada Tersiyer yaşlı formasyonlar geniş yer kaplar. Özellikle Kırşehir ile Kızı-

lırmak arasındaki alanda gerek karasal ve gerekse denizel formasyonlar geniş yer tutmaktadır. Kırşehir'in doğusunda, Mucur ve Hacıbektaş çevresinde bol miktarda *Alveolina* sp. Ve *Nümmülites* sp. fosili içeren nümmülitik kalkerlerin üzerine diskordant olarak bazalt lavları yerleşmiş vaziyettedir.

Kırşehir'in güney ve batısında ise, genellikle yukarıda giriş kısmında bahsedilen glasi yüzeylerinden oluşan topografik yapı Kızılırmak formasyonu olarak da adlandırılan Tersiyer yaşlı Neojen karasal sedimentlerinden oluşmaktadır. Nitekim bu sedimanter malzeme içerisinde Kurutlu köyü yakınlarından çıkartılan bir kara memelisine ait fosil de bunu doğrulamaktadır<sup>1</sup>.

Kırşehir çevresinde tespit edilen Tersiyer arazisi bununla da sınırlı değildir. Bizzat Kırşehir'in üzerinde kurulu bulunduğu alan Neojen göl sedimentlerinden oluşmaktadır.

Kırşehir çevresinde Kuaterner, dağlık kütlelerin eteklerindeki birikinti koni ve yelpazeleri ile belirginleşir. Ayrıca Kuaterner içerisinde Kızılırmak'ın bizzat taşıyıp getirmiş olduğu alüvyal malzeme de bir diğer Kuaterner formasyonunu teşkil etmektedir.

Kırşehir yöresinin şekillenmesinde ve bugünkü jeomorfolojik yapısının oluşmasında gerek paleotektonik ve gerekse neotektonik hareketlerin etkisi büyüktür. Bugün Cemele köyü yakınlarındaki Bozçal dağı hem paleotektonik hareketlerin hem de neotektonik hareketlerin izlerinin bir arada gözlenip izlendiği önemli bir kütledir ve Kırşehir masifinin de önemli bir parçasını oluşturur (Sayhan,S.,2003).

Aynı şekilde benzer tarzdaki tektonik hatları, Kırşehir kuzeyindeki Kervansaray ve Naldöken dağlarında da gözlemek mümkün olur.

Bugün Kırşehir yöresindeki tektonik hareketleri Tuz gölü fayı ile Kayseri üzerinden geçen Orta Anadolu Fayı kontrol etmektedir. Neotektonik dönemde, özellikle Plio-Kuaterner'de çoğunluk normal faylar ve verrev atımlı faylar şeklinde teşekkül eden Kırşehir yöresindeki faylar genelde

NW-SE doğrultulu olup değişik doğrultudaki tali faylarla kesintiye uğramış bir fay kompleksini oluşturmaktadır. Bazı araştırmacılar (Koçyiğit,A.,Dirik,K.) tarafından "KırşehirFay Seti" olarak da adlandırılan bu kompleks fay, bugün halen aktivitesini korumakta olup, en son 19 Mart 1938 tarihinde 6.6 magnitudünde deprem üretmiş ve Akpınar-Taşkovan arasında 10 km uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturmuştur.

Zaten, Kırşehir çevresinde çok sayıda sıcaksu kaynağının varlığı da bu aktiviteyi göstermektedir.

### **KIRŞEHİR TERMAL SU KAYNAĞININ KONUMU VE ÖZELLİKLERİ**

Kırşehir termal su kaynağı veya halk arasında bilinen ismi ile Terme Kaplıcaları yukarıda sözü edilen Kırşehir Fay Kompleksi içerisinde yer alan ve kabaca N-S istikametinde Kırşehir'in tam ortasından geçmek suretiyle şehri iki kompartımana ayıran fay hattı üzerinde yer almaktadır. Yaklaşık 20-25 km uzunluğunda ve uzanış doğrultusu N30oE olan bu tali fay hattı Kılıçözü deresi boyunca ilerler ve kuzeyde Çuğun yakınlarında Kırşehir fay kompleksinin ana kolunu teşkil eden Akpınar-Keskin fayı ile birleşerek NW-SE istikametini alır.

Doğrultu atımlı normal bir fay niteliğindeki bu hattın değişik kesimlerinde sıcaksu kaynakları mevcut ise de ana kaynak Terme Kaplıcalarının bulunduğu mevkide yer almaktadır. Ancak bu sıcaksu potansiyelinden yararlanabilmek amacıyla daha sonra MTA tarafından çok sayıda sondaj kuyusu açılmış ve bunlardan bir tanesi de bugün üzerinde Kırşehir Jeotermal Santralinin Kurulu bulunduğu yerde gerçekleştirilmiştir.

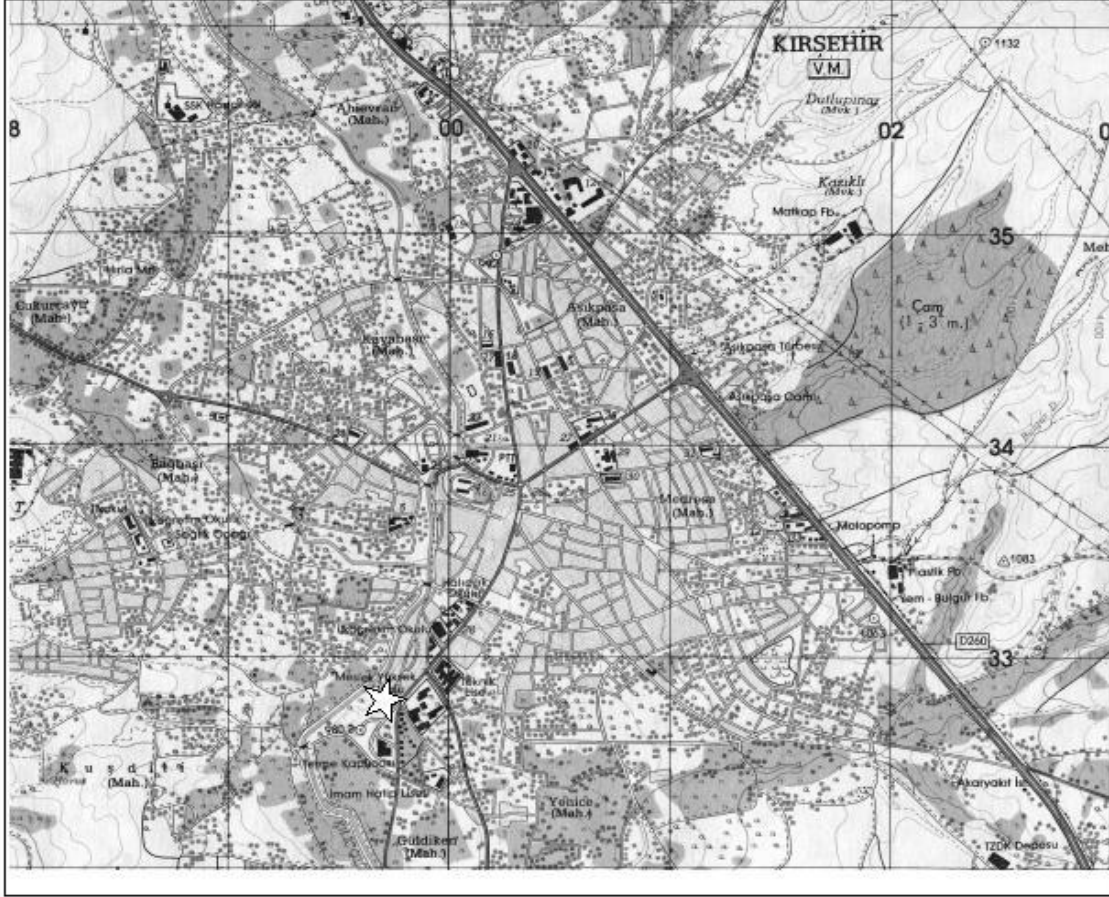
Bizim çalışmış olduğumuz sıcaksu kaynağı ise jeotermal tesisin bahçesinde yer alan 39o08'215"N ile 34o09'369"E koordinatlarındaki kaynaklar üzerinde olmuştur<sup>2</sup>. Gerek jeotermal santrali ve gerekse üzerinde çalışmış olduğumuz sıcaksu kaynakları Kırşehir Eğitim Fakültesi ve Meslek Yüksek Okuluna 50 ila 100 m mesafede olup, bu durum çalışmalarımızda büyük bir avantaj sağlamıştır (Şekil 4). Çalışılan yerin deniz seviyesinden yükseltisi 975 m.dir.

