

ORTA ANADOLU BÖLGESİNDEKİ ŞIFALI SU KAYNAKLARININ
BİRBİRLERİ VE VOLKANİK ERCİYES DAĞI İLE ORJİNLERİ
BAKIMINDAN İLİŞKİLERİ

Mustafa SOYLAK, Mehmet DOĞAN

Erciyes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü,
38039 KAYSERİ

ÖZET

Orta Anadolu Bölgesinde Erciyes Volkanı etrafındaki kaplıca ve içmece sularının birbirleri ve Erciyes Volkanı ile ilişkileri kalitatif ve istatistiksel yaklaşımlarla incelendi. Tekgöz-Çiftgöz ve Yeni Sarıkaya-Eski Sarıkaya kaplıcalarının benzerlikleri dışında herhangi bir ilişki bulunmadı.

SUMMARY

Correlation between mineral spring waters in Middle Anotolia Region around Erciyes Volcano with each other and

that volcano was investigated with qualitative and statistical approaches. No correlation was found except between Tekgöz-Çiftgöz and Yeni Sarıkaya-Eski Sarıkaya.

GİRİŞ

Erciyes Dağı 3916 m. yüksekliği ile ülkemizin sayılı sönmüş volkanik dağları arasındadır. Orta Anadolu Bölgesinin jeolojik yapısının büyük bir kısmı Erciyes Dağının faal olduğu zamanlarda oluşmuştur. Bu nedenle bölgenin Erciyes Volkanının hidrojeolojik yapısı üzerinde de büyük payı vardır [1]. Dolayısıyla bölge su kaynakları açısından oldukça zengindir. Bu kaynaklardan çoğu yöre halkı tarafından kaplıca ve içmece olarak kullanılmaktadır. Bu şifalı su kaynakları bölgenin jeolojik yapısı göz önünde bulundurulduğunda Erciyes Dağı etrafında iki ana çizgi etrafında toplanabilirler. Bu suların belirli bir fay yarığı doğrultusunda yayılarak farklı bölgelerden yeryüzüne çıkabileceği düşünüldüğünde, aynı orijinli olmaları mümkün olabilir. Bu sulardan bazılarının aynı orijine sahip olabilecekleri düşüncesi bölge halkı arasında da yaygındır. Bu konuda Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğünce yapılan bir çalışmada Erciyes Dağı etrafında yer alan bu şifalı su kaynaklarından bazılarının birbirleri ve bu volkan ile orijinleri açısından benzer oldukları belirtilmektedir [2].

Suların yeryüzüne çıkışında temasta oldukları yer kabuğunun kimyasal ve fiziksel yapısına bağlı olarak orijinleri aynı olsa bile, içerdikleri kimyasal maddeler farklı olabilir. Kaynağın sıcaklığına, debisine, yeryüzüne çıktığı arazinin

jeolojik yapısına göre içinde çözünen elementler ve bunların derişimleri değişebilir. Bu kaynakların oluştuğu derinlikte bir fay yarığı gibi derin suların geçisini kolaylaştıracak yollar bulunması halinde, aynı orijinli juvenil suların birbirinden uzakta yeryüzüne çıkmaları mümkün olabilir [3,4]. Bu durumda her suda ve yerkabuğunun her yerinde kolayca çözünebilen bileşikleri halinde yer alan sodyum, potasyum ve kalsiyum gibi ana elementlerin yerine yerkabuğunun her yerinde bulunmayan ve derinliklerinde daha yaygın olan ağır metallerin ve bunların bileşiklerinin, bu tür sularda ortak olması, bu kaynakların orijinlerinin aynı olabileceği olasılığını kuvvetlendirebilir. Ancak özellikle yerkabuğunun çoğunlukla derinliklerinde bulunan ve yerkabuğunun üst kesimlerinde rastlanmayan eser düzeydeki ağır metal iyonlarının bu sularda ortak elementler olması bu suların aynı orijine sahip olabileceğini gösterebilir. Yine istatikselsel olarak kullanılacak çeşitli korelasyon uygulamaları ile bu sular arasındaki benzerlik ve farklılıklar tesbit edilebilir. Çeşitli su numunelerinin ana ve eser bileşenlerinin birbirleri ile ilişkilerinin tesbiti için korelasyon katsayısı değerlerinden sıkça faydalanılmaktadır [5-7].

