

MARMARA BÖLGESİ TERMAL MİNERALLİ KAYNAK SULARI: HİDROKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ

THERMAL MINERAL SPRING WATERS OF THE MARMARA REGION: HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS AND TEMPORAL CHANGES

İpek F. BARUT^{1*}, Nergis ERDOĞAN²

1 İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Müşkile Sokak No: 1, 34116 Vefa-İstanbul

2 İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı, Millet Cad. 126

34093 Fatih/ Çapa-İstanbul

Yayına geliş (Recieved): 24.03.10, Yayına Kabul (Accepted):25.10.11

*Corresponding Author: İpek F. Barut barutif@istanbul.edu.tr

(Kapsül:” Onun içindeki içindedir, İçinde içindikiler vardır veya içindeki içindikiler”, Fihî Mâ Fih, Mevlana.)

ÖZ: Marmara Bölgesi ülkemizdeki termomineral su kaynakları yönünden oldukça zengindir. Bölgede mevcut sıcak ve/veya mineralli sularının tıbbi amaçlarla yurt içi ve yurt dışında da olmak üzere yaygın kullanımını sağlamak ülkemiz halk sağlığı ve sağlık turizmine katkı açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu amaçla, bölgedeki 153 termal ve/veya mineralli su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal hatta radyoaktif bulgularının 80 yıllık tarihsel süreçteki değişimi hidrokimyasal yöntemlerle değerlendirilmiştir. Bu dönemde laboratuvar analiz koşullarındaki değişim/gelişimin farklılıklara neden olduğu yadsınamaz. Bununla birlikte her türlü olumsuz koşula rağmen ortaya konmuş araştırmalar, kabaca olsa da bu termal mineralli kaynaklardaki geçmişten günümüze olası değişimin ortaya konmasını sağlayacaktır.

Bölgede çoğunluğu vadoz/karışık kökenli olan bu suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde zaman içinde değişimler meydana gelmiştir. Bazı kaynakların kaybolduğu gibi yeni kaynakların da oluştuğu literatür çalışmalarında bulunmuştur. Sodyum, kalsiyum, bikarbonat ve klorür’ce zengin olan bu sıcak ve/veya mineralli suların Rn²²² genel dağılımı ise 0-50 Becquerel/l aralığındadır. KAFZ boyunca meydana gelen aktif sismisite nedeniyle deprem oluşturan kırıklar üzerinde/yakınında bulunan Adapazarı, İzmit ve Yalova hattındaki Yalova Termal ve Sakarya-Akyazı-Kuzuluk’taki kaynakların içeriğinde bazı değişikliklere rastlanmıştır. Bununla birlikte İstanbul Tuzla içmelerinde olduğu gibi havzanın kıyıda yer alması ve deniz düzeyindeki kaynakların, kimyasal bileşimlerinin değerlendirilmesi ile EC değerlerinde görülen mevsimsel artış, deniz suyu girişiminin belirleyicisi olmuştur. Bu kaynakların kimyasal bileşimleri, deniz suyuyla karışım oranının % 3-12 arasında değiştiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Balneoloji, Hidrokimya, Marmara Bölgesi, Mineralli Su, Radyoaktivite, Termal Su.

ABSTRACT: Marmara region is very rich in thermomineral water resources. Providing the worldwide usage of existed hot or mineral waters will be an important contribution to public health and tourism of health. For this purpose physical, chemical and even radioactive findings in eighty year-period of 153 hot or mineral water were evaluated by hydrochemical methods. It can not be denied that the change of laboratory conditions may have caused some differences in the data set. However, studies conducted under hard conditions will provide a broad view of evolution in these thermomineral sources from past to present.

Of these waters, majority of them of vadose/mixed origin; Physical and chemical properties in the region have changed over time. The literature survey showed that some water springs were lost and some new water springs have been formes. In these thermal and/or mineral waters that are generally sodium, calcium, bicarbonate and chloride rich, distribution of Rn²²² was in the range of 0-50 Becquerel/l. Determinated of some variations to concentrations of water springs of Yalova-Termal and, Sakarya-Akyazı-Kuzuluk that on line of Adapazarı, İzmit and Yalova which on fractures formed occurred an earthquake on and/or near to the NAFZ by active sismisite effective. However, as in Istanbul Tuzla içmeleri, take place at sea level and on the shore of the basin, and EC values in the evaluation of the resources in the chemical composition of the seasonal increase in sea-water initiative has been determinant. Mineral water springs of chemical composition, the mixing ratio of sea water was found to change between 3-12%.

Key Words: Balneology, Hydrochemistry, Marmara Region, Mineral Water, Radioactivity, Thermal Water.

GİRİŞ

Arkeolojik bulgularla tespit edildiği gibi antik çağlardan bu yana termal mineralli suların dinî, temizlik, dinlenme ve tedavi amaçlı olarak yararlanılması 5 bin yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Yine çeşitli uygarlıklarda (Çin, Aztek ve Kızıldereli uygarlıkları gibi) bu termal kaynakların kutsal, hastalıkları iyileştirici olduğu tecrübesi nedeni ile mucize yarattığına inanılmıştır. Anadolu'daki çok sayıda mineralli su kaynaklarının bulunması nedeniyle köklü bir kaplıca tedavisi geleneğinin yaygın kullanımı aslında ülkemizin de içinde yer aldığı dünyanın en büyük jeotermal kuşaklarından Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer almasına dayanmaktadır. Aktif tektonizma sonucunda yaygın bir jeotermal etkinliğin olduğu Alp-Himalaya kuşağının içinde bulunan konumu nedeniyle Türkiye'de çok sayıda termal mineralli su kaynağı, fumerol ve cevherleşme gelişmiştir (Kurtman ve Şamilgil, 1975; Şimşek vd., 1981).

Doğal sıcak su kaynakları bir çok farklı terim ile ifade edilirler. Bu terimler genellikle Grek ve Roma kökenlidir ve günümüze kadar da gelmişlerdir. Thermae (qermai), kelimesi Türkçeye "Termal" olarak geçmiş Grek kökenli bir kelimedir ve doğal sıcak su kaynakları ve kaplıcalar için kullanılmıştır (Murray, 1875). Yine kaplıcalar için kullanılan bir diğer kelime ise Spa'dır. Bu kelimenin kökeni kesin olmamakla birlikte, Latince "Sanitas Per Aqu-

as" (sudan gelen sağlık/iyilik) kelimelerinin baş harflerinden alındığı düşünülmektedir (Croutier, 1992). Bu harflere, bazı Roma hamamlarının mermer duvarları üzerine rastgele kazınmış şekilde de rastlanmıştır (de Vierville, 2000). Antik dönemlerde temizlik, ruhsal dinlenme ve özellikle de tedavi amaçlı kullanılmış doğal sıcak su kaynakları, bir yandan zahmetsiz temizlik sağlarken, diğer yandan yorgun ordular için dinlenme ve moral kaynağı olarak tedavi amacı ile kullanılmıştır (Çakalgöz, S., 2009). Tedavi amacı ile doğal sıcak su kaynaklarının banyo kürleri olarak kullanılması da balneoterapi, spa terapi ve hidroterapi gibi farklı isimler almıştır (van Tubergen ve van der Linden, 2001).

Sıcak ve mineralli su kaynaklarının mineral, gaz ve radyoaktif madde içermesi, bunların içmece, çamur, kaplıca, kür merkezleri, fizik-tedavi ve rehabilitasyon merkezlerinde kullanılmasını sağlamaktadır. Balneolojik kaynaklardan kaplıca tedavisinin uygulanmasında geleneksel ve ampirik niteliği pek değişmemekle birlikte Almanya, Fransa, Avusturya, İtalya, Japonya, İsrail gibi ülkelerdeki kaplıca tedavisi yüksek bir kalite standardına ulaşmıştır.

Günümüzde termal mineralli su kaynakları fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre isimlendirilmektedir. Sıcak mineralli (termomineral, jeotermal) sular fiziksel ve kimyasal niteliklerine (T°C, EC, Eh, pH, TDS, Na, K, Ca, Mg, Cl, Alkalinite-HCO₃ olarak, SO₄, N, N₂, NO₂, NH₄, NO₃, NH₃, H₂S, SiO₂,

B, F, Al, Fe, Li, Sr, Ba, Br, Mn, P, Pb, Zn, As, Cd,.. nıflandırılmaktadır (Uluslararası Hidrojeologlar gibi) göre sınıflandırılmıştır (<http://www.espa-ehv.com/>). Araştırılacak parametreler olarak çözünmüş iyon ve bileşikler, ikincil olarak da çözünmüş iyon ve bileşikler ve az çözünmüş bileşikler olarak sı-

nıflandırılmaktadır (Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (IAH), Avrupa Kaplıcalar Birliği (ESPA), Avrupa Topluluğu (EC-80/778), TS 266 (2005), TS 8363 (1990), TS 8832 (1991), TS 9130 (2010)) (Çizelge 1).

Çizelge 1: Sıcak ve/veya mineralli su kaynaklarının tanım ve sınıflandırılması (Avrupa Kaplıcalar Birliği (ESPA)).

Table 1: Definition and classification of thermal and/or mineral waters (European Spas Association).

<p>1- Kaynak suları: 500 mg/l altında çözünmüş madde içeren, yeraltındaki bir kaynaktan elde edilmiş, mikrobiyolojik olarak sağlıklı, kirlenme riskine karşı korunmuş, içilebilir nitelikteki sular</p> <p>2 -Termal sular: Çıkış noktasındaki sıcaklıkları \uparrow 20°C sular</p> <p>3 -Mineralli sular: Toplam mineralizasyonu 1000 mg/l \uparrow</p> <p>4- Termomineral sular : 2. ve 3. maddelerdeki özellikleri bir arada barındıran sular</p> <p>5- Akratotermal (oligometalik) sular : Sıcaklıkları 20°C \uparrow, toplam mineralizasyonu 1000 mg/l \downarrow</p> <p>6-Akratopegal sular: Sıcaklıkları 20°C ve toplam mineralizasyonları 1gr/l altında olan sular</p> <p>7- Özel sular: Eşik değer üzerinde aşağıdaki mineral ve gazları içeren sulardır.</p> <p>a) CO₂'li sular: Banyolar için 500mg/l, içme kütü için 1000 mg/l CO₂ \uparrow içeren sular</p> <p>b) Kükürlü sular: 1 mg/l üzerinde kükürt (S²⁻) içeren sular</p> <p>c) Radonlu sular: 666 Bq/l veya 18 nCi/l \uparrow radon kaynaklı α ışınımı olan sular</p> <p>d) Demirli sular: 20 mg/l \uparrow demir (Fe²⁺) içeren sular</p> <p>e) Florürlü sular: 1 mg/l \uparrow F- içeren sular</p> <p>f) İyotlu sular: 1 mg/l \uparrow I- içeren sulardır .</p> <p>g) Tuzlu sular: Litresinde 1gr \uparrow NaCl çözünmüş sular</p> <p>8-Tuzlalar: 14 gr/l NaCl veya 5.5 gr/l Na ve 8.5 gr/l Cl içeren sulardır</p> <p>9- %20 milivalin üzerindeki anyon ve katyonlarına göre :</p> <p>á Katyonlar sodyum (Na⁺), kalsiyum (Ca²⁺) ve magnezyum (Mg²⁺)</p> <p>á Anyonlar, bikarbonat (HCO₃⁻), sülfat (SO₄²⁻) ve klorür (Cl⁻)</p> <p>10- İçme kürlerinde kullanılan minimum konsantrasyonlarına göre:</p> <p>Bikarbonatlı sular: 1300 mg/l \uparrow HCO₃⁻</p> <p>Sülfatlı sular: 1200 mg/l \uparrow SO₄²⁻</p> <p>Sodyumlu sular: 500 mg/l \uparrow Na⁺</p> <p>Kalsiyumlu sular: 500 mg/l \uparrow Ca²⁺</p> <p>Magnezyumlu sular: 150 mg/l \uparrow Mg²⁺ anyonu içeren sular</p>
--