<sup>1</sup> -Hirfanlı barajı kenarında kurulu bulunan Kurutlu köyü yakınlarında bu formasyon içerisinde bulunup 2004 yılında fakülteye intikal eden ve *Rhinoceros* sp. veya *Hipopotamus* sp. fosillerine ait olduğunu tahmin ettiğimiz bir üst çene, bir adet kürek kemiği ve çok sayıda femur parçası üzerindeki çalışmalar sürmektedir.

<sup>2</sup>-Gerek koordinatlar, gerekse yükselti değerleri Garmin marka GPS cihazı ile ölçülmüştür. Yanılgı payı 10 m'den azdır.

Kırşehir termal kaynaklarına değişik araştırmacılar ve kurumlar ilgi duymuş ve bu konuda çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Ancak ciddi anlamdaki çalışmalar, Kırşehir'in jeotermal enerji ile ısıtılması konusu gündeme alınmakla birlikte baş-

lamıştır. Bu bağlamda İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Ekoloji ve Hidro-Klimatoloji Anabilim Dalı mensuplarının 19 ve 27 Mart 1991 tarihlerinde yapmış oldukları su ve bakteriyolojik analizler bu çalışmalar arasında yer alır.



**Şekil 4:** Kırşehir'de Termal Suyun Lokasyonu.

Yine Kırşehir İl Özel İdaresi adına 1991 yılında Prof.Dr.B.Canik'in hazırlamış olduğu "Terme Kaplıcasının Hidrojeolojisi" başlığını taşıyan raporu bu konudaki en kapsamlı çalışmayı da ifade etmektedir. Prof.Dr.Canik, daha sonraki yıllarda da özellikle Kırşehir'in termal sularıyla ilgili çalışmalarını sürdürmüştür (Canik,B., 1991).

1991 yılında Kırşehir'in jeotermal su ile ısıtılması projesi 1994 yılında semeresini vermiş ve Kırşehir Jeotermal Santrali faaliyete geçerek konut ve işyerleri termal enerji ile ısıtmaya başlanmıştır. Tesisin ısıtma kapasitesi 1800 konut olup, bu kapasitenin artırımına yönelik çalışmalar ve sondajlar devam etmektedir. Açılan sondaj kuyularının verilerine göre rezervuar derinliği 274 m olup, bu derinlikteki rezervuar sıcaklığı SiO<sub>2</sub> termometresi ile 94oC olarak hesaplanmıştır. Açılan T-5 kuyusundan çıkan suyun debisi 175 lt/sn ve yüzey sıcaklığı da 57oC olarak tespit edilmiştir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar jeolojik ve jeoteknik düzeyde kalmıştır. 2002 yılından itibaren önce kendi imkânlarımızla, ardından Gazi Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenen bir proje kapsamında çalışmalarımız 2004 yılı Aralık ayına kadar sürdürülmüştür<sup>3</sup>.

Ölçüm periyodu içerisinde her gün sabah saat 8.00 ile 9.00 arasında alınan su örnekleri Kırşehir Eğitim Fakültesi bünyesindeki Coğrafya Araştırma laboratuvarında analiz ve değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Neticede 2002, 2003 ve 2004 yıllarına ait üç yıllık günlük baz-

<sup>3</sup>-Bu çalışma Gazi Üniversitesi Araştırma Fonuna tarafımızdan verilen ve Doç.Dr.Hayriye Sayhan'ın da yardımcı araştırmacı olarak katıldığı, 10/2004-04 proje no.su ile 30.06.2004 tarih ve 2004/6 sayılı toplantıda alınan karar gereği desteklenen projemizin sonuçlarını içermektedir.

da ölçüm serileri elde edilmiştir. Günlük seriler, önce ortalamaları alınarak aylık ve yıllık ortalamalara, ardından da üç yılın ortalaması alınmak suretiyle elde edilen veriler ölçüsünde uzun yıllık ortalama değerler elde edilmiştir (Tablo 1, 2, 3, 4).

**Tablo 1:** Termal Kaynak Suyunun 2002 Yılına Ait Ölçüm Sonuçları.

Ölçülen Değer	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Termal Su Sıcaklığı	49.0	48.7	49.3	50.6	51.1	51.3	51.6	51.7	51.7	51.5	50.7	49.9	50.6
pH	6.49	6.39	6.36	6.39	6.42	6.40	6.27	6.22	6.18	6.06	6.08	6.09	6.28
Redox (mV)	254	173	153	146	148	127	106	96	95	113	127	143	140
Yoğunluk (gr./lt.)	0.995	0.996	0.995	0.994	0.992	0.992	0.992	0.991	0.992	0.993	0.993	0.994	0.993
Radyoakt. α (milirem)	*	27.3	25.2	25.0	24.0	24.0	26.0	26.2	26.6	25.4	23.0	26.0	25.0
Radyoakt. β (milirem)	*	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Radyoakt. γ (milirem)	*	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Magnetik Alan (mikrotesla)	*	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>
Fe Konstrasyonu (ppm)	*	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6

**Tablo 2:** Termal Kaynak Suyunun 2003 Yılına Ait Ölçüm Sonuçları.

Ölçülen Değer	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Termal Su Sıcaklığı	49.5	49.4	49.4	50.3	51.3	51.7	51.8	52.0	52.0	51.4	49.7	48.5	50.6
pH	6.05	6.04	6.04	6.05	5.93	5.93	5.92	5.91	5.85	5.76	5.76	5.76	5.91
Redox (mV)	115	116	109	117	97	105	105	157	191	197	232	259	150
Yoğunluk (gr./lt.)	0.994	0.995	0.994	0.994	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993	0.994	0.994	0.994
Radyoakt. α (milirem)	25.0	26.0	25.0	25.0	25.0	26.0	25.0	26.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Radyoakt. β (milirem)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Radyoakt. γ (milirem)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Magnetik Alan (mikrotesla)	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01	0.01>	0.01	0.01>	0.01	0.01>	0.01>
Fe Konstr. (ppm)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	.	.	.	.	.	.	.	0.7

**Tablo 3:** Termal Kaynak Suyunun 2004 Yılına Ait Ölçüm Sonuçları.

Ölçülen Değer	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Termal Su Sıcaklığı	48.5	48.7	52.1	50.3	51.4	51.7	51.6	51.3	51.4	51.0	50.2	48.5	50.6
pH	5.75	5.79	5.74	5.62	5.60	5.60	5.63	5.62	5.58	5.60	5.57	5.62	5.64
Redox (mV)	246	227	232	223	188	191	217	254	254	273	274	299	240
Yoğunluk (gr./lt.)	0.995	0.995	0.994	0.993	0.994	0.994	0.994	0.992	0.993	0.994	0.994	0.995	0.994
Radyoakt. α (milirem)	25.0	25.0	25.0	25.0	24.0	24.0	24.0	24.0	23.0	24.0	25.0	24.0	24.0
Radyoakt. β (milirem)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Radyoakt. γ (milirem)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Magnetik Alan (mikrotesla)	0.01>	0.02	0.01	0.02	0.11	0.01>	0.01	0.03	0.01>	0.01	0.01	0.02	0.01
Fe Konstr. (ppm)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**Tablo 4:** Üç Yıllık (2002-03-04) Ölçüm Sonuçları Kullanılmak Suretiyle Elde Edilen Uzun Yıllık Ortalama Değerler.