Bu alışmada Orta Anadolu Bölgesinde Erciyes Dağı çevresinde bulunan 16 şifalı su kaynağının birbirleri ve bu volkan ile orijinleri bakımından ilişkileri araştırıldı.

MATERYAL VE METOD

Kayseri, Nevşehir, Yozgat ve Kırşehir illerinde yer alan bu kaplıca ve içmece sularının birbirleri ile ilişkileri

kalitatif olarak incelenirken her bir kaynağa ait analiz raporları kullanıldı [8]. Analiz raporlarında yer alan her bir fiziksel ve kimyasal değişken birbirleri ile karşılaştırılarak kalitatif yaklaşımlarla suların aralarındaki ilişkiler tesbit edildi. Bu şifalı su kaynaklarının Erciyes Dağı ile orijin bakımından ilişkileri incelenirken bu dağın güneybatı eteğinde donmuş lav akıntısının bitiş yerine 50 m uzaklıkta bulunan Hörmetçi Çiftliği Kaynağının analiz raporu baz alınarak bu analiz raporu, diğer kaynakların analiz raporları ile karşılaştırıldı.

Suların orijinleri bakımından ilişkilerinin istatistiksel olarak saptanmasında analiz raporlarında yer alan herbir değişkenin birbirleri ile korelasyonu araştırıldı. Bu amaçla, korelasyon analizi programı kullanıldı [9]. Elde edilen korelasyon tablosunda, korelasyon katsayısı değeri % 95 güven sınırı ile 0.57'nin üzerinde olan değişkenler birbirleri ile ilişkili olduğu kabul edildi [10,11].

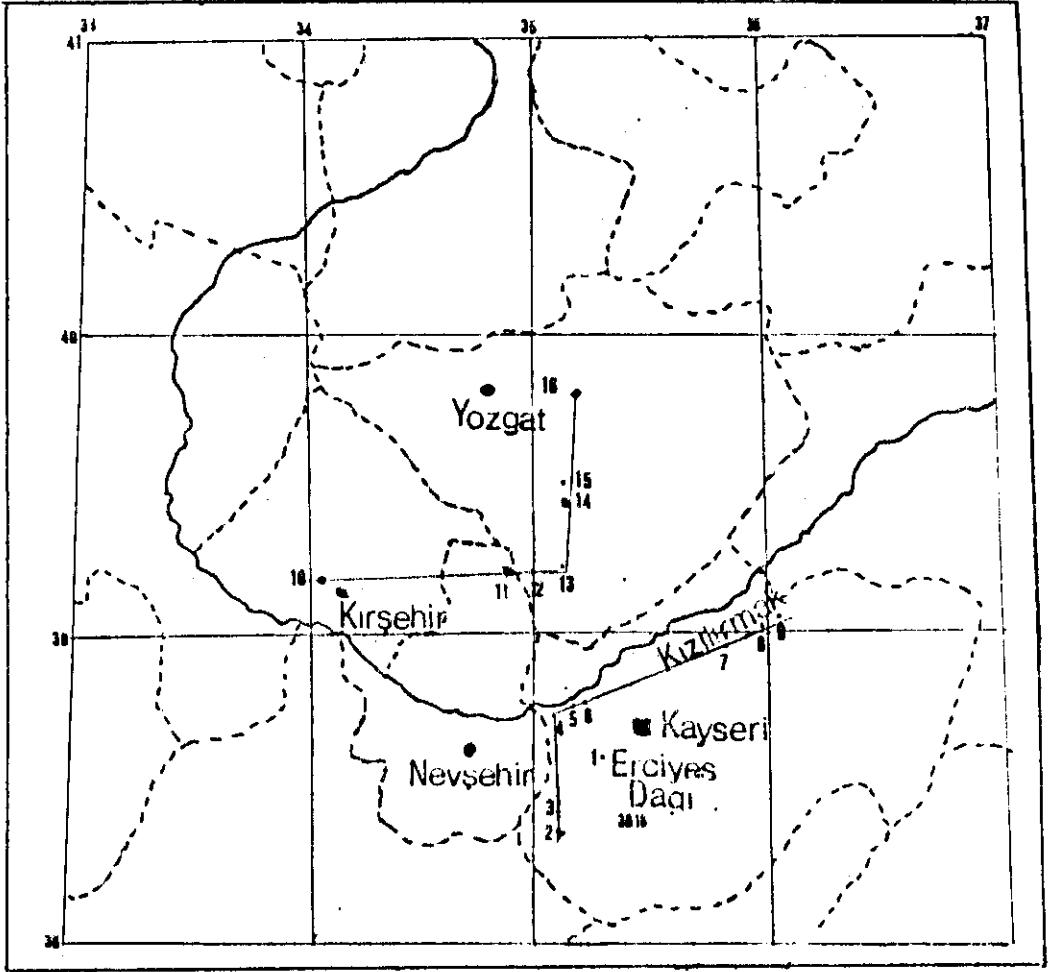
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Şekil 1'de bölge haritası üzerinde aralarındaki ilişkiler incelenen şifalı su kaynaklarının konumları görülmektedir. Tablo 1' de bu kaynaklar belirtilmiştir. Bu kaynaklardan Hörmetçi Kaynağı Erciyes Dağının eteğinde yer almaktadır ve her hangi bir şifalı su özelliği yoktur. Yeşilhisar Dutluk, Yeşilhisar Erdemli ve Yazır kaynakları bölge halkı tarafından içmece olarak kullanılmaktadır. İncelenen diğer şifalı su kaynakları ise sıcak su kaynakları olup kaplıca olarak kullanılmaktadır. Bu şifalı su kaynağını iki ana coğrafi