Farklı ülkelerde değişik sınıflandırmalar geçerli olsa da Kaplıca Tıbbı'nda uluslararası ortamda kabul gören Alman Kaplıcalar Birliği'nin düzenlemesine göre, doğal sıcaklıkları 20°C' nin üzerinde olan sifalı sular "Termal Su", litresinde 1 gr'ın üzerinde çözünmüş mineral içeren sular "Mineralli Sular" olarak sınıflandırılmaktadır. Yine doğal sıcaklığı 20°C nin üzerinde ve litresinde 1 gr'ın üzerinde çözünmüş mineral bulunan sular "Termomineral Sular" olarak sınıflandırılır. Ayrıca bazı özel mineralleri belirlenen en az (eşik) değerlerin üzerinde içeren "Özel Balneolojik Sular" sınıflandırılması da yapılmaktadır. Bunlar

Karbondiyoksitli Sular (1 gr/l üzerinde çözülmüş CO₂ içeren sular), Kükürtlü sular (1 gr/l üzerinde -2 değerinde kükürt içeren sular), Radonlu sular (666 Bq/l üzerinde radon ışınımı içeren sular), Tuzlalar (14 gr/l üzerinde NaCl içeren sular), Florürlü Sular (1 mg/l üzerinde florür içeren sular), İyotlu Sular (1 mg/l üzerinde iyot içeren sular) olarak sınıflandırılmaktadır. Kabul edilen bu eşik değerler bazı ülkelerde değişmektedir (Çizelge 2) (Erdoğan-Sevin vd., 2008).

Yapılan sınıflandırmada herhangi bir sınıfa girmeyen sulardan toplam mineralizasyonu 1 gr/l nin altında, ancak doğal sıcaklığı 20°C üzerinde olan sulara "Akrotermal Sular", toplam mineralizasyonu 1 gr/l'nin altında ve doğal sıcaklığı da 20°C nin altında olan sular ise "Akropegal Sular" olarak sınıflanır. Ayrıca bu suların tedavi edici nitelikleri klinik çalışmalar ile kanıtlanmış olması koşulu da geçerlidir (Erdoğan-Sevin vd., 2008).

Günümüzde hala tedavi amacı ile kullanılan kaplıcaların bir çoğu Roma döneminde inşa edilen kaplıcalardır. Bu tür kaplıcalara yurdumuzun dört bir yanında rastlamak mümkündür. Marmara Bölgesi'nde İstanbul (Tuzla), Kocaeli (Derbent, Maşukiye), Sakarya (Kuzuluk, Kuzuluk Maden, Akyazı), Yalova (Yalova Termal, Armutlu), Bilecik (İnönü, Çaltı ve Osmaneli kaplıcaları), Bursa (Çekirge, Gemlik, Dömbüldek, Oylat, MKP-Dömbüldek), Balıkesir (Bataklar, Gönen, Dağ Ilıcısı Hisaralan, Kızıkköy, Pamukçu, Yeniköy, Yıldız) ve Çanakkale (Bardakçılar, Çan, Hıdırlar, Karalica, Kırkgeçit, Kocabaşlar, Külcüler, Kestanbolu, Ozancık, Tuzla ve Güre)'de geleneksel ve ampirik kullanımda olan termal mineralli su kaynakları bulunmaktadır. Bunun dışında sıcaklığı <20°C olan ve içme olarak adlandırılan Akarca (Bursa), Aşağı Palamutlu (Çanakkale), Tuzla Büyük ve Küçük İçmeleri (İstanbul), Çitli (Bursa), Ekşidere, İhçaköy ve Ömerköy (Balıkesir), Kuzuluk (Akyazı), Kirazlı (Merkez-Çanakkale) mineralli suları da yer almaktadır (Şekil 1) (Çağlar, 1947, 1970; Yenil vd., 1975;

MTA, 1981, Akkuş vd., 2005).

Türkiye toplam nüfusunun yaklaşık %25'inin yer aldığı (2009 yılı sayımına göre) yerleşim, sanayi, turizm ve tarım açısından oldukça yoğun Marmara Bölgesi'nde yapılaşma gün geçtikçe artmaktadır. Buna karşılık doğal kaynaklardan özellikle yeraltıları ve doğal su kaynaklarının korunmasına yönelik sosyal, ekonomik ve hukuki alanda özen gösterilmeksizin vahşi kullanım sonucunda dramatik sonuçlarla karşılaşmaktadır. Bu çalışmada, tartışılmaksızın önemi gün geçtikçe artan Marmara Bölgesi'nde öncelikle (nerede, hangi özellikte, ne kadar v.b. gibi) mineralli suların bulunduğu, geçmişteki özellikleri, bugünkü özelliğinde ne gibi değişiklikler olduğu ve bunların kullanım prensibini değerlendirmek amaçlanmıştır. Bölgedeki mineralli su kaynaklarının geçmişteki koşullarının derlendiği ve günümüz fotoğrafının çekildiği bir saptama yapılmıştır. Aynı zamanda bölgede illere göre tarihsel süreçte değişimin olup olmadığının ve kullanıma etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

TERMAL MİNERALLİ KAYNAK SULARININ TARİHSEL SÜREÇTEKİ KULLANIMI

Bölgenin Trakya kesimindeki sularla ilgili olarak 1870-1901 tarihleri arasında yayınlanmış olan Edirne Vilayet Sânameleri'nde (yıllık Edirne ve Edirne Vilayeti'ne bağlı sancak ve kazalar hakkında bilgi veren önemli kaynaklardan madenleri ve şifalı suları ve bu suların içerikleri ile hangi hastalıklara iyi geldiği hakkında bilgiler verildiği belirlenmiştir (Gökçe, 2005). Bu kaynaklardan, termal kaplıcalara sadece Edirne halkının değil, diğer yörelerde yaşayan halkın da büyük ilgi gösterdiğinin yanı sıra Osmanlı dönemi Edirne'sinin, birer sıcak su ile tedavi merkezi olduğu, İstanbul ve diğer illerden halkın çok gittiği bir yöre olduğu belirtilmiştir. Örneğin adı geçen kaplıcalardan kükürtlü Kızıl Ilıcısı, Karlıova yakınında bulunan Ilıca Köyü ile Koyuntepe Nahiyesinin, Krestova Köyü'ndeki ılıcaların suyunun çok sıcak, kumlu ve kükürt madenli olduğuna

dikkat çekilmiştir. Sularının sıcaklığı 43°C açıkta bulunan diğer kaynağın 48°C olduğu ve gümüş cevheri içerdiği rivayet edilmektedir (Gökçe, 2005).

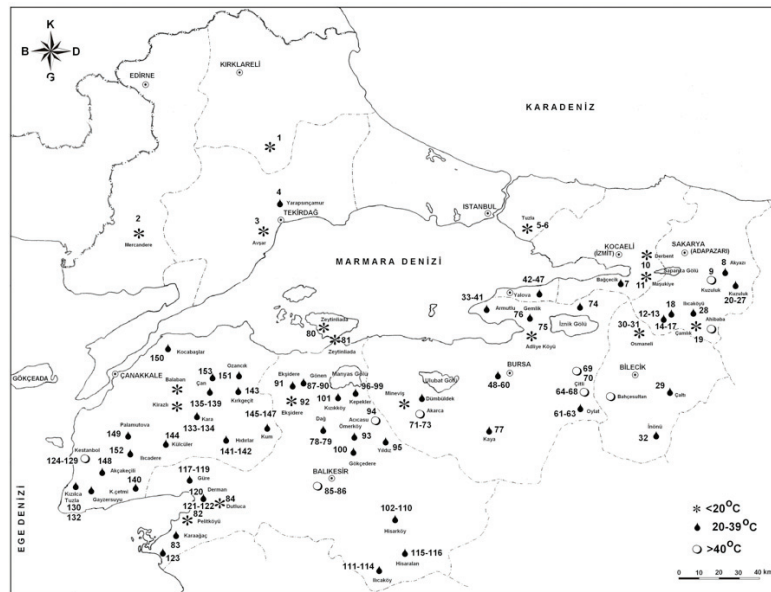
1840'lı yıllarda, uzun yıllar Bursa'daki hamamlar üzerine araştırma yapmış Dr. Bernard'a göre, Doğulular hamamı çok sevmektedir. Yunanlı yazar Kandes'e göre, «Bursa ve çevresini ziyaret eden bir yabancı, her yerden fişkıran su kaynaklarının yarattığı manzara karşısında sadece hayranlık içinde kalmaz, aynı zamanda onlarca termal hamamları karşısında şaşkınlığını gizleyemez: “Dünyanın başka hiçbir yerinde sayıca bu kadar özellikte termal

kaplıca bulunmaz. Bu kaynakların tümü Çekirge ile Karamustafa kaynakları arasındadır. Bu kaplıcalar, alkali asitli kaplıcalar olup doğal ve tıbbî özellikleri, ünlü Gastein, Toepouz, Ems ve Vichy kaplıcalarının etkin şifalı sularıyla aynı kategoriye girmektedir. Bu kaplıcalar, katı ve gaz özellikle içerikleri ve yüksek ısılarının yanında, tıbbî etkileri nedeniyle de Avrupa'nın ünlü kaplıcalarıyla karşılaştırılır. Isı düzeyi çok yüksek olan bu kaplıçalarda, sanki Tanrı'nın bir lütfü gibi sözü edilen soğuk su kaynakları, sıcak suyla karıştırılmaktadır”». Yine 1898 ve 1901 tarihli Edirne Vilayet Sânameleri'nde Dedeoğaç yakınındaki

Çizelge 2: Farklı ülkelerdeki bazı özel minerallerin balneolojik kullanım için eşik değerleri.

Table 2: The values some specific threshold of minerals for use in balneology in different countries.