Ölçülen Değer	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Termal Su Sıcaklığı (°C)	49.0	49.0	50.3	50.4	51.3	51.6	51.7	51.7	51.7	51.3	50.2	49.0	50.6
pH	6.10	6.07	6.05	6.02	5.98	5.98	5.94	5.92	5.87	5.81	5.80	5.82	5.95
Redox (mV)	205	172	165	162	144	141	143	169	180	194	211	234	177
Yoğunluk (gr./lt.)	0.995	0.995	0.994	0.994	0.993	0.993	0.993	0.992	0.993	0.993	0.994	0.994	0.994
Radyoakt. α (mülirem)	25.0	26.0	25.0	25.0	24.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	24.0	25.0	25.0
Radyoakt. β (mülirem)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Radyoakt. γ (mülirem)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Magnetik Alan (mikrottesla)	0.01>	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe Konstrasyonu (ppm)	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6

**Tablo 5:** 1 Ocak 2003 İle 31 Aralık 2004 Tarihleri Arasında Yöreyi İlgilendiren Mikrosismik Sarsıntular Esnasında Termal Suda Görülen Değişiklikler.

Yer	Tarih	Saat	Derinlik (km)	Magnitüd	Termal Su Değerleri				
					Sıcaklık (°C)	pH	İletken (mV)	Yoğunluk (gr./lt.)	Magnetizma (mikrottesla)
Kuşehir-Merk.	18.1.2003	22:11:44	5.0	3.4	49.8	6.09	105	0.995	0.01>
Çerkeş-Çankun	28.3.2003	11:27:58	26.6	2.9	49.3	6.03	105	0.994	0.01
Sungurlu-Çorum	28.3.2003	12:22:11	20.4	2.4	49.3	6.03	105	0.994	0.01
Ankara-Merkez	11.7.2003	17:57:42	10.3	2.9	51.9	5.89	107	0.992	0.01
Orta-Çankun	12.7.2003	03:22:40	6.9	2.7	52.2	5.88	108	0.993	0.01
Çerkeş-Çankun	16.7.2003	06:30:57	6.5	2.8	51.8	5.94	101	0.993	0.01
Çerkeş-Çankun	16.7.2003	14:15:30	9.2	3.5	51.8	5.94	101	0.993	0.01
Kırıkkale-Merk.	17.7.2003	16:40:45	5.5	2.7	51.9	5.87	106	0.993	0.01
Yahyah-Kayseri	18.7.2003	05:04:17	5.0	3.2	51.6	5.88	102	0.993	0.01
Kuşehir-Merk.	6.8.2003	17:04:56	5.0	3.0	51.9	5.94	162	0.993	0.01>
Orta-Çankun	12.8.2003	15:18:52	18.1	3.0	52.1	5.87	143	0.993	0.01
Bünyan-Kayseri	13.8.2003	20:42:01	6.6	3.4	52.0	5.90	158	0.993	0.01
Mucur-Kuşehir	27.8.2003	14:31:18	10.3	3.2	-	-	-	-	-
Kızılcahamam-Ankara	1.9.2003	01:07:16	5.0	3.8	51.9	5.95	183	0.992	0.01
Eskipazar-Çankun	1.9.2003	19:43:07	5.0	3.8	51.9	5.95	183	0.992	0.01
Ankara-Merkez	3.10.2003	16:49:12	2.8	2.9	51.5	5.85	188	0.993	0.01
Aksaray-Merkez	1.11.2003	21:40:05	5.0	3.8	50.3	5.72	247	0.992	0.01
Aksaray-Merkez	2.11.2003	05:36:15	5.0	2.3	50.3	5.74	229	0.992	0.01
Ankara-Merkez	16.11.2003	13:04:25	5.4	2.7	49.3	5.60	251	0.994	0.03
Orta-Çankun	25.12.2003	04:30:10	5.0	3.1	49.1	5.71	261	0.995	0.01
Çerkeş-Çankun	1.1.2004	21:28:28	5.0	3.1	48.9	5.76	277	0.994	0.01
Orta-Çankun	9.1.2004	17:05:03	6.3	2.6	48.4	5.66	224	0.995	0.01
Orta-Çankun	9.1.2004	17:07:01	5.4	3.7	48.4	5.66	224	0.995	0.01
Çerkeş-Çankun	21.1.2004	22:41:02	12.4	2.8	48.8	5.87	260	0.995	0.01
Çankun-Merkez	22.1.2004	00:56:04	9.0	2.8	49.0	5.72	241	0.996	0.01



Çerkeş-Çankırı	23.1.2004	17:24:18	7.5	2.7	49.0	5.72	241	0.996	0.01
Kırıkkale-Merkez	28.1.2004	06:01:41	5.4	2.8	48.0	5.84	251	0.995	0.01
Orta-Çankırı	21.2.2004	04:53:58	5.0	3.0	49.0	5.79	263	0.995	0.01
Haymana-Ankara	24.2.2004	08:00:06	5.0	2.9	49.0	5.74	219	0.995	0.01
Bünyan-Kayseri	24.2.2004	11:32:28	4.6	3.2	49.0	5.74	219	0.995	0.01
Şabanözü-Çankırı	24.2.2004	17:25:14	7.8	3.6	49.0	5.74	219	0.995	0.01
Şabanözü-Çankırı	25.2.2004	04:58:53	5.0	3.2	48.9	5.84	218	0.995	0.01
Alaca-Çorum	25.2.2004	17:18:10	5.1	2.8	48.9	5.84	218	0.995	0.01
Bala-Ankara	3.3.2004	13:25:33	5.0	3.6	48.8	5.73	209	0.994	0.01
Haymana-Ankara	3.3.2004	20:30:25	7.8	3.2	48.8	5.73	209	0.994	0.01
Orta-Çankırı	6.3.2004	19:15:05	5.0	3.0	49.4	5.97	291	0.995	0.01
Göbbaşı-Ankara	11.3.2004	12:55:28	6.7	2.7	48.8	5.71	210	0.995	0.01
Şabanözü-Çankırı	12.3.2004	04:06:35	8.0	2.9	49.1	5.83	221	0.994	0.01
Göbbaşı-Ankara	12.3.2004	04:51:49	5.0	3.0	49.1	5.83	221	0.994	0.01
Göbbaşı-Ankara	12.3.2004	05:07:49	5.0	3.3	49.1	5.83	221	0.994	0.01
Sanz-Kayseri	16.3.2004	21:07:09	8.3	3.1	48.9	5.73	268	0.994	0.01
Çerkeş-Çankırı	20.3.2004	05:01:14	25.0	3.3	49.0	5.74	266	0.994	0.01
Polatlı-Ankara	1.5.2004	13:48:23	5.0	3.1	51.6	5.64	197	0.994	0.32
Kırşehir-Merkez	26.4.2004	17:19:44	8.4	3.0	50.7	5.66	258	0.993	0.01>
Kaman-Kırşehir	18.5.2004	11:07:04	9.1	3.1	51.2	5.57	181	0.994	0.01>
Kaman-Kırşehir	22.5.2004	12:53:20	3.5	3.0	51.3	5.62	175	0.994	2.38
Yahyalı-Kayseri	22.5.2004	16:04:21	5.0	3.0	51.3	5.62	175	0.994	2.38
Karakeçili-Kırıkkale	22.5.2004	16:54:15	12.3	2.9	51.3	5.62	175	0.994	2.38
Kaman-Kırşehir	24.7.2004	20:56:23	3.9	2.9	51.4	5.78	232	0.994	0.01>
Orta-Çankırı	1.8.2004	14:36:55	5.6	3.1	51.3	5.64	263	0.992	0.08
Elmadag-Ankara	2.8.2004	01:16:10	5.0	3.2	51.3	5.58	243	0.992	0.33
Ilgaz-Çankırı	2.8.2004	05:16:47	8.8	2.9	51.3	5.58	243	0.992	0.33
Kırşehir-Merkez	28.8.2004	10:07:32	16.5	3.0	-	-	-	-	-
Ilgaz-Çankırı	5.9.2004	08:21:47	29.7	2.7	51.4	5.57	249	0.992	0.20
Ilgaz-Çankırı	5.9.2004	08:24:31	9.7	2.9	51.4	5.57	249	0.992	0.20
Ilgaz-Çankırı	5.9.2004	08:25:34	5.2	2.8	51.4	5.57	249	0.992	0.20
Bala-Ankara	6.11.2004	02:33:21	6.0	2.8	50.3	5.62	306	0.994	0.01
Göbbaşı-Ankara	6.11.2004	16:31:37	9.4	2.7	50.3	5.62	306	0.994	0.01
Orta-Çankırı	18.11.2004	09:59:12	3.0	3.3	50.2	5.53	260	0.993	0.01
Çubuk-Ankara	24.11.2004	13:58:44	5.0	2.6	49.4	5.68	289	0.994	0.02
Kızılcahamam-Ankara	27.11.2004	15:32:54	7.6	3.5	49.1	5.65	250	0.994	0.02
Keskin-Kırıkkale	29.11.2004	21:47:06	5.5	2.9	48.9	5.62	301	0.995	0.02
Ankara-Merkez	2.12.2004	15:28:43	5.0	3.0	48.9	5.46	316	0.995	0.02
Orta-Çankırı	3.12.2004	12:42:01	10.05	2.8	48.8	5.58	291	0.995	0.02
Orta-Çankırı	3.12.2004	13:20:23	8.7	3.2	48.8	5.58	291	0.995	0.02
Orta-Çankırı	3.12.2004	13:25:23	5.0	2.7	48.8	5.58	291	0.995	0.02
Orta-Çankırı	3.12.2004	15:00:31	6.4	2.8	48.8	5.58	291	0.995	0.02
Elmadag-Ankara	4.12.2004	14:36:43	5.4	3.0	48.7	5.47	297	0.994	0.02
Orta-Çankırı	7.12.2004	03:23:48	6.1	2.8	48.7	5.59	277	0.994	0.02
Göbbaşı-Ankara	10.12.2004	12:17:37	22.4	2.9	48.5	5.59	302	0.99	0.02
Kaman-Kırşehir	10.12.2004	23:15:34	5.0	3.3	48.5	5.59	302	0.994	0.02
Kırşehir-Merkez	20.12.2004	18:50:47	4.7	3.2	48.5	5.90	326	0.995	0.02
Göbbaşı-Ankara	28.12.2004	16:53:06	12.6	2.6	48.3	5.94	292	0.995	0.02
Orta-Çankırı	29.12.2004	23:13:28	31.4	3.4	48.3	5.90	340	0.995	0.02
Çubuk-Ankara	30.12.2004	00:22:22	32.1	4.6	48.3	5.70	305	0.994	0.02
Çubuk-Ankara	30.12.2004	03:35:03	6.9	3.4	48.3	5.70	305	0.994	0.02
2003 Yılı Ortalamaları					50.6	5.91	150	0.994	0.01>
2004 Yılı Ortalamaları					50.6	5.64	240	0.994	0.01
Üç Yıllık Ortalamalar					50.6	5.95	177	0.994	0.01