Tablo 1. İlişkileri İncelenen Şifalı Su Kaynakları

No	İstasyon Adı	
1.	KAYSERİ	Hörmetçi Çiftliği Kaynağı
2.	KAYSERİ	Yeşilhisar Dutluk İçmececi
3.	KAYSERİ	Yeşilhisar Erdemli İçmececi
4.	KAYSERİ	Bayramhacı Kaplıcası
5.	KAYSERİ	Çiftgöz Kaplıcası
6.	KAYSERİ	Tekgöz Kaplıcası
7.	KAYSERİ	Yazır İçmececi
8.	KAYSERİ	Kermelik Uyuz Hamamı
9.	KAYSERİ	Amarat Kaplıcası
10.	KİRŞEHİR	Terme Kaplıcası
11.	NEVŞEHİR	Kozaklı Kaplıcası
12.	YOZGAT	Cavlak (Bahariye) Kaplıca ve İçmececi
13.	YOZGAT	Uzunlu Kaplıcası
14.	YOZGAT	Sarıkaya Kaplıcası
15.	YOZGAT	Yeni Sarıkaya Kaplıcası
16.	YOZGAT	Sorgun Kaplıcası

grupta toplamak mümkündür. Birinci grupta;Kermelik, Amarat, Yazır, Dutluk, Erdemli, Tekgöz, Çiftgöz ve Bayramhacı kaynakları yer almaktadır. Bu kaynaklar Kayseri il sınırları içinde bulunmakta olup, Erciyes Dağının 50 km ve daha yakınındadır. İkinci grupta ise; Kırşehir Terme, Nevşehir Kozaklı, Yozgat Bahariye (Cavlak), Yozgat Uzunlu, Yozgat Sarıkaya ve Yeni Sarıkaya ile Yozgat Sorgun kaynakları yer almakta olup, Erciyes Volkanına 80-180 km mesafede bulunmaktadır. İkinci gruptaki bütün kaynaklar sıcak su kaynaklarıdır. Bu iki gruptaki kaynaklar Erciyes Dağı merkez kabul edildiğinde iki farklı yarım çember üzerinde yer almaktadır (Şekil 1.). Bu kaynakların Erciyes Dağı etrafında iki çizgi üzerinde toplanabilmesi bunların birbirleri ve Erciyes Volkanını ile ilişkili olabileceği ön yargısını kuvvetlendirmektedir.