	Alman Kaplıcalar Birliği	Türkiye	Rusya	Polonya	Japonya
T°C	>20	>20			>25 °C (Termal su)
CO ₂	>1gr/l >0.5gr/l	>1gr/l >0.5gr/l	>1.4gr/l0.5gr/l	>1gr/l	>250mg/l
Kükürt	>1mg/l (-2)	>1mg/l (-2)			>1gr/l
Radon	>666Bq/l>18nCi/l	>666Bq/l>18nCi/l	>5nCi/l	>2 nCi/l	>2.10nCi/l
Tuzla	>14 gr/l	>14 gr/l			>3.10 nCi/l



Şekil 1: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli suların lokasyon haritası (EK'e göre).

Figure 1: Location map of thermal and/or mineral waters at the Marmara Region (according to Appendix).

Fere Ilıcaları anlatılmakta ve şu bilgiler verilmektedir: Kaplıca sularının kimyasal analizinin Tıp Nezareti tarafından yapıldığı ve içerdikleri minerallerin saptanması, halk sağlığına verilen önemin göstergesi olduğu gibi, devletin bu sıcak su ile tedavi merkezlerine vermiş olduğu önemin de bir göstergesidir. Ayrıca, bu tarihsel veriler merkezlerin denetimsiz olmadıklarını da göstermektedir.

İsimsiz (1907)'de Mustafa Kemalpaşa Ekşisu kaynağında Kasım ayından itibaren 15 Mart'a kadar geçen sürede su bulunmadığı ve kaynağın içme olarak sindirim sistemi hastalıklarında kullanıldığından bahsedilmektedir. Çitli maden suyunun da içme olarak ve Çekirge Eski Kaplıca'nın da cildiye, dahiliye, kadın hastalıklarında hem banyo hem de içme olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Bazı çalışmalarda (Bernard, 1849; Kandes, 2006; Kaplanoğlu ve Elbas, 2007) Bursa pek çok ayrıcalıkları ve fiziki avantajlarından dolayı özellikle de sahip olduğu doğal kaplıcalar nedeniyle çok ünlenmiştir. Bu kaplıcalara her yıl pek çok hasta gelmekte, kurtarıcı olarak isimlendirilen havuzun etrafında toplanmakta ve bunlardan pek çoğu mucizevi sayılabilecek tedavilerini, gerçekleştirmekte, memleketlerine sağlıklı bir şekilde dönmektedir.

Yine Bursa'nın en eski kaplıcalardan birisi olan Karamustafa Kaplıcası yeri, kimyasal içeriği ve maddi açıdan uygun olması gibi özelliklerinden dolayı, tıp tarihinde çok önemli bir yeri olduğu ve Bursa ile çevresindeki iller tarafından neredeyse 500 yıldır en çok kullanılan kaplıcadır. Geleneksel tedaviler arasında önemli bir yere sahiptir (Giray, 1950; Erer, 2004; Erer ve Erdemir, 2004).

ESKİ ÇALIŞMALARIN ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Marmara Bölgesi termal kaynaklarında 18. yy. sonlarından itibaren çok sayıda asker, jeolog, gemici ve hekim tarafından araştırılmış ve incelenmiştir. Bu araştırmacılar Kimyager ve Minerolog August Friedrich Karl Himly (1811-1885), Joseph von Hammer (1774-1856), Harles Chr.Fr. (1773-1853),

Josef Hirschfeld (1835-1892), Wilhelm Pichler (?) çalışmalarını çeşitli kurumlar (Umûr-ı Tıbbiye-i Mülkiye, Sıhhiye-i Umûmiye) adına yaptığı Bursa Vilayeti Salnameleri (1927), Hüdavendigâr Vilayeti Salnamesi (1886), Hüdavendigâr Vilayeti Salnamesi (Bursa) (1906)'nde belirtilmektedir.

Cumhuriyet kurulmadan önce Meşrutiyetin ilânından önce salnameler dışında yayınlanmış bulunan istatistiklerden Memaliki Osmaniyenin Maadin İstatistiği (1906) ve (1907)'nde anlatılmıştır (Reman, 1942). Bu termal suların kimyasal analizlerinin Paris (Laboratoire des recherches Medicales, l'institut d'Hydrologie et de Climatologie, Maadin Mektebi Araştırma Laboratuvarı ve Paris Şehremaneti Kimyahanesi), Göttingen (Physicochemical Institute), Bonn (Fenni İspençiyarı Enstitüsü), Londra (Resmî Kimyahanesi) ve İstanbul Kimyahanesi'nde yapıldığı belirlenmiştir (İsimsiz, 1907).

MTA Enstitüsü kurulmadan önce çeşitli kuruluşlar tarafından su ve hidrojeolojik etütler yapılmış olduğu, kurumun Hidrojeoloji servisinin kurulması ile yeraltı, yerüstü, kaplıca ve maden sularına ait çalışmaların raporlarının MTA Derleme Servisi'nde bulunması ile ortaya çıkmıştır. Türkiye'de mineralli sularla ilgili yapılmış ilk envanter çalışması özelliğini taşıyan çalışmada (İsimsiz, 1907) Marmara Bölgesi'nden Edirne, Bursa, Balıkesir, Çanakkale ve İzmit'te geleneksel kullanımda bulunan mineralli sularının fiziksel ve kimyasal incelemeleri yapılmıştır. İsimsiz (1907)'de analizler 1892-1894 yılları arasında Almanya (Bonn Fenni İspençiyarı Enstitüsü), Paris (Şehremaneti Kimyahanesi) ve Londra (Resmî Kimyahanesi)'de yaptırılmıştır. Sonraki yıllarda Celalyan (1932), Sgheller (1940),

Reman (1942), Pınar (1943), Ungan (1949), Dirisu, (1952) tarafından hidroloji, sıcak su kaynakları ve kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

MTA Enstitüsü Genel Müdürlüğü tarafından 1946 yılında geniş kapsamlı ilk çalışma olan ve tüm Türkiye'deki mineralli suların yerlerini tespit etmek ve özelliklerinin ortaya konması için Prof. Dr. Nüzhet Şakir Dirisu, (Tıp Fakültesi), Prof. Dr.

Kerim Ömer Çağlar (YZE), Prof.Dr. Mustafa Suner (Gülhane), Kimyager Abdullah Ungan (Sağlık Bakanlığı), Yüksek Mühendis Namık Silay (Sağlık Bakanlığı), Dr. Bakteriolog Razi Maner (Gülhane), Kimyager Muhip Emil (MTA) ve Kimyager Cavide Alpar (MTA)'ın bulunduğu bir komisyon kurulur ve envanter çalışmaları 1946-1961 arasında tamamlanmış ve Çağlar (1970) de yayınlanmıştır. Bu envanter çalışmasında fiziksel ve kimyasal analizlerde kaynak başında ve termometre, pH metre ve barometre kullanılarak kolorimetrik veya elektrometrik cihazlar ile yapılmıştır. Suların radioaktivitelerini ölçmek için elektrometre, fontaktoskop, iyonometre ile ölçümler gerçekleştirilmiştir (MTA, 1946).

Türkiye termal mineral sularının etüdüleri 1961 yılından itibaren daha sistematik olarak ele alınarak çalışmalar sürdürülmüştür. Avşaroğlu, (1968), Türkiye kaplıcaları ve içmeleri kılavuzunu hazırlamış; Erentöz ve Ternek (1968), Türkiye'de ortalama 529 termomineral kaynağın bulunduğunu ve jeotermik enerji yönünden etüdüleri hazırlanarak termomineral kaynaklarının gradyan ölçümleri yapılmıştır.

Yenal vd., (1975) Türkiye Maden Sulan Envanteri çıkarmak için Marmara Bölgesi'ndeki araştırmalarında bölgede bulunan 61 termal mineralli su kaynağının kimyasal analizlerini yapmış, pH, iletkenlik, sıcaklık ölçümleri ile karbonat-bikarbonat-karbon dioksit analizlerini kaynak başında yapmış ve literatür ağırlıklı jeoloji verileri ile kaynaklar sınıflandırılmıştır. Kimyasal analiz yöntemlerinde çoğunluğu spektrofotometrik, küçük kısmı titrimetrik yöntemlerle, sodyum ve potasyum analizleri ise alev fotometresi ile yapılmıştır. Radyoaktif analizler ise ÇNAEM de gerçekleştirilmiştir.

Hakdiyen vd., (1976) herbir kaynaktan alınmış su örneklerinde kaynak başında gerekli ölçümler yapılmış, kimyasal analizleri İ.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı Kimya laboratuvarında kompleksometrik, titrimetrik, gravimetrik ve fotometrik yöntemlerle, radyoaktif analizleri ise ÇNAEM Sağlık Fiziği Bölümü'nde tamamlanmıştır.

Özbey (1979), araştırmasında bölgedeki 27 kaynakla ilgili kısa bilgiler vermiştir. Başkan ve Canik (1983), Ege Bölgesinin sıcak ve mineralli sular haritasını hazırlarken bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri suların hidrojeokimyasal türleri ve ayrıca Marmara Bölgesi'nde bulunan 25 termomineral su kaynağına ilişkin fizikokimyasal özellikleri vermişlerdir.

Ülker (1988), Marmara Bölgesi'nde faaliyette bulunan 10 termomineral suyun tüm kimyasal analiz raporları ile balneolojik olarak değerlendirmiştir. Araştırmasında, sağlık turizminin gelişmesi için önemi her geçen yıl artan kürlerle ilgili bilginin yanısıra bir de klavuz verilmiştir. Bölgede, günümüzde faaliyette bulunan, tek veya bir kaç tanesi bir arada olan farklı lokasyonlardaki 36 adet termomineral kaynağın 10'unun içme ve 26'sının da kaplıca özelliğinde olduğunu belirtmiştir.

Ayrıca MTA (1981) ve Akkuş vd., (2005) yine bir envanter çalışması olup, jeotermal alanlar değerlendirilmiş ve termal mineralli suların fiziksel ve kimyasal analizleri verilmiştir. Ayrıca Mützenberg (1990), Imbach (1992), Greber (1992), Eisenlohr (1995), Pehlivan ve Yılmaz (1995), Schindler ve Pfister (1997) Vengosh vd., (2002) tarafından hidrokimyasal çalışmalar yapılmıştır.

Yine bölgedeki mineralli su kaynaklarının güncel değerlerini incelemek amacı ile 2000-2009 yılları arasında İ.Ü. İ.T.F. Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen analiz sonuçları bu kapsam içinde değerlendirilmiştir. Laboratuvar analizlerinde Alevli fotometre, HACH LANGE DR/5000 UV-VIS Spektrofotometre ve HACH LANGE DR/2000 Spektrofotometre kullanılmıştır. Kaynak başında ölçümleri HACH LANGE DR/2000 Spektrofotometre ile yapılmıştır.

Çalışmamızda yukarıda belirtilen çalışmalarda yeralan fiziksel, kimyasal ve radyoaktif ölçüm sonuçları dikkate alınmıştır. Birimlerde, (http://www.unitconversion.org/unit_converter/electric-conductance.html), (<http://www.translatorscafe.com/cafe/units-converter/radiation--activity/c/>;Online

Unit Converters. Radiology Converters. Radiation- Activity Converter) dönüştürücü web sayfaları kullanılmıştır.