2002, 2003 ve 2004 yıllarına ait yıllık ortalamalar tablosu (Tablo1,2,3) ilk bakışta monoton bir seyir izliyormuş gibi görünse de söz konusu tabloların yakından incelenmesi bunun hiç de böyle olmadığını ortaya koyar. Her üç tablonun kendi aralarında mukayesesi ilgi çekici sonuçlar ortaya koymaktadır. Tablolar üzerinde

yapılan incelemelerde ilk dikkati çeken husus sıcaklık değerlerinde ortaya çıkmaktadır. Termal suyun yıllık ortalama değerlerine bakıldığında farklı bir durum ortaya çıkmaktadır. Öncelikle sıcaklık değerleri yıl içerisinde mevsimlik olarak değişme göstermektedir. Genel olarak Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında aylık

ortalama sıcaklık değeri 50oC'nin altında seyredirken bu değer geriye kalan Nisan-Kasım ayları arasındaki 8 aylık devrede 50oC'nin üzerine çıkmaktadır. Aylık ortalama sıcaklık değerinin en düşük olduğu ay Aralık, Ocak ve Şubat ayları iken, en sıcak aylar istisnalar dikkate alınmazsa Ağustos ve Eylül aylarına isabet etmektedir. Hemen ifade edelim ki elde edilen veriler son derece değişken bir özellik arz etmektedir. Bu istikrarsız durum yıllık tablolardan daha net bir şekilde izlenebilmektedir. Örneğin, en düşük sıcaklık değeri 2002 yılında 48.7oC ile Şubat ayında tespit edilirken bu değer 2003 yılında Aralık ayına kayarak 48.5oC olarak gerçekleşmiştir. Bir sonraki yıl yani 2004 yılında ise en düşük sıcaklık değeri Aralık ve Ocak aylarında 48.5oC olarak tespit edilmiştir. Bu istikrarsızlık yerin altındaki hareketlilikten kaynaklanıyor ise de yer-yüzünden kaynaklanan suların yeraltına intikalinin az veya çok oluşu, erken veya geç geliş gibi yağış şartlarından kaynaklanan iklimatik koşulların da etkisinin bulunduğu bir gerçektir.

Sıcaklık değerlerindeki istikrarsızlık yüksek sıcaklık değerlerinde de görülür. Yüksek sıcaklık değerleri 2002 yılı Ağustos ve Eylül aylarında 51.7oC olarak gerçekleşirken, bu değer 2003 yılının aynı aylarında 52oC olarak gerçekleşmiştir. Ancak 2004 yılında en yüksek sıcaklık değeri 52.1oC ile Mayıs ayında tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklık değerlerinde görülen bu istikrarsızlık yeraltındaki aktivitelerle alakalıdır. Çünkü yine yıllık ortalama değerleri dikkatli bir şekilde incelenecek olursa 2002 yılından itibaren sıcaklık değerlerinde 2003 ve 2004 yıllarına doğru genel bir artış eğiliminin bulunduğu dikkati çeker. Bu eğilim, günlük değerlerde de görülmektedir. Bu durumu sadece iklimatik koşullarla açıklamak mümkün değildir. Aynı devrede gerek tarafımızdan gerçekleştirilen ölçümlerdeki anomaliler ve gerekse Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü gibi kuruluşların vermiş olduğu bilgiler neticesinde özellikle 2003 ve 2004 yıllarının Doğu Anadolu Fay Hattının aktivite kazandığı saptanmıştır (Kandilli Rasathanesi 2003, 2004). Hatta bu durum, 2004 yılının Mayıs ayında medya aracılığıyla da kamuoyuna haber şeklinde aksettirilmiştir. Dolayısıyla Doğu Anadolu fayının tali kollarından birini teşkil eden Orta Anadolu Fayı üzerinde yer alan Kırşehir yöresinin de bundan etkileneyeceği açıktır (Dirik,K., 1998).

Termal su örnekleri üzerinde yapmış olduğumuz bir diğer analiz, suyun pH değerinin ölçümüdür. Termal sularda pH değerindeki değişimler yine yer altındaki bir takım faaliyetlerin yönünü ve büyüklüğünü belirleyebilmemiz açısından önem arz eder.

DAF'ın hareketliliği pH değerlerine de yansımış ve 2002 yılından itibaren 2003 ve 2004 yıllarına doğru pH değerinde bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Yıllık ortalama değerlerden de aylık ortalamalardan da bunu izlemek mümkündür. Yine tablolaradaki rakamsal değerlere dönecek olursa, 2002 yılında ortalama pH değeri 6.28 olarak gerçekleşmiştir. Oysaki takip eden 2003 yılında bu değer 5.91 pH'a 2004 yılında ise 5.64 pH'a kadar inmiştir. Aynı eğilim aylık değerler için de geçerlidir. Sıcaklık değerinin aksine son derece istikrarlı bir şekilde 2002 yılının Ocak ayından itibaren 6.49 pH olarak gerçekleşen aylık ortalama pH değeri 2004 yılına kadar düzenli bir şekilde düşmüş ve Aralık 2004 değeri 5.62 pH olarak tespit edilmiştir. Doğal olarak günlük değerlerden bu durum izlenebilmektedir. Bilindiği gibi pH değerindeki düşüş ve suyun asit değerindeki artış aynı zamanda suda eriyik vaziyetteki mineral maddelerin ve elementlerin yük konsantrasyonlarının da artışını ifade etmektedir. Ölçüm periyodu içerisinde pH değerinin düzenli olarak düşüş kaydetmesini DAF'taki hareketliliğin sonucu olarak kabul etmek gerekir.