Şekil 1. İlişkileri İncelenen Şifalı Su Kaynaklarının Konumları

İç Anadolu Merkez Bölgesi'ne ait jeolojik haritalar incelendiğinde araştırılan kaplıcalarla, Erciyes Dağını birleştiren herhangi bir jeolojik oluşum gözlenmemiştir. Ancak

ikinci grupta toplanan kaplıcaların, İç Kuzey Anadolu Massifi'nin güney sınırlarında yer aldığı görülmektedir. Bölgenin bu jeolojik yapısının sonucu olarak bu suların birbiri ile ilişkisinin olmadığı, ancak jeolojik olarak ikinci grupta yer alan suların aynı orijine sahip olabilecekleri söylenebilir. Anlatılan jeolojik oluşumlar ve düşüncelere rağmen yine de incelenen kaplıcaların Erciyes Volkanı ve birbirleri ile ilişkisi su analizi sonuçları açısından da araştırıldı.

Bütün suların analiz sonuçları, baz alınan Hörmətçi Çiftliği Kaynağına ait sonuçlarla ve birbirleri ile karşılaştırıldı. Hörmətçi Çiftliği suyu ile buna en yakın uzaklıkta olan Yazır, Tekgöz, Çiftgöz ve Bayramhacı Kaplıcalarının analiz sonuçları karşılaştırıldığında, bunların hem ana bileşenler, hem de eser metal iyonları açısından benzerliklerinin olmadığı görülmektedir. Yine Hörmətçi Çiftliği kaynağı ile 2. grupta yer alan ve bu suya daha uzak konumda bulunan suların analiz raporları arasında da benzerlik yoktur. Bu sonuçlar Erciyes Dağı ile bu suların ilişkisi olmadığı sonucunu doğrular niteliktedir.

Araştırılan bu şifalı suların analiz raporları açısından birbirleri ile ilişkisine bakıldığında, sulardan bazılarının ikili gruplar halinde birbirlerine benzediği görülmektedir. Örneğin Tekgöz ile Çiftgöz, Sarıkaya ile Yeni Sarıkaya, Kermelik ile Amarat Kaplıcaları ikili grup oluşturmaktadır. Bu şifalı su kaynakları arasındaki uzaklık yaklaşık 2-10 km arasındadır. Birbirlerine benzer özellik göstermesi beklenen ve aralarındaki uzaklık yaklaşık 12 km olan Yeşilhisar Dutluk ile Erdemli İçmece'leri arasında ise kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından bir benzerlik yoktur. 2. Grupta yer

alan kaplıcalardan birbirlerine uzaklıkları yaklaşık 300 m. olan Eski ve Yeni Sarıkaya Kaplıcalarına ait analiz sonuçları genel olarak birbirine benzemektedir. Ancak bunların demir derişimleri birbirinden farklıdır. Buna rağmen bu sular muhtemelen aynı orijinlidirler. Bu grupta yer alan diğer kaplıcalar arasında herhangi bir benzerlik bulunamamıştır. Yine 1. ve 2. gruplar arasında da orijin olarak bir benzerlik tesbit edilememiştir.

Eser düzeyde bulunan ağır metal iyonları açısından bu şifalı suların benzerlikleri araştırıldığında; demir, mangan, çinko, stronsiyum ve nikelin bütün kaplıcalarda ortak elementler olduğu görülmüştür. Ancak bunların derişimleri genellikle birbirinden farklıdır. Yine bu sulardan sadece birinde tungsten, üçünde arsenik, altısında kurşun vb. gibi eser elementlerin bunların ilişkili olduğu ihtimalini azaltmaktadır.