MARMARA BÖLGESİ TERMAL ve MİNERALLİ KAYNAK SULARININ ÖZELLİKLERİ

Coğrafi Dağılımı

Bölgede kaynakların illere göre sayısal dağılımı dikkate alındığında Balıkesir’de 46 (%30), Bursa’da 30 (%19), Çanakkale’de 30 (%19), Sakarya’da 17 (%11), Yalova’da 15 (%1), Kocaeli’de 5, Bilecik’te 4, Tekirdağ ve İstanbul’da 2 şer, Kırklareli ve Edirne’de de 1 er olmak üzere 153 termal mineralli su kaynağı bulunmaktadır (Şekil 1, Çizelge 3).

Sıcaklık, pH ve EC Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Bölgedeki kaynakların sıcaklığı 12-100°C arasında değişmekle birlikte, genel dağılımı 20-60°C aralığındadır (Şekil 2). En yüksek (80-100°C) sıcaklıkta sular Sakarya (Kuzuluk), Bursa (Yenikaplıca ve Kaynarca Hamamı), Balıkesir (Bigadiç-Asarköy-Kaynar, Hisaralan, Büyük Kaynak), Çanakkale (Kızılca Tuzla Kaplıcası, Hıdırlar)’dedir. En belirgin sıcaklık değişimi Karamustafa ve Bademlibahçe Kükürtlü hamamı, Zeyni Nine ve Dömbüldek Hamamı (Bursa) kaynakları ile Zeytinpınarı, Bengi Kaplıcası 2.Kaynak, Gökçedere, Asarköy-Kaynar, Hisaralan hamam (Balıkesir) kaynaklarında 5-16°C aralığında yükselerek, Asarköy-Kükürtlü kaynak, Asarköy Ilıcası, Bostancı Güre kaynaklarında ise yıllar itibari ile düşerek değişim göstermiştir. Çanakkale’de Tepeköy Ilıcası’nda 1950-1990 yılları arasında 16°C, Hıdırlar (Çamaşılık)’da 1947-1989 arasında 29°C, Ozancık’ta 1947-1990 arasında 6°C’lik bir düşüş görülürken, Hıdırlar’da 1947-2004 arasında 12°C, Kırkgeçit’te 1926-1990 arasında 6°C yükselme ile sıcaklık değişimi dikkat çekmektedir.

pH dağılımı (Şekil 3) genel itibari ile 7 civarındadır ve nötr sular sınıfındadır. Balıkesir ve Çanakkale’nin bazı kaplıcalarında 9’a yakın değerlere

rastlanılmıştır. EC dağılımında (Şekil 4) dikkat çeken özellik 0-1000 mS/cm aralığında yoğunlaştığıdır.

Hidrokimyasal Özellikleri ve Zamana Bağlı Değişimleri

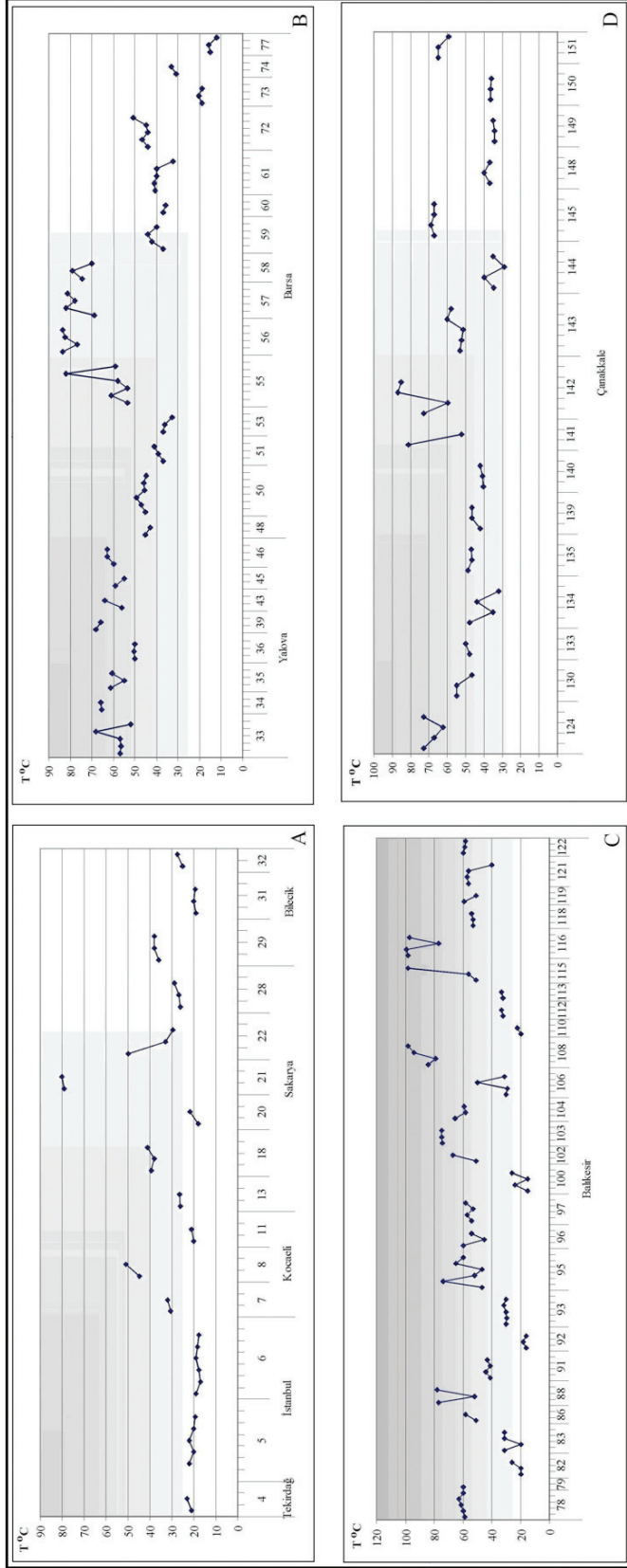
EK ile Şekil 5 ve 6 dikkate alındığında bölge kaynaklarının ağırlıklı olarak Sodyum (Na), Kalsiyum (Ca), Bikarbonat (HCO_3) ve Klorür (Cl)’ce zengin kaynaklar olduğu anlaşılmaktadır. Bölgede bikarbonat anyonu ve sodyum katyonu ağırlığı vardır. 13 kaynağın 9’unda sodyumla birlikte bikarbonat bulunmaktadır. 10 kaynakta ise klorür anyonu ile bikarbonat kombinasyon halindedir. Sülfat iki kaynakta klorür, sodyum ve kalsiyumla birlikte bulunmuştur.

İllere göre major anyon ve katyonların dağılımı dikkate alındığında: Edirne’deki Mercandere İçmesi’nde Na-Cl- HCO_3 oranı öne çıkarken, yıllar itibari ile kimyasal içeriğinde herhangi bir değişim olmayan Tekirdağ’daki Avşar İçmesi sodyum klorürlü sular, Yarapsin Kaynağı ise bikarbonatlı sular grubundadır. İstanbul’daki Tuzla İçmeleri ise sülfatlı iken 60 yıllık süreçte değişime uğrayarak sodyum klorürlü sular grubunda yer almıştır (Barut ve Eroskay, 1995). Kocaeli suları bikarbonatlı sular özelliğindedir (Şekil 5a, 6a). Ancak Bağcecik-Yeniköy-Yazlık Ilıca’nın 1948-2007 arasında kimyasal içeriği değişmiştir. Na oranında ciddi değişim görülmezken, Cl oranı yükselmiş buna karşılık Ca, Na ve HCO_3 oranları düşmüştür.

Çizelge 3. Marmara Bölgesi'nde bulunan termal ve/veya mineralli su kaynaklarının Çizelge 1'e göre sınıflandırılması (* sembolü dahil anlamında kullanılmıştır).

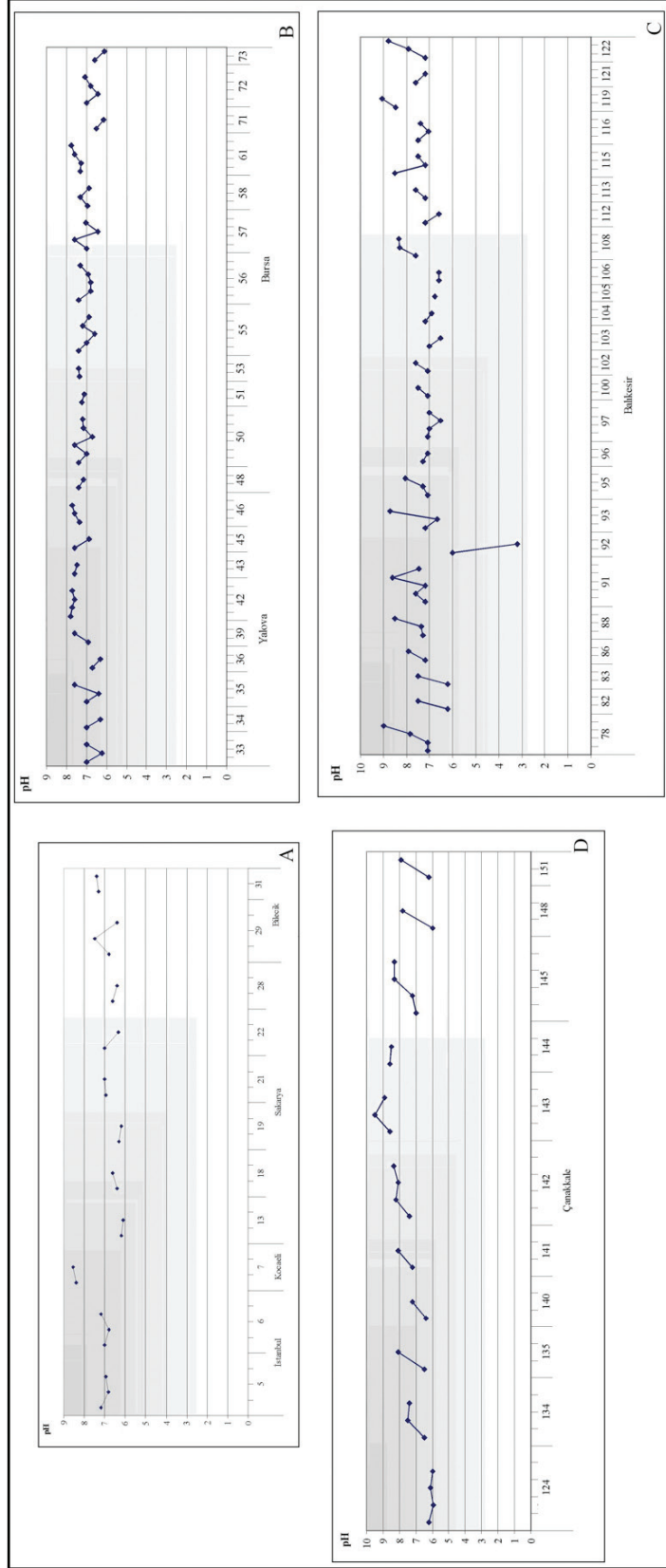
Table 3. Characteristics of thermal and/or mineral water springs at The Marmara Region according to the classification of Table 1 (The symbol (*) is used in means of included).