Benzer tarzda bir gelişme, termal suyun elektriksel iletkenliğinin (redox ölçümleri-mV) ölçüm değerlerinde de kaydedilmiştir. 2002 yılı yıllık ortalama değeri 140mV olarak gerçekleşirken aynı değer 2003 yılında 150 mV'a, 2004 yılında ise 240mV'a yükselmiştir. Elektriksel iletkenlik sudaki eriyik yük miktarına sıkı sıkıya bağlıdır (Krauskopf,K., 1985). Bu nedenle yüzey sularına bağlı olarak su içerisindeki yük miktarında da mevsimlik artış ve azalışlar olmaktadır. Bu durum da doğal olarak iletkenlik değerine yansımaktadır. Nitekim 2002 yılının Kış aylarında 254 mV'a kadar çıkan redox değeri yaz aylarında ve özellikle de Ağustos, Eylül aylarında 95 mV'a kadar inmiştir. Benzer tarzdaki artış ve azalışlar 2003 ve 2004 yıllarında da gözlenmektedir. 2003 yılında gelen eriyik yük miktarındaki artışa bağlı olarak Aralık ayında 259mV'a kadar yükselen iletkenlik yaz aylarını temsilen Mayıs'ta 97 mV'a Haziran'da ise 105 mV'a kadar düşmüştür. Esasen 2003 yılının

Kasım ve Aralık aylarında iletkenliğin 200mV'un üzerine çıkması, tektonik hattaki hareketliliğin de habercisi olarak algılanmalıdır. Çünkü aylık değerlere bakıldığında 2003 yılının Kasım ayında 200mV'un üzerine çıkan redox değeri 2004 yılında da sürekli olarak bu yüksek değerini korumuş ve hatta 2004 yılının Aralık ayında 300mV değerine çok yaklaşmıştır. 2002 ve 2003 yıllarında yaz ve kış ayları arasında gözlenen artış ve azalışlar 2004 yılında da görülmekle birlikte değerlerdeki genel artış bu mevsimlik konsantrasyon değişiklikleri ile açıklanamaz. Dolayısıyla DAF'daki hareketlilik umumi olarak elektriksel iletkenlik değerlerin de etkilemiş ve 2002 yılından itibaren 2004 yılı Aralık ayına kadar değerlerde düzenli bir şekilde artış kaydedilmiştir<sup>4</sup>.

Termal sudaki değişikliklerin tespitine ilişkin yapmış olduğumuz bir diğer ölçüm yoğunluk (gr/lt) tayini olmuştur. Ölçümde Universal Standart Baume ölçeğine sahip hidrometre seti kullanılmıştır. Doğal tatlı su aralığı olan 0.940-1.00 aralığındaki hidrometre kullanılmak suretiyle yapılan ölçüm neticesinde, elde edilen yoğunluk ölçüm serisi de, diğer parametrelerde olduğu gibi benzer bir sonuç vermiştir. 2002 yılının yıllık ortalaması 0.993 gr/lt olarak hesaplanırken bu değer 2003 ve 2004 yıllarında artış kaydederek 0.994 gr/lt olarak tespit edilmiştir. Bu da, sudaki eriyik yük konsantrasyonunun artışına dair belirgin bir sinyaldir. 2002 yılından itibaren düzenli bir artış kaydedilmiştir. 2002 yılının Ağustos ayında 0.991gr/lt'ye kadar düşen hidrometre değeri 2003 yılında aylık değerler bazında 0.993-0.994 gr/lt aralığında seyretmiş, 2004 yılı başlarından itibaren değer 0.994-0.995 gr/lt aralığına erişmiştir. Diğer parametrelerde görülen artışı hidrometre değerlerine de genişletmek mümkündür.

<sup>4</sup>-Burada bir noktaya temas etmekte yarar vardır. Bugün bir takım hidrolojik, hidrojeolojik ve de jeolojik olayların açıklanabilmesinde Eh-pH diyagramlarının hazırlanması ortam konusunda araştırmacıya çok değerli bilgiler sunmaktadır. x-ekseninde pH ve y-eksenine ise elektriksel iletkenlik (Eh) değerleri yerleştirilerek elde edilen bir Eh-pH diyagramı yardımıyla ortamın asit-bazik, indirgen-yükseltgen ve hatta Fe, Mn, Pb, Ni, Cu vb gibi bir takım elementlerin sudaki bulunuş oranlarını tespit etmek de mümkün olmaktadır. Ancak konunun geniş olması dolayısıyla burada bu konuya ve analitik yorumuna girilmemiştir.

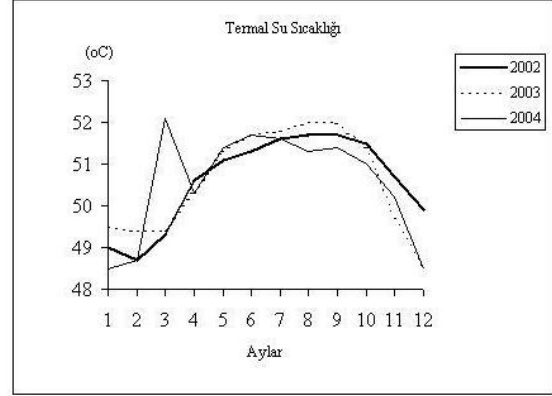
Radyoaktivite değerlerinde herhangi bir anlamlı değişiklik kaydedilmemiştir. Geiger sayacı ile gerçekleştirilen  $\alpha, \beta$  parçacıkları ile  $\gamma$ -ışınlarının ölçümü neticesinde her üç yılda da değerlerin birbirine çok yakın ve aynı olduğu tespit edilmiştir. Üç yıllık ortalamalara bakıldığında ise  $\alpha$  parçacıklarının 25.0 milirem,  $\beta$  parçacıklarının 0.02 milirem ve  $\gamma$ -ışınlarının da 0.02 milirem gibi ortalama değerler ifade ettikleri görülür ki bu da güneş ışınlarının etkisinden kaynaklanmakta olup termal su ile alakası olmadığı kanaatindeyiz. Dolayısıyla radyoaktivite değerlerinde mikrosismik sarsıntılar esnasında veya ölçüm periyodu içerisinde herhangi bir faaliyet tespit edilememiştir. Büyük sismik sarsıntıların görüldüğü devrelerde ve yörelerde eş zamanlı olarak radyoaktivitede de değişiklikler gözlenmektedir. Dolayısıyla 0.01 milirem hassasiyetteki kullandığımız sayıcıların böyle bir aktiviteyi tespit etmemiş olması sanırım mikrosismik sarsıntılar esnasında radyoaktivite değişikliklerinin bulunmamasından veya önemsiz olmasından kaynaklanmaktadır.

Ancak aynı şeyi manyetik alan veya manyetik akı ölçümleri için de söylemek mümkün değildir. Magnetometre ile yapılan 0.01 mikrottesla ( $\mu T$ ) duyarlılıktaki ölçümlerde, özellikle yöreyi ilgilendiren mikrosismik sarsıntılar esnasında aletin değer kaydettiği gözlenmiştir<sup>5</sup>. Üç yıl boyunca yapılan magnetometre ölçümleri kendi içerisinde tutarlı bir ölçüm serisini oluşturmuştur. Yıllık ortalamalarda bu aktivite net bir şekilde gözlenmekle birlikte 2002 ve 2003 yılı ortalaması  $0.01 > \mu T$ 'nin altında kalırken aynı değer 2004 yılında  $0.01 \mu T$ 'nin üzerinde kaydedilmiştir. Ancak aynı durağan tablo aylık değerler için geçerli değildir. 2002 yılının hiçbir ayında magnetometre değeri  $0.01 > \mu T$ 'nin üzerine çıkmazken 2003 yılından itibaren DAF'daki hareketlilik yöredeki sismik aktivitenin artmasına neden olmuş, bu sismik aktiviteye paralel olarak da özellikle 2003 yılı Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında manyetik akı değeri  $0.01 > \mu T$ 'nin üzerine çıkmıştır. Manyetik akıdaki bu artış 2003 yılının ikinci yarısında aktivite kazanmıştır. 2004 yılında bu aktivite süreklilik kazanmış ve 12 ay boyunca aylık ortalama magnetometre değeri  $0.01 \mu T$ 'nin üzerinde seyretmiştir. Özellikle 2004 yılı Şubat ayında  $0.02 \mu T$

<sup>5</sup> -10.000 Gauss=1 Tesla veya 1Gauss= $10^{-4}$ Tesla eder.