Bütün bu kalitatif yaklaşımlarda bu suların arasında genel bir benzerlik görülmemesine rağmen istatistiksel açıdan da bunlar arasındaki benzerliklerin olup olmadığı incelendi. Bu suların birbirleri ve Erciyes Dağı ile ilişkilerinin istatistiksel olarak belirlenmesinde taylorleri yapılan her bir değişkenin birbirleriyle ilişkisi incelendi. Elde edilen korelasyon değerleri Tablo 2' de verilmiştir. Tablo 3' de ise korelasyon katsayısı % 95 güven ile 0.57 den büyük olan değerler özetlenmiştir.

Tablo 2'de hesaplanan korelasyon katsayısı değerlerinden görüldüğü gibi, incelenen sularda yapılan analiz ve ölçüm sonuçlarından iletkenlik, toplam çözünmüş madde, sodyum, potasyum, sülfat ve klorür iyon derişimleri arasında kabul e-

Tablo 2. İncelenen De ğişkenlere Ait Lineer Korelasyon Analiz Tablosu

De ğişken	iletken	Sıcaklık	T.C.M	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ³⁺	Zn ²⁺	Sr ²⁺	Mn ²⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	
iletken.	1.00																		
Sıcaklık.	-.03	1.00																	
T.C.M	.96	-.20	1.00																
NO ₃ ⁻	-.15	.29	-.16	1.00															
PO ₄ ³⁻	-.24	-.08	-.22	.03	1.00														
SO ₄ ²⁻	.90	-.19	.93	-.23	-.25	1.00													
Cl ⁻	.83	.18	.81	.05	-.22	.86	1.00												
HCO ₃ ⁻	.23	-.28	.27	-.06	.03	.18	.16	1.00											
Ca ²⁺	.36	-.09	.33	-.41	-.08	.21	.25	.58	1.00										
Mg ²⁺	.03	-.17	-.03	-.31	-.05	-.02	-.02	.52	.73	1.00									
Na ⁺	.92	-.13	.94	-.07	-.17	.95	.85	.24	.12	-.14	1.00								
K ⁺	.83	-.03	.80	.01	-.31	.68	.70	.10	.37	.15	.70	1.00							
Fe ³⁺	-.13	-.18	-.10	-.14	-.19	.00	-.06	.00	-.20	-.08	.00	-.30	1.00						
Zn ²⁺	.20	-.05	.22	.03	.28	.25	.29	.27	-.03	-.13	.36	-.00	-.05	1.00					
Sr ²⁺	.57	.67	.35	.30	-.16	.33	.57	.02	.10	-.07	.43	.48	-.35	.13	1.00				
Mn ²⁺	-.07	-.35	-.05	-.23	-.10	.03	-.08	.20	.00	.14	.00	-.25	.93	-.01	-.38	1.00			
Cu ²⁺	-.35	.11	-.45	-.12	.22	-.45	-.25	-.18	-.08	-.31	-.38	-.42	.06	.05	-.02	.04	1.00		
Ni ²⁺	.04	.40	-.06	-.23	.37	-.07	.05	.24	.33	.27	-.05	-.03	-.13	-.15	.29	-.06	-.16	1.00	

T.C.M. : Toplam Çözünmüş Madde Miktarı.

dilebilir bir korelasyon vardır. Ayrıca kalsiyum, magnezyum ve bikarbonat iyon derişimleri arasında da yüksek bir korelasyon bulunmaktadır.

Tablo 2'de görüleceği gibi demir ile mangan arasındaki korelasyonun dışında diğer eser ağır metal iyonlarının kendi aralarında ve diğer değişkenler arasında herhangi bir korelasyon bulunmamaktadır. İlginç olarak, sadece stronsiyum ile sıcaklık ve iletkenlik değerleri arasında bir korelasyon görülmüştür.