Termal Sular	3,4,5,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,21,22,24,25,26,27,28,29,32,33,34,35, 36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60, 61,62,69,70,72,74,75,76,78,79,80,81,82,83,85,86,87,88,89,90,91,93,95,96,97, 98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,114,115,116, 117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135, 136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153
Kükürtlü Sular	1,8,107,138,71,113,137,134,83,106,144,117,118,84
Demirli Sular	67,68,20,102,122,97,103,75,104,124,63
Flörlü Sular	20,21,22,23,24,72,28,86,88,107,153,55,56,57,58,93,108,140,142,151,134,83,95,97,106,108,116,143,33,35,39,42,43,44,144,78,119,46,145,150,135,133,73,124
Bromürlü Sular	18,19,20,22,25,27,30,29,31,73
Silikatli Sular	18,16,17,91,7,20,21,23,22,72,14,28,86,51,55,56,58,59,61,93,108,121,140,142,151, 29,122,134,83,133,95,97,108,116,143,82,33,35,39,42,144,78,119,145,150, 141,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,152,74
İyotlu Sular	55,58
Arsenikli Sular	135
Radonlu Sular	9,12,13,19,20,25,26,28,33,35,39,55,64,67,68,69,70,71,73,77,94,106
HCO ₃ 'lü sular	4
Na-HCO ₃ 'lü sular	1,18,67,68,82
Na-Cl'li sular	2,7
Na-HCO ₃ -Cl'li sular	3,9,20,21,23,26
Na-HCO ₃ -SO ₄ 'lü sular	29,83,85,102,122
Na-HCO ₃ -SO ₄ -Cl'li sular	79,87,90,95,96,97,103,116,143
Na-SO ₄ 'lü sular	84,92
Na-SO ₄ -Cl'li sular	78,117,118,120
Na-Ca-Cl'li sular	5
Na-Ca- HCO ₃ 'lü sular	12,13,19,28
Na-Ca- HCO ₃ -Cl'li sular	6,22,24,27,72,98,99,101,110,133
Na-Ca- SO ₄ 'lü sular	42,43,44,45,144
Na-Ca- SO ₄ -Cl'li sular	46,47,145,146,147,149,150
Na-Ca-SO ₄ -HCO ₃ 'lü sular	48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,64,71,93,94,113,114,115,121,136,137,140,141,142,151
Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl'li sular	34,36,37,38,40,41,73,86,88,107,109,135,138,139,153
Na-K-HCO ₃ -SO ₄ -Cl'li sular	31,104
Na-K-Ca-Cl'li sular	127,130,131
Na-K-SO ₄ -Cl'li sular	105
Na-K-Ca-HCO ₃ -Cl'li sular	124,125,126,128,129,148
Na-K-Ca-SO ₄ -Cl'li sular	132
Na-K-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl'li sular	33,35,39,89
Na-Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄ 'lü sular	65,66
Na-Ca-Mg-SO ₄ -Cl'li sular	75,80,81
Ca- SO ₄ 'lü sular	63
Ca-HCO ₃ 'lü sular	10,11,14,15,16,17,32,76,91,100,111,112
Ca-HCO ₃ -SO ₄ 'lü sular	62,74
Ca-Mg-HCO ₃ 'lü sular	77
Ca-Mg-HCO ₃ -Cl'li sular	152

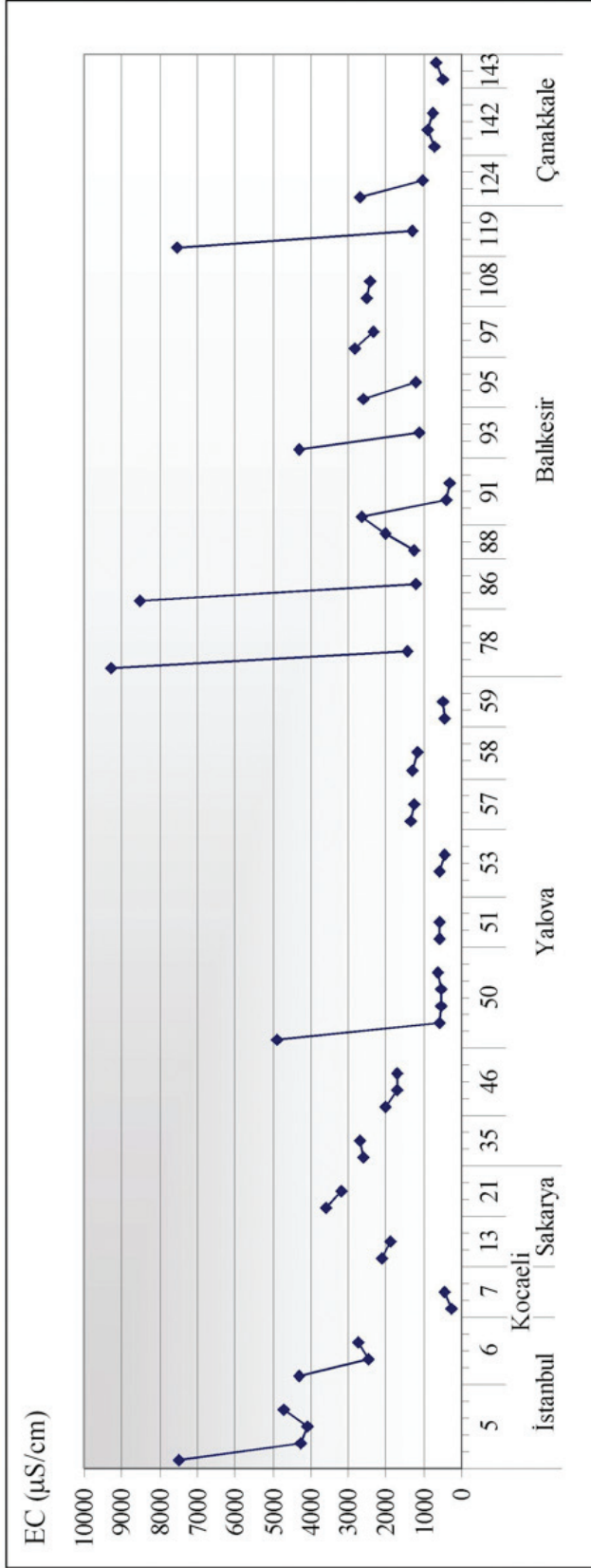


Şekil 2: Marmara Bölgesi illerinde bulunan termal ve/veya mineralli sularının sıcaklık (°C) değişimi (1932-2005 yılları arasında çeşitli tarihlerdeki ölçümler), (Yatay eksendeki kaynak no.'ları için EK' e bakınız).

Figure 2: The variation of temperature (°C) in thermal and / or mineral waters in provinces of the Marmara Region (The measurements in various dates between 1932-2005), (See to Appendix for the horizontal axis of reference numbers)

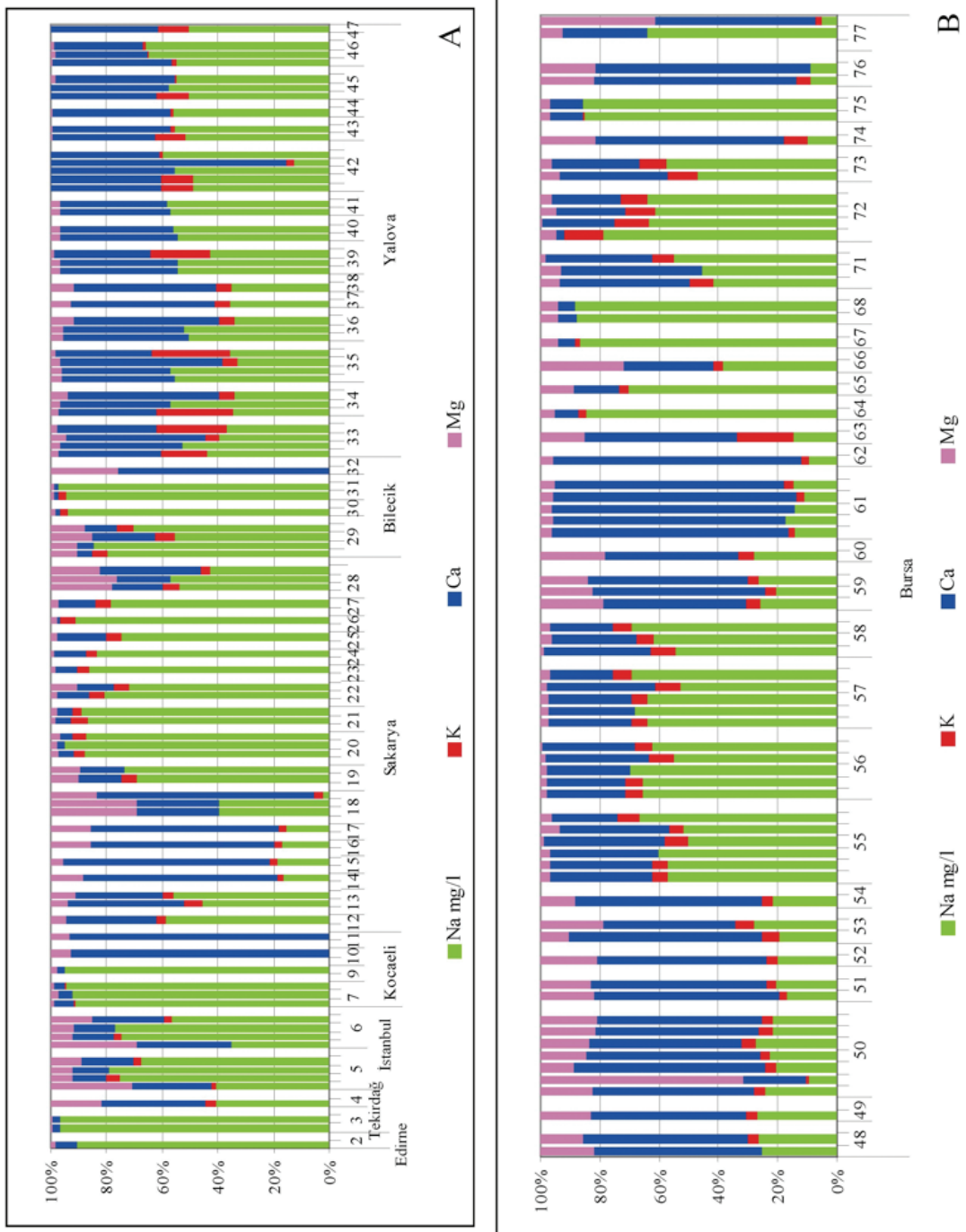


Şekil 3: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularının pH değişimi (1932-2005 yılları arasında çeşitli tarihlerdeki ölçümler).
Figure 3: The variation of pH values in thermal and / or mineral waters in provinces of the Marmara Region (The measurements in various dates between 1932-2005).