olarak gerçekleşen ortalama değer Mart ayında  $0.01\mu\text{T}$ , Nisan ayında  $0.02\mu\text{T}$ , Mayıs ayında  $0.11\mu\text{T}$ , Ağustos ayında  $0.03\mu\text{T}$ , Ekim ve Kasım aylarında  $0.01\mu\text{T}$  ve en nihayet Aralık ayında  $0.02\mu\text{T}$  olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere manyetik akı değerlerinde ölçüm periyodunun ikinci yarısında gözlenen değer artışı rastlantı eseri bir artış değildir. Kaldı ki eğer günlük bazda değerler incelenecek olursa durum daha da açıklık kazanmaktadır. Ölçüm periyodu içerisinde yöreyi ilgilendiren çok sayıda mikrosismik sarsıntı kaydedilmiştir. Ancak burada bunların hepsini irdelemek veya gözden geçirmek mümkün olmayacağı için anlam taşıyan bir kısma yer verilmiştir. Söz konusu tablolardan da görülebileceği gibi, mikrosismik sarsıntılar esnasında ölçüm parametrelerindeki değerler gerek aylık ve gerek yıllık ortalama değerlerin üzerine çıkmaktadır (Tablo 5). Biraz önce de ifade edildiği gibi sismik sarsıntılarının nicelik ve nitelik yönünden artış kaydettiği ve DAF'ın hareketlendiği 2003 ve 2004 yıllarına ait veriler önem arz etmektedir. Tablolara dikkat edilecek olursa özellikle sismik sarsıntılarının sayının 2003 yılının ikinci yarısından itibaren önem kazandığı dikkat çekmektedir. 2002 yılında ve 2003 yılının ilk yarısında meydana gelen sarsıntılar nicelik ve nitelik yönünden önemsenmeyecek düzeyde olduğu için tabloda yer almamıştır. Yine söz konusu tablolarda dikkati çeken bir diğer husus ölçümü yapılan tüm parametrelerin alınmayıp, özellikle reaksiyon veren su sıcaklığı, pH, iletkenlik, yoğunluk ve manyetik akım değerlerinin alınmış olmasıdır. Dolayısıyla eğer olaya sisimisite açısından yaklaşılabilecek olursa, bu parametreler üzerinde durulması gerektiği de açıktır. Gerek mikrosismik sarsıntılar esnasında, gerekse öncesi ve sonrasında bu değerlerde hatırı sayılır değişiklikler meydana gelmektedir. Bu açıdan da ayrı birer inceleme konusu oluşturmaktadırlar. 2002 ve 2003 yıllarına ait Tablo 1 ve 2'de bir diğer parametre olarak Fe-konsantrasyonu üzerinde durulmuş ise de imkânsızlıklar nedeniyle 2004 yılında ölçümler devam ettirilememiştir. Buna rağmen okuyucuya faydası olur düşüncesiyle gene de tablolara eklenmiştir. 2002 ve kısmen 2003 yıllarında Fe-konsantrasyonunun seyri kanaatimizce 2004 yılında da artış yönünde olması gerekmektedir. Çalışmamız açısından üç parametre diğerlerine göre ayrı bir önem arz etmektedir. Bunlardan bir tanesi termal su sıcaklığıdır. Eğer 2002, 2003

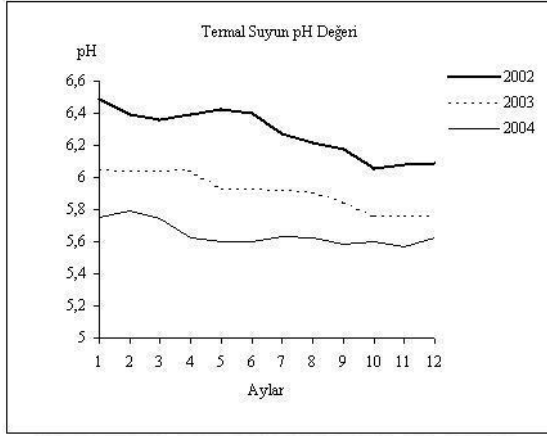
ve 2004 yıllarına ait aylık ortalama su sıcaklığı değerleri bir grafiğe aktarılacak olursa su sıcaklığının yıl içerisindeki ve yıllara göre seyri konusunda ilgi çekici bir görünüm ortaya çıkar (Şekil 5).



Şekil 5: Termal Suyun Sıcaklık Değerinin Yıllara Göre Değişimi.

Grafikten de görüleceği gibi sıcaklık değerleri kış aylarında nispi bir düşüş göstererek 48-49oC civarında ortalama bir değer göstermektedir. Oysaki yaz aylarında sıcaklık değeri yükselmek suretiyle 51-52oC civarında ortalama bir değere sahip olur. Yılın en az 6-7 ayı su sıcaklığı 50oC'nin üzerinde seyretmekte, geriye kalan aylarda ise 48-50oC'ler arasında bir değere sahip bulunmaktadır. 2004 yılının Mart ayında normallerin aksine 52oC'ye aniden yükselmesi günlük bazda incelendiğinde tüm ay dahilinde yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla herhangi bir değer hatasından kaynaklanmamaktadır. Bunun da fay hatlarındaki aktiviteden kaynaklandığı kanaatindeyiz.

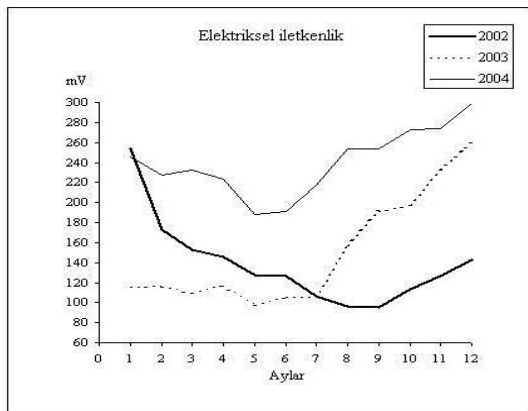
Aynı şekilde, yıllara göre aylık pH ortalamaları bir grafiğe aktarılacak olursa anlamlı bir görünüm ortaya çıkar (Şekil 6).



**Şekil 6: Termal Suyun pH Değerinin Yıllara Göre Değişimi.**

İlgili grafiğe bakılacak olursa, yıl içerisinde aylara göre pH değerinin göstermiş olduğu seyir değişmemektedir. Ancak asıl değişiklik yıllık bazda görülür. 2002 yılının değerleri 2003 ve 2004 yılına göre, 2003 yılının değerleri ise 2004 yılına göre yüksek bir değer ve seyir izlemektedir. Başka şekilde söylemek gerekirse pH değeri 2002, 2003 ve 2004 yıllarında düzenli bir şekilde düşüş kaydetmektedir. 2002 yılında pH 6.0'nın üzerinde iken, bu değer 2003 yılının ikinci yarısından itibaren pH 6.0'nın altına inmekte, 2004 yılı boyunca da pH değeri 5.0-5.5 pH seviyesinde seyretmektedir. Bu da sudaki asidite ve eriyik yük konsantrasyonunun artışı ifade etmektedir ki bu durum sismik aktivitenin habercisidir.

Benzer tarzda bir durum elektriksel iletkenlik için geçerlidir. Yıllara göre aylık ortalamaları bir grafiğe aktardığımızda iletkenlik değerinin bu kez düzenli bir şekilde artış kaydettiği görülür (Şekil 7).



**Şekil 7: Termal Suyun Elektriksel İletkenlik Değerinin Yıllara Göre Değişimi.**

2002 yılının Ocak ayında değer 260 mV'dan başlamış ve ilerleyen aylarda düşüş kaydetmek suretiyle Eylül ayında en düşük değerine 96-97 mV değerine kadar inmiş, ardından da yükselişe geçerek düzenli bir seyir takip ederek yılı 140mV'nin üzerinde tamamlamıştır. İletkenlik değeri 2003 yılının ilk yarısında yaklaşık aynı seyri ve düzeyi takip etmiş ancak Temmuz ayından itibaren hızla yükselişe geçerek 2003 yılı sonunda 250 mV'un üzerine çıkmıştır. Grafik 2004 yılının Mayıs ve Haziran aylarında nispi bir düşüş kaydetmek suretiyle 200mV'un altına inerse de Temmuz ayından itibaren yeniden yükselişe geçmiş ve 2004 yılı sonunda 300 mV'a yaklaşmıştır. Grafiğe bir bütün olarak bakıldığında iletkenlik değerinin özellikle 2003 yılının Temmuz ayından itibaren hızlı bir yükselişe geçtiği ve 2004 yılı sonuna kadar da bu yüksek seviyesini koruduğu gözlenmektedir. Dolayısıyla pH değerlerinde olduğu gibi iletkenlik değerlerindeki bu artışı da sismik aktivitedeki artışla açıklamak mümkündür.