Tablo 3. Korelasyon Katsayısı % 95 güven ile 0.57'nin üzerinde olan değişkenler

Değişken	İlişkili olduğu Değişken
T.Ç.M	iletkenlik
SO ₄ ²⁻	iletkenlik, T.Ç.M.
Cl ⁻	iletkenlik, T.Ç.M., SO ₄ ²⁻
Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻
Mg ²⁺	Ca ²⁺
Na ⁺	iletkenlik, T.Ç.M., SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻
K ⁺	iletkenlik, T.Ç.M., SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , Na ⁺
Sr ²⁺	iletkenlik, Sıcaklık
Mn ²⁺	Fe ³⁺

Korelasyon analizinin en çarpıcı sonuçlarından biri ise; sodyum ve potasyum iyonlarının klorür ve sülfat iyonları ile korelasyonlu olmasına karşılık; kalsiyum ve magnezyum iyonlarının da bikarbonat iyonu ile ilişkili olmasıdır.

Her üç grup korelasyon da (Na⁺ - K⁺ - Cl⁻ - SO₄²⁻ ; Ca²⁺ - Mg²⁺ - HCO₃⁻; Fe³⁺ - Mn²⁺) yer kabuğunun üst katmanı, yani kaya ve toprak yapısında yaygın bulunan elementler arasındadır. Yer kabuğunun derinliklerinden gelen kaplıca sularının, yerin

iç katmanlarından çözürek birlikte yeryüzüne çıkması beklenen eser ağır metal iyonları arasında herhangi bir korelasyon olmaması, bu suların aynı orijinli olmadığını göstermektedir.

SONUÇ

Bölgenin jeolojik yapısının incelenmesi, bu şifalı su kaynaklarına ait kimyasal analiz sonuçları ve istatistiksel veriler ışığında incelenen şifalı suların, Erciyes Dağı ve birbirleri ile ilişkili olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu sulardan bazıları ikili ve üçlü gruplar halinde birbirlerine benzemekte ise de bunların da sıcaklıkları birbirinden farklıdır.

KAYNAKLAR

- [1]. "Kayseri Ovası Hidrojeolojik Raporu", MTA Derlemesi, No:2732, Ankara (1956).
- [2]. G. Taşdemir ve Arkadaşları, "Erciyes Dağı Dolayınının Jeotermal Enerji Olanakları", MTA Derlemesi (Yayında 1992).
- [3]. L. Doğan, "Hidrojeolojide Su Kimyası", DSİ, Ankara (1981).
- [4]. M. Cici, "Elazığ ve Çevresindeki Mineral Sular ve Sağlığa Etkileri", Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi (1982).
- [5]. L. Poissant, J.P. Schith, P. Beron, "Trace Inorganic Elements in Rainfall in the Montreal Island", Atmospheric Environment, 28, 339-346 (1994).
- [6]. B. Lim, T.D. Jickells, T.D. Davies, "Sequential Sampling of Particles, Major Ions and Total Trace Metals in Wet Deposition", Atmospheric Environment, 25A, 745-762 (1990).
- [7]. J.L. Jaffrezo, J.C. Colin, J.M. Gros, "Some Physical Factors Influencing Scavenging Ratios", Atmospheric Environment, 24A, 3073-3083 (1990).

- [8]. M. Soylak, "Kayseri ve Çevresindeki Şifalı Suların Kimyasal İncelenmesi ve Tungsten Tayini İçin Yeni Bir Yaklaşım", Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri (1993).
- [9]. M. Akkurt, Ş. Kartal, "Temiz Bir Çevre ve Bilgisayar (COR.FOR. FORTRAN-77 KORELASYON ANALİZ PROGRAMI)", Bilgisayar Magazin, 27, 184-185 (1993).
- [10]. P.H. Beuigton, "Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences", Mc Graw-Hill, New York (1969).
- [11]. H.Fukino, S.Mimura, K.Inoue, Y.Yamane, "Correlation Among Atmospheric Elements, Airborne Particulate Matter, Benzene Extracts, Benzo(a)pyrene, NO, NO₂ and SO₂ Concentration in Japan", Atmospheric Environment, 18, 983-988 (1984).