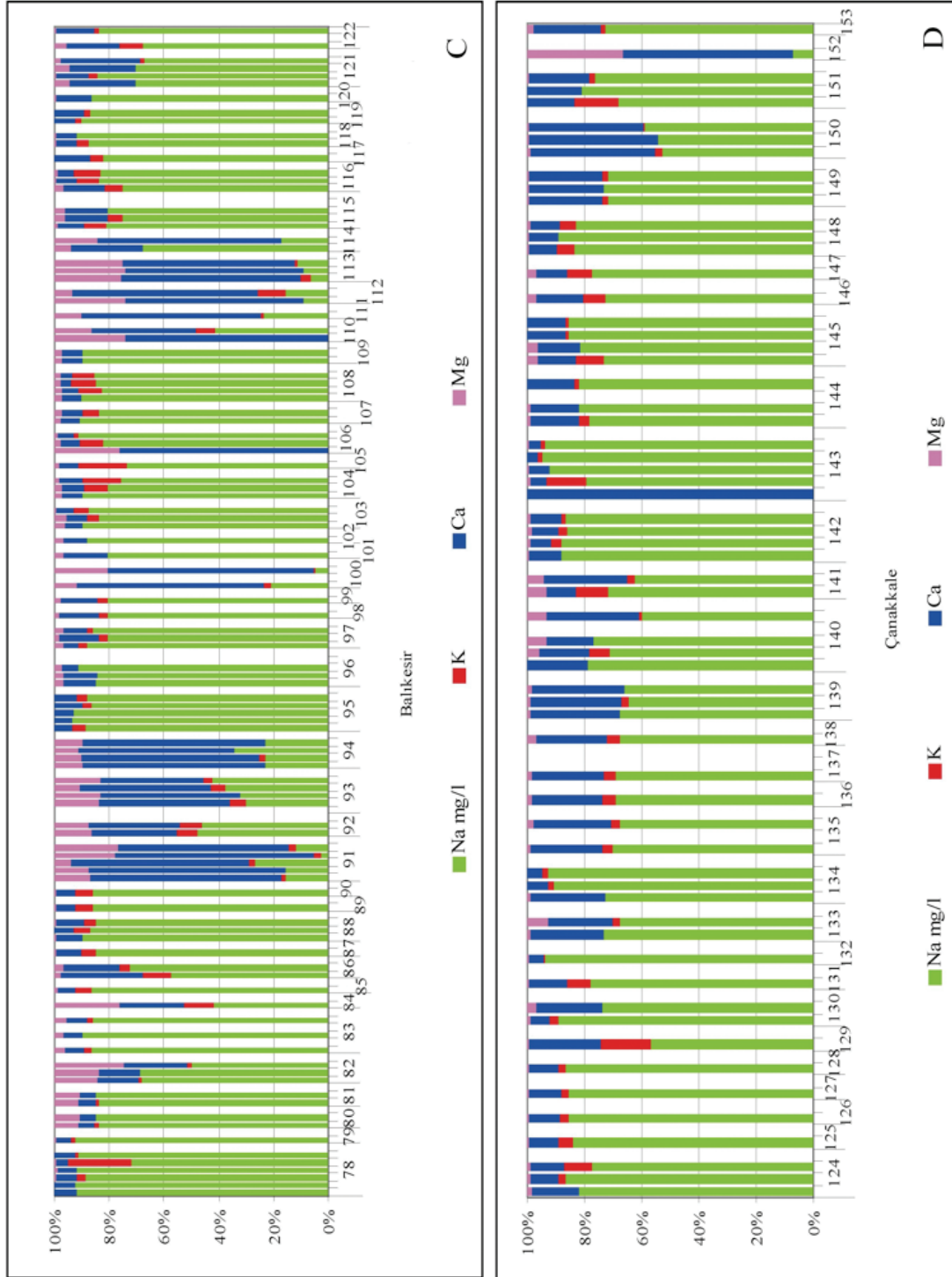


Şekil 4: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularının EC (mS/cm) değişimi (1932-2005 yılları arasında çeşitli tarihlerdeki ölçümler).

Figure 4: The variation of EC (mS/cm) values in thermal and / or mineral waters in provinces of the Marmara Region (The measurements in various dates between 1932-2005).

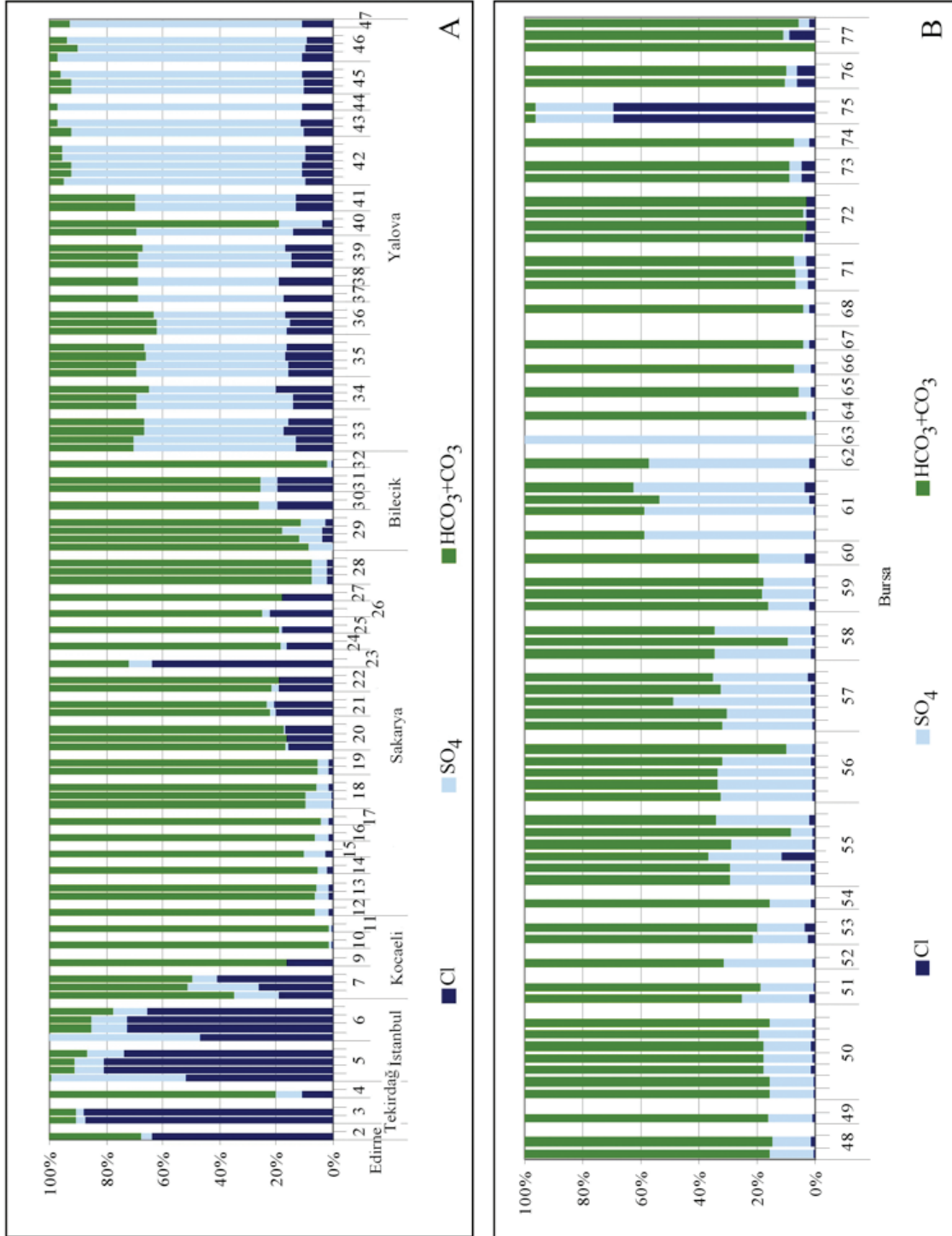


Şekil 5: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularında başlıca katyonların değişimi.
Figure 5: The variation of major cations in thermal and/or mineral waters at the Marmara Region.



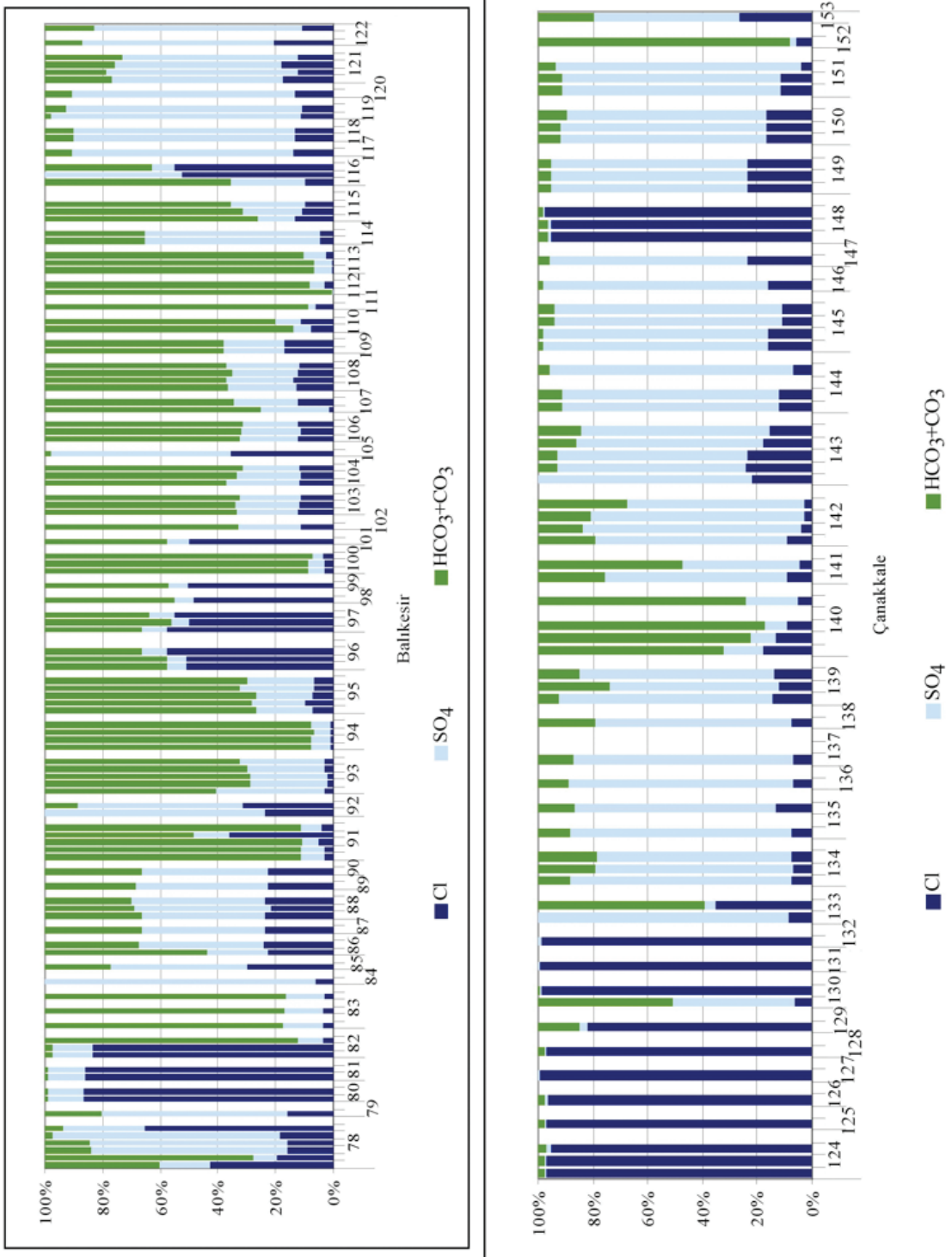
Şekil 5 devamı.