## SONUÇ

Bütün bunları derleyip toparlayacak olursak ortaya şöyle bir tablo çıkacaktır.

-Kırşehir, Doğu Anadolu fay kuşağının ayrılan Orta Anadolu fay kuşağının tali bir kolunu teşkil eden ve Kırşehir fay seti olarak da adlandırılan çok farklı yönlerde gelişmiş fayların oluşturduğu bir çöküntü çanağının içerisinde yer alır.

-Ana fay doğrultusu NW-SE olmakla birlikte bunu aykırı yönde kesen ve gerek paleotektonik ve gerekse neotektonik dönemde teşekkül etmiş N-S ve NE-SW doğrultulu faylardan oluşan bir fay kompleksinden oluşmaktadır.

-Çalışmamıza konu teşkil eden jeotermal su kaynakları Kırşehir'in batısında kabaca Naldöken dağları eteklerinde N-S istikametinde 25-30 km uzunluğundaki normal doğrultu atımlı bir fay hattı üzerinde yer alır.

-Açılan sondaj kuyularında tespit edilen değerlere göre (Terme-5 kuyusu değerlerine göre) rezervuar derinliği yaklaşık 273 m.dir. Bu derinlikteki rezervuar sıcaklığı ise 94oC olarak hesaplanmış olup yüzey suyu sıcaklığı 54-57oC olarak belirlenmiştir. Termal suyun debisi 175 lt/sn civarındadır.

-Her ne kadar sondajlar esnasında kuyuların yüzey suyu sıcaklıkları 54-57oC olarak belirlenmiş ise de 2002-2004 yılları arasında günlük olarak yapmış olduğu-

muza ölçümlerde hiçbir zaman bu değerlere erişilmemiştir. Sıcaklık değerinin maksimum değere eriştiği devredeki sıcaklığı 52.10C olarak tespit edilmiştir. Kırşehir jeotermal santralinde yapılan ölçümlerde de yine 540C'lik değere çıkılamamıştır.

-Termal suyun 2002 yılı ortalama sıcaklık değeri 49.90C'dir. Aynı değer 2003 yılında 48.50C ve 2004 yılında da yine 48.50C olarak tespit edilmiştir. Üç yılın ortalaması ise 49.00C olarak hesaplanmıştır.

-Aylık değerler genelde düzenli bir seyir takip eder. Kış aylarında su sıcaklığı ortalama olarak 48-490C civarındadır. Yaz aylarında bu değer 51-520C'ye kadar yükselir. Üç yılın uzun yıllık ortalama sıcaklık değeri ise 50.60C olarak hesaplanmıştır.

-Aktif bir fay hattı üzerinde bulunması nedeniyle sıcaklık değeri sismik dalgalanmalardan etkilenmektedir. Genellikle uzun periyotta bu etkilenme nispi düşüş yönünde tepki verirken kısa devrede 2004 yılının Mart ayında görüldüğü gibi ani ataklar şeklinde gelişmelere de neden olmaktadır.

-Genel olarak pH değeri yıl içerisinde düzenli bir seyir takip eder. Ancak kış mevsiminden yaz geçişte ilkbahar aylarında nispi bir yükselme kaydedilir. Bu durum tamamen yeryüzünden kaynaklı suların getirmiş olduğu eriyik vaziyetteki yük konsantrasyonu ile alakalıdır. Daha sonra yaz doğru bir yükseliş yerini normal seyrine terk eder.

-pH değerinde, ölçüm periyodu içerisinde yıllara göre değişiklikler saptanmıştır. 2002 yılında 6.0-6.5 pH civarında seyreden yıllık ortalama pH değeri 2003 yılında 5.91pH'a ve 2004 yılında da 5.64 pH'a kadar düşmüştür. Üç yılın ortalama değeri ise 5.95 pH olarak hesaplanmıştır. 2002 yılından başlamak suretiyle 2003 ve 2004 yıllarında düşüş kaydeden pH değerinin 2004 yılında minimum seviyesine inmesi sismik aktivite ile ilgilidir. 2003 yılının ikinci yarısından itibaren harekete geçen DAF, Kırşehir fay kompleksini de etkilemiş ve bu fay hattı üzerinde yer alan termal suların kimyasal özelliklerinde de değişime yol açmıştır.

-Kırşehir jeotermal kaynak sularının normal pH değeri 2002 yılına ait değerlerdir. Çünkü DAF'daki sismik aktivitenin başlamasından önceki değerleri ifade etmektedir. Oysaki kısmen 2003 ve kesinlikle 2004 yıllarına ait pH değerleri sismik dalgalanmalar neticesinde ortaya çıkan

pH değerlerini ifade etmektedir. Değerleri bu açıdan analiz etmekte yarar vardır.

-Termal suyun, gene aynı periyot içerisinde günlük olarak ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerin de değişiklikler gözlenmiştir. 2002 yılı değerleri ile 2003 ve 2004 yıllarının değerleri zıt istikamette bir gelişme gösterir. 2002 yılı Ocak ayında 254 mV'dan başlayan aylık ortalama değer Ağustos ve Eylül aylarında 95-96 mV'a kadar düştükten sonra hafif bir toparlanma ile Aralık ayında 143 mV'a erişmiştir. Hâlbuki 2003 ve 2004 yıllarında bunun aksi olmuş ve sürekli, biteviye bir artış kaydedilmiştir. 2003 yılının Ocak ayında 115 mV olan değer Temmuzda 105 mV'a düştükten sonra hızlı bir yükseliş ile Aralıkta 259mV'a erişmiştir. Aynı eğilimi korumak suretiyle 2004 yılının Ocak ayında 246 mV olarak belirlenen değer 2004'ün Temmuzunda 217 mV'a, Aralık ayında ise 299 mV'a kadar yükselmiştir.

-2002 yılının yıllık ortalaması 140 mV olarak hesaplanırken 2003 yılında bu değer 150mV'a ve2004 yılında da 240mV'a yükselmiştir.

-Biraz önce pH için söylediklerimiz elektriksel iletkenlik için de geçerlidir. Esasen 2002 yılı ile 2003 ve 2004 yılları arasındaki tezat sismik aktiviteyle alakalı olup, 2002 yılının iletkenlik değerleri termal suyun gerçek normal değerlerini ifade etmektedir. 2003 ve 2004 yılına ait değerler ise sismik dalgalanmalar neticesinde ortaya çıkmış bir anomaliyi ifade etmektedir. Başka şekilde ifade etmek gerekirse sudaki iletkenlik değerinin artışı aynı zamanda yük konsantrasyonunun da arttığını ifade etmektedir.

Benzer tarzda bir tablo, hidrometre ile yapılan yoğunluk ölçümleri için geçerlidir. 2002 yılı ortalaması 0.993 gr/lt olarak tespit edilirken, aynı değer 2003 ve 2004 yıllarında 0.994 gr/lt değerine yükselmiştir. Aylık ortalama değerler, ilgili tablolardan da görülebileceği gibi bu artışı ve değişikliği daha net bir şekilde yansıtmaktadır. Aylık değerlere bakıldığında, 2002 yılında hidrometre zaman zaman 0.992 gr/lt değerine kadar düşerken aynı değer 2004 yılında aylık bazda 0.995 gr/lt.ye kadar yükselmiştir. Bu da gene yukarıda değinildiği gibi sismik dalgalanmalar ile ilgili bir durumdur.