Figure 5 continued.



Şekil 6: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularında başlıca anyonların değişimi.

Figure 6: The variation of major anions in thermal and/or mineral waters at the Marmara Region.



Şekil 6 devamı.
Figure 6 continued.

Tekirdağ (Tekfurdağ)'da günümüzdeki Afşar içmelerinden bahsedilirken (İsimsiz, 1907) "bu arazinin hemen her noktasında çukur açılıp terkedilse bir kaynak olduğu ve kimyasal içeriğinde: NaCl: 5.91 gr; KCl: 0.307 gr; CaCl: 0.27 gr; MgSO₄: 0.364 gr; CaSO₄: 0.161 gr; NaC₇H₅O₃ (sodyum salisilat): 0.388 gr; NaHCO₃: 0.002 gr; FeO₂: 0.002 gr ile eser miktarda KI ile KBr bulunmuştur. Bu, Yanus Hunyadi madensuyu olarak isimlendirilmiştir (İsimsiz, 1907).

İzmit'te 40-45°C sıcaklığında kimyasal içeriği bilinmeyen Kuzuluk Kaplıcası, adı sıcaklığı diye tasvir edilen (İsimsiz, 1907) Değirmendereli Hasan Beyin çiftliğinde bir ılıca bulunduğu bahsedilmiştir. İzmit-Dağhamam'ın güneyinde Yalova Köy Çiftliği konumunda Yalova Hamamları diye isimlendirilen 80 m rakımlı bir vadide birbirinden 1-5 m uzaklığında bir çok kaynak belirlenmiş ve bunların kimyasal içeriği ise şöyledir: H₂SO₄: 0.678 gr; SiO₂: 0.05 gr; NaCl: 0.091gr; CaO: 0.264 gr; K₂O: 0.064 gr; Na₂O: 0.03 gr; FeO₂: 0.0003 gr; Al₂O₃: 0.0007 gr; MgO: 0.0004 gr. Toplam mineralizasyonu: 1.182 gr/l + uçucu gazlar+ Serbest CO₂ + H₂S + F⁻ + B⁻ + I⁻ + NH₃ olarak tanımlanmıştır (İsimsiz, 1907).

Yalova kaynakları genel olarak Ca-SO₄'lu, Armutlu kaynakları ise Na-Ca-SO₄'lidir (Şekil 5a, 6a). Yalova kaynakları hakkında ilk bilgiler Hirschfeld ve Pichler (1875)'de geçmektedir. Bu kaynakların termal ve kükürlü olduğu, kaynağın çıkış yeri çevresinde de siyenitler bulunduğu bildirilmektedir (Hirschfeld ve Pichler, 1875). 1926-2006 arasında kaynaklardaki değişimde Armutlu Hamam kaynağında Na ve Ca düşerken K artmakta, SO₄ oranı düşerken de Cl ile HCO₃ oranında artma eğilimi görülmektedir. Armutlu kaynakları içinde Gıcık Kaynağı dışında tümünde SO₄ oranı düşerken HCO₃ oranında artış görülmektedir. Yine Nuripaşa ve Nr.6 kaynaklarında K, SO₄ oranlarında Dirsek kaynağında ise tüm anyon ve katyon oranlarında farklılık görülmektedir. 1929-2006 arasında Yalova kaynaklarının anyon ve katyon dağılımında düzenli artış ve azalış gözlenmemesi dikkat çekmektedir. Yalova esas kaynağında anyon ve katyon dağılımı 1974 yılı (Na, K ve HCO₃'ta azalma, Ca ile SO₄'ta yükselme)

öncesi ve sonrası farklılık göstermektedir.

Bursa-Mustafa Kemalpaşa Ekşisu maden suyunun debisi 0.06 l/s ve 16°C olup, kimyasal içeriği 1 litre suda NaHCO₃: 3.307 gr; LiHCO₃: 0.026 gr; CaCO₃: 0.271 gr; Sr CO₃: 0.006 gr; MgCO₃: 0.091 gr; NaCl: 0.122 gr; KCl: 0.138 gr; FeO₂: 0.011gr; Si: 0.028 gr; Serbest CO₂: 0.22; Toplam CO₂: 3.5 ölçülmüştür (İsimsiz, 1907). Eser miktarda da fosfor, alüminyum ve mangan'a rastlanmıştır. Ayrıntılı analiz yapılmayan Akarca Kaplıcası'nın ise 45 °C sıcaklığında ve kükürlü su olduğu belirlenmiştir. Bursa-Çitli maden suyunun debisi 2 l/s ve 13.5°C bulunmuş olup, kimyasal içeriği 1 litre suda H₂CO₃: 0.483 gr; NaHCO₃: 4.506 gr; KHCO₃: 0.142 gr; CaHCO₃: 0.367 gr; CO₃Fe: 0.005 gr; MgHCO₃: 0.365 gr; Na₂SO₄: 0.132 gr; Na₂HPO₄: 0.061 gr; NaCl: 0.066 gr; NaI: 0 ; Mn: 0; Si: 0.06 gr ölçülmüş ve eser miktarda da iyot ve lityum içeren sodyum karbonatlı maden suyu olarak tanımlanmıştır (İsimsiz, 1907).

Bursa'da yeralan Çekirge Eski Kaplıca'nın sıcaklığı 48°C, kimyasal içeriğinde ise H₂CO₃, CaHCO₃, Fe₂O, NaCl, Na₂SO₄, Mg, Ca ve Si bulunmuştur. Eskikükürlü ve Yenikükürlü olarak kaynaktan ikiye ayrılan Bademlibahçe-Kükürlü Kaplıcası'nın sıcaklığı 75°C, içeriğinde ise NaCO₃, H₂SO₄, MgSO₄, MgCO₃, H₂CO₃, Si, HSO₃, CaSO₄, parezin?, Na₂SO₄ bulunmuştur. Yenikaplıca (Kaynarca)'nın sıcaklığı 86°C sıcaklığında ve kimyasal içeriğinin eser miktarda azot, HCl, H₂CO₃, CaHCO₃, Fe, Na, K, MgSO₄, Al, Ca, Si'den oluştuğu belirlenmiştir (İsimsiz, 1907). Karamustafa Kaplıcası ise sıcaklığı 37°C ölçülmüştür. Kimyasal içeriğini H₂CO₃, CaHCO₃, NaCl, HSO₃, Mg, Ca, Si oluşturmuştur. Gemlik Ilıcısı sıcaklığı 36°C ve demirli, Armutlu Kaplıcası'nın ise sıcaklığının 38°C ve kükürlü sular olarak gruplandırılmıştır. Yine aynı çalışmada (İsimsiz, 1907), geleneksel kullanımda olduğu gözlenmiş bazı kaplıcaların varlığından bahsedilmektedir. Bunlar arasında yine Bursa'da Atranos/Orhaneli'nde Kayakaplıcası ile Harmancık'ta Ilıcaksu çevresinde sıcaklığı 35°C olan üç ılıcanın yer aldığı, bununla birlikte Keramet Ilıcısı ve Oylat Kaplıcası'na değinilerek Bilecik Söğüt'te 40°C de kükürlü bir kaplıcanın bulunduğu belirtilmektedir

(İsimsiz, 1907).

19. yy'da çeşitli araştırmacılar (Grisebach, 1841; Bernard, 1842; Gastinel, 1868; Cevat Tahsin ve Fehmi Rıza, 1868; Nazmi Asaf, 1868) tarafından Bursa kaplıcaları'ndan Vakıfbahçe, Kükürtlü, Yeni Kaplıca-Kaynarca kaynakları ile Karamustafa Kaplıcası'nın incelendiği ve analizlerinin yapıldığı belirtilmektedir (Bursa Vilayeti Sâlnamesi, 1927; Reman 1942). Bu analizlerden Bernard (1842)'a göre sülfirik asidi yüksek, Nazmi Asaf (1868) ise klorür, demir, potasyum ve alüminyum çok yüksek olarak ifade edilmiştir (Bursa Vilayeti Sâlnamesi, 1927). Bu kaynakların sıcaklıkları Kaynarca'da 86°C (Guinot, 1894), 83°C (Bernard, 1842; Nazmi Asaf, 1868) ve 82°C (Gastinel, 1868), Kükürtlü'de 82°C (Bernard, 1842; Guinot, 1894) ve 73°C (Cevat Tahsin ve Fehmi Rıza, 1868; Nazmi Asaf, 1868); Karamustafa'da 57°C (Gastinel, 1868), 54,5°C (Cevat Tahsin ve Fehmi Rıza, 1868; Nazmi Asaf, 1868) ile 45°C (Bernard, 1842); Eski Kaplıca'da ise 38°C (Guinot, 1894) ölçülmüştür. Bu termal mineralli sular, NaSO₄, Cl-SO₄ ve Fe'li olarak gruplandırılmıştır (Reman, 1942).

Bursa termal mineralli su kaynaklarının 1926-2005 yılları arasında kimyasal içeriğinin değiştiği dikkat çekmektedir (Şekil 5b, 6b). Bu değişiklik, Çekirge esas kaynak, Dümbüldek Hamamı, Vakıfbahçe kaynağı, Karamustafa kaynağı ile Meneviş madensuyu'nda Na/K, HCO₃, Cl değerlerinin yükselmesi ile açıklanabilir. Yine yıllar içerisinde Çitli ve Gemlik Kaplıcalarında Na/K oranı azalmıştır. Cl, HCO₃ değerleri Horhor'da düşerken, Kükürtlü Hamam-Kurna, Oylat, Rıfat Bey kaynağı'nda artmıştır. Ancak 1969-1975 yıllarına kadar bazı kaynaklarda (Vakıfbahçe, Karamustafa kaynağı, Çitli, Oylat, Dümbüldek Hamamı, Kükürtlü) Na/K oranının düştüğü, günümüzde ise yükseldiği belirlenmiştir. Bu kaynaklarda ki HCO₃ ve SO₄ içeriği ise 1969-1975 yıllarına kadar artmış ancak günümüzde azalma eğilimindedir. Bununla birlikte, yıllar itibari ile Zeyni Nine ve Uludağ maden suyunda tüm anyon ve katyon değerlerinin azaldığı dikkati çekmektedir.