-Ölçmüş olduğumuz parametreler içerisinde sismik açıdan belki de en anlamlı ve net sonuç veren parametreyi manyetik akım ölçümleri oluşturmuştur. Normal şartlarda tepki vermeyen magnetometre

Kırşehir ve aynı fay sistemi üzerindeki veya yakınlarındaki merkezlerde meydana gelen mikrosismik sarsıntılar esnasında, öncesinde ve sonrasında önemli ve anlık reaksiyonlar göstermek suretiyle sismik aktivitenin belirlenebilmesi açısından önemli bir veri sağlamaktadır. Magnetometre değerlerine bakılacak olursa sismik yönden yörenin durağan olduğu 2002 yılında değer  $0.01\mu\text{T}$ 'nin altındadır. 2003 yılında sismik hareketlenmeye bağlı olarak özellikle yılın ikinci yarısında  $0.01\mu\text{T}$ 'nin üzerine çıkmaktadır. Ancak sismik aktivitenin üst seviyeye eriştiği 2004 yılında bazı aylarda  $0.11\mu\text{T}$ 'nin da üzerine çıkmıştır. Tabii ki burada aylık ve yıllık ortalama değerler yanıltıcıdır. Çünkü sismisitenin anlık bir olay olması dolayısıyla değerler günlük bazda ele alındığında çok daha çarpıcı sonuçlar ortaya çıkakta ve mesela 2004 yılında bazı günler, 2 Ağustos 2004 gününde olduğu gibi  $0.33\mu\text{T}$ , 27 Nisan 2004 tarihinde olduğu gibi  $0.44\mu\text{T}$ , 14 Şubat 2004 tarihinde olduğu gibi  $0.52\mu\text{T}$  ve hatta üzerindeki değerlere kadar yükselebilmektedir. Bunun için manyetik akım kayıtlarının günlük değerler

göz önünde bulundurularak yorumlanmasında yarar vardır.

-Radyoaktivite değerlerinde, gerek  $\alpha, \beta$  parçacıklarında ve gerekse  $\gamma$ -ışınlarının sayımında herhangi bir değişiklik gözlenmemiş olup  $\alpha, \beta$  parçacıklarında 25 milirem,  $\beta$  parçacıklarında elde edilen  $0.02$  milirem ve  $\gamma$ -ışınlarından elde edilen  $0.02$  milirem'lik değerler yerin altından kaynaklanmayıp güneşten hasıl olan radyoaktiviteyi ifade etmektedir.

-Ölçüm periyodu içerisinde asıl amacımız termal su kaynağının uzun yıllık normal değerlerinin tespitine yönelik idi. Bu amaca ulaşıldığı gibi normal değerlerden sapmalara yol açan anomaliler de tespit edilmiş ve yorumlanmıştır.

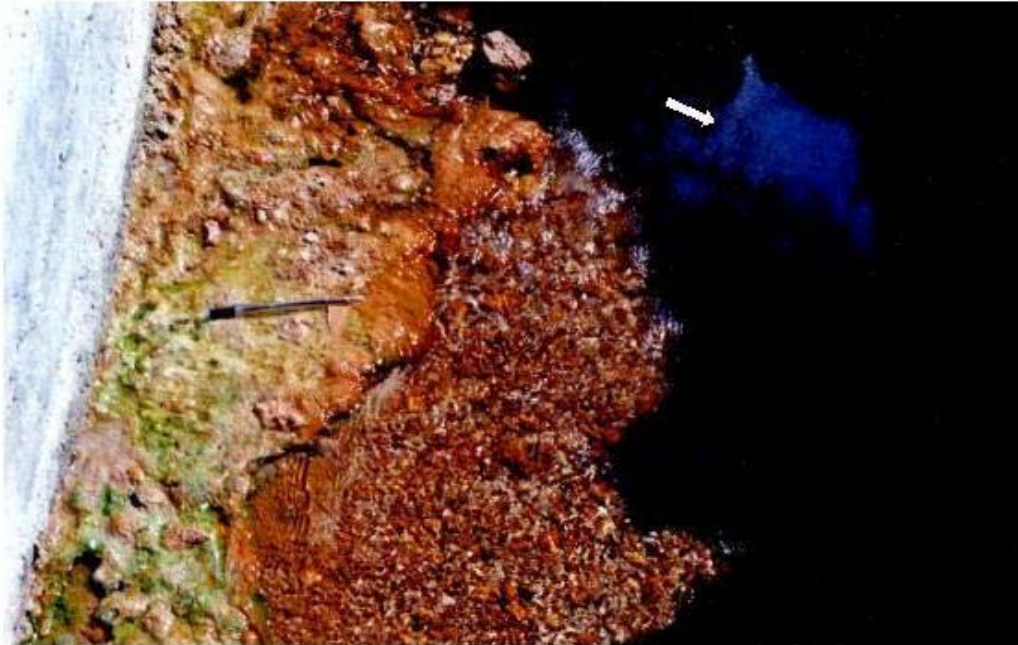
-Çalışmanın termal turizm açısından da önem taşıdığı kanaatindeyiz. Yukarıdaki satırlarda görüldüğü gibi ölçülen parametreler sabit ve düzenli değildir. Bu düzensizliklerin (özellikle 2004 yılı için) insan organizması üzerindeki etkileri de ayrı bir araştırma konusudur. Dolayısıyla hastalara kür sistemi tavsiye edilirken bu parametre değerlerindeki değişimlerin de dikkate alınmasının yararı olacaktır (Şekil 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).



**Şekil 8:** Geri Plandaki Jeotermal Santralin Bahçesindeki Çatlaklardan Kaynaklanan Termal Sular, Çevrede Rekreatif Amaçlarla da Kullanılmaktadır.



**Şekil 9:** Üzerinde Çalışmış Olduğumuz Termal Su Örnekleri Jeotermal Santralin Bahçesindeki Kaynaktan Alınmıştır.



**Şekil 10:** Düzenli Olarak Günlük Termal Su Örneklerinin Alındığı Kaynak.





**Şekil 11:** Jeotermal Santralin Hemen Yakınında Açılan Ancak Su Sıcaklığı Düşük Olduğu İçin Isıtma Amaçlı Kullanılmayan Bir Diğer Kuyunun Suyu, Kırşehir Meslek Yüksek Okulunun Uygulama ve Araştırma Amacıyla Kurulmuş Olduğu Seranın Isıtılmasında Kullanılmaktadır.



**Şekil 12:** Serada Sebze Yetiştiriciliği Konusunda Çalışmalar Yürütülmektedir.



**Şekil 13:** Jeotermal Santralin Kuyusundan Elde Edilen 175 lt./sn. Debideki Termal Suyun Yaklaşık 15-20 lt./sn. lik Kısmı Termal Turizme Hizmet Etmektedir.



**Şekil 14:** Aynı Fay Hattı Boyunca Değişik Yerlerden Yüze Çıkan Çok Sayıda Atıl Vaziyette Termal Su Kaynağı Bulunmaktadır.



**Şekil 15:** Aynı Hat Üzerinde Yer Alan Hilla Gölü Termal Kaynağı Dört Yıl Önce Kırşehir Belediyesi Tarafından Reaktif Amaçlı Düzenlemeye Tabi Tutulmuştur.

#### KAYNAKÇA

BÜRKÜT, Y., 1986, Uygulamalı Jeokimya, İstanbul Teknik Üniv., Sayı:1327, İstanbul.  
CANİK, B., 1991, Kırşehir Terme Kaplıcası Hidrojeoloji İncelemesi, Kırşehir İl Özel İdaresi, Kırşehir.  
DİRİK, K., 1998, Kırşehir Yöresinin Jeolojisi ve Neotektoniği, Kırşehir'in Depremselliği Paneli (Basılı Panel Kitapçığı).  
KANDİLLİ RASATHANESİ ve DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ, 2003-2004 yılları Ulusal Deprem İzleme Merkezi Hızlı Çözümleri, İstanbul.

KIRŞEHİR VALİLİĞİ, 1993, Kırşehir 1800 Konut Kapasiteli Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi Yatırımı Teknik ve Ekonomik Fizibilite Raporu, Orme Jeotermal Mühendislik A.Ş., Ankara.

KOÇYİĞİT, A., 1984, Güeybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişim, TJK Bülteni 27/1, Ankara.

KRAUSKOPF, K., 1985, Jeokimyaya Giriş, İstanbul Teknik Üniv., Sayı:1308, İstanbul.

SAYHAN, S., 2003, Bozçal Dağı (Kırşehir) Çevresinde Tektonizmaya Bağlı Olarak Gelişen Pediment ve Glasi Sistemleri, Kırşehir Eğitim Fakül.Derg., Cilt 4, Sayı 1, Kırşehir.