Balıkesir'de Manyas-Çıngırlı'da 100°C sıcaklığında, CaCO₃, Mg ve H₂CO₃ içerdiği ve debisinin dere oluşturacak boyutta olduğuna dikkat çekil-

miştir. Edremit'in batısında ve sahile yakın 40°C sıcaklığında Güre Kaplıcası'nın olduğu anlaşılan bir kaplıcadan bahsedilmiştir. Edremit'te Bostancı (Firenk) Köyü'nde 20-40°C olan ve alkalın, kükürt ve FeSO₄ içeren bir kaplıca olduğunu ve Temmuz-Ekim arası yoğun kullanıldığını gözlemlenmiştir. Akçay da 60°C alkalın, kükürt ve H₂CO₃ içeren bir kaplıca yer aldığından bahsedilmektedir. Burhaniye Karaağaç'ta kükürtlü, Balya'da 80°C, sülfatlı ve demir karbonatlı çamurlu Hozluca kaplıcası, 60°C, kükürtlü günümüzde de aynı adla bilinen Yıldız Kaplıcası, 36°C sıcaklığında Ömerköy Kaplıcası, Gönen Çayı kenarında ve Sındırgı'da kükürtlü bir kaplıca'nın Hisaralan'da bulunduğu ilişkin kayıtlar bulunmaktadır (İsimsiz, 1907).

Balıkesir'in termal mineralli sularının kimyasal içeriği (Şekil 5c, 6c) tarihsel süreçte farklılık göstermektedir. Tarihsel dönemlerden beri Kazdağlarının önemli termal kaplıca merkezi olan Gönen Kaplıcası'nın, Reman (1942)'de 76°C sıcaklığında ve oligometalik-hipertermal sular grubunda bulunduğu belirtilmektedir. Yenil (1975)'de ise hipertermal (77°C), hipotonik ve florürlü sular grubunda olduğu, kimyasal sınıflandırmasının ise SO₄-Cl-HCO₃-Na'lı olduğu belirlenmiştir. Yine Yalçın (1997)'in çalışmasında Gönen ve çevresindeki sular Ca-HCO₃, Na-HCO₃, Na-(SO₄)(Cl)(HCO₃) karakterli sulardır. Gönen termal mineralli suyunun Na-(SO₄)(Cl)(HCO₃)'lı, Ekşidere termal suyunun ise Ca-HCO₃'li sular olduğu belirtilmiştir (Yalçın, 1997).

Balya-İlıcaköy-Dağ Ilıcası ve Edremit bölgesindeki kaplıcalar Na-SO₄'li sular olup, Pamukçu-Bengi ve Gönen kaplıca ve kaynakları Na-Cl-SO₄'li sular özelliğindedir. Bigadiç bölgesindeki kaynaklar ise Na-HCO₃'li sulardır. 1934-2005 yılları arasında periyodik olmayan analiz sonuçlarına göre oransal farklılıkların görüldüğü Zeytinliada, Karaağaç-Uyuz, Pamukçu-Bengi 2. Kaynak, Gönen eski kaynak, Hisaralan hamam, Bostancı ve Derman ılıcalarının yanısıra, Zeytinpınarı, Ömerköy, Ekşidere dağ ılıcası, Asarköy-Acısü ve Karbonlu kaynakları, Emendere Kemeraltı, Sındırgı-Sarısu Hisaralan büyük kaynağın sınıflamasının değiştiği dikkat çekmektedir.

Çanakkale'de Pazarköy'de 40°C ve demirli,

Karalıda'da 42°C ve kükürtlü, yine Bigadiç-Hisar-köy'de kükürtlü olduğu tespit edilmiş bir kaplıca bulunduğu belirtilmektedir (İsimsiz, 1907). Yine aynı çalışmada İstanbul Harabeleri olarak isimlendirilen Kestanbolu Kaplıcası'nda 62.5°C sıcaklık ölçülmüştür. 22/Mart/1894 tarihinde Paris Maden Mektebi Laboratuvarında 1 litre suyun kimyasal içeriği: $H_2CO_3 + HCO_3$: 0.235 gr; H_2CO_3 : 13.846 gr; H_2SO_4 : 0.085 gr; Si: 0.022 gr; FeO_2 : 0.017gr; Ca: 1.158 gr; Mg: 0.11 gr; K: 0.796 gr; Na: 9.619 gr; Toplam mineralizasyon: 25.891 gr olarak belirlenmiştir (İsimsiz, 1907).

Kestanbol kaplıcaları, Antik Çağ'dan (Strabo, 1858) günümüze değin her dönemde önem taşıyan termal sulardır. İlk literatür kayıtlarından Poccocke (1745)'de Kestanbol kaynağı sıcak, kükürtlü ve tuzlu sular sınıfında yer aldığı, Harless (1846)'de ise tuzlu ve demirli olduğu belirtilmiştir (Bursa Vilayeti Sânameleri, 1927). Reman (1942) de ise Kestanbol kaynağının 62.5°C sıcaklığında, hipertermal sular grubunda bulunduğu bilgisi yer almıştır. Küçük Çetmi kaynağının 24/02/1935'teki bulgularından, 40°C sıcaklığında olduğu, kimyasal içeriğinin ise Na (0.1879 gr), Cl (0.1172 gr), HCO_3 (0.4392 gr) belirlenmiştir (Scheller, 1940). Kaynağın 1989 yılındaki ölçümlerinde sıcaklığı 42°C, Na (134 mg/l), Cl (27 mg/l), HCO_3 (403 mg/l), SO_4 (107 mg/l) olarak belirlenmiştir (Akkuş vd., 2005). Güre 1981 51°C SO_4 (547 mg/l) Na (265 mg/l), Cl (71 mg/l), HCO_3 (49 mg/l) ve F (6.9 mg/l) belirlenmiştir (Akkuş vd., 2005).

Çanakkale termal mineralli sularının (Şekil 5d, 6d) çoğunluğu Na- SO_4 'lı sulardır. 1894-2004 aralığında uzun aralıklarla yapılmış analiz sonuçlarına göre suların çoğunluğunda oransal farklılıklar, bazı sulara ise sınıflamasının değiştiği dikkat çekmektedir. Ayvaccık Kızılca-Tuzla sodyumlu klorürlü iken, Tepeköy-Karalıda Na- SO_4 'lı iken Na-Ca- HCO_3 'lı, Kırkgeçit ise Ca-Cl- SO_4 'lı iken Na- SO_4 'lı sular sınıfında yer almıştır. Bunun yanısıra oransal farklılık en fazla Çan, Küçükçetmi ve Ozancık ılıcalarında görülmektedir. Tarihsel süreçte Çan, Küçükçetmi ve Ozancık ılıcalarında Ca ve Mg yükselirken, Na/K oranı Çan'da yükselmiş, Küçükçetmi ve Ozancık ılıcalarında düşmüştür. Yine Cl, HCO_3 ve SO_4 içeriği

Çan'da artarken Ozancık'ta azalmıştır. Küçükçetmi'de ise Cl, HCO_3 azalma, SO_4 içeriği ise artış eğilimindedir.

Sakarya'da bulunan kaynakların genel özelliği (Şekil 5a, 6a) bikarbonatlıdır. Tarihi süreçte kimyasal içeriğinde anyon ve katyonların oranı değişime uğramıştır. Ahibaba 1. Kaynak'ta Na ve Ca artarken HCO_3 değerleri düşmüştür. Geyve'de bulunan Taraklı Kil Hamamı ile Ilıcaköy İçmesi'nde Ca ve HCO_3 oranı artmış, Na, Mg ve SO_4 oranları düşmüştür.

Bilecik'teki kaynakların genel özelliği (Şekil 5a, 6a) Na- HCO_3 oranı yüksek sular olmasıdır. GD da bulunan İnönü Kaplıcası ise Ca- HCO_3 'lıdır. Çaltı Ilıcası'nın 1948-1998 arasında içeriğinin değişimi büyük farklılık göstermemektedir. Na ile SO_4 oranları düşerken Ca ile HCO_3 oranı yükselme eğilimindedir.

Marmara Bölgesi kaynak sularının niceliği ve niteliğinin değişmesi akiferlerin yeterince beslenememesi, kuraklık nedeniyle su kaynaklarının kaybolması ve taban suyunun düşmesiyle toprak tuzlanması sonucundaki hidrolojik çevrimin etkilendiği şekilde ifade edilebilir. Hem yüzeydeki sular dan hem de yeraltı sularından çok fazla su çekmenin etkileri dramatik olduğu gibi kaynakların beslenme ve boşalma mekanizması da etkilenmektedir.

Tarihsel süreç içinde bu kaynak sularının kimyasal içeriklerinde bazı major anyon ve katyon değerlerinin değiştiği dikkat çekmektedir. Örneğin İstanbul'daki Tuzla İçmeleri'nde major anyonlar, Çanakkale'de Çan, Küçükçetmi ve Ozancık ılıcalarında da major katyon değerleri değişmiştir. Bağcecik-Yeniköy-Yazlık Ilıca'da ise major anyon ve katyon değerlerinde ciddi değişim görülmüştür. Bu değişimlerin nedenleri arasında beslenme alanının daralması ve kontrolsüz sondajlarla aşırı su çekimi sonucunda denizsuyu karışımı (örneğin İstanbul Tuzla içmeleri; Barut ve Eroskay, 1997), bazı kaynakların çıkışlarının kaybolması (örneğin Küçükçetmi kaynakları; Talay, 2010), yeni kaynak çıkışları (örneğin İstanbul Tuzla içmeleri; Barut, 1993; Barut ve Eroskay, 1997) sayılabilir.

Marmara Bölgesi Termal Mineralli Sularının Sınıflandırılması

Marmara Bölgesi termal mineralli sularının dağılımı Piper diyagramı ile genel anlamda sınıflandırıldığında sodyum, kalsiyum, bikarbonat ve klorürlü sular sınıfında olduğu görülmektedir (Şekil 7-13). Edirne, Tekirdağ, İstanbul ve Kocaeli illerindeki termal mineralli suların Piper diyagramında (Şekil 7) genel dağılımı alkali elementler (Na+K) ile güçlü asit köklerinin (Cl+SO₄) yüksek olduğu sular özelliğindedir. Bu, deniz/acısu grubunda olduğu anlamındadır. Sadece Yarapsin, Maşukiye suları, Adapazarı madensuyu ve Yeniköy Yazlık Ilıca'nın 1936-1948 dağılımından zayıf asit köklerinin (CO₃+HCO₃) yüksekliği dikkat çekmektedir. Ancak Yeniköy Yazlık Ilıca (1987)'nin özelliği değişmiş ve zayıf asit kökleri (CO₃+HCO₃) düşük sular özelliğini işaret etmektedir. Ayrıca Tuzla Büyük ve Küçük içmeler'in (Reman, 1942) karbonat olmayan sertliği %50'den fazla olan sular (8 nolu alan) (Şekil 7) özelliğinde olduğu görülmektedir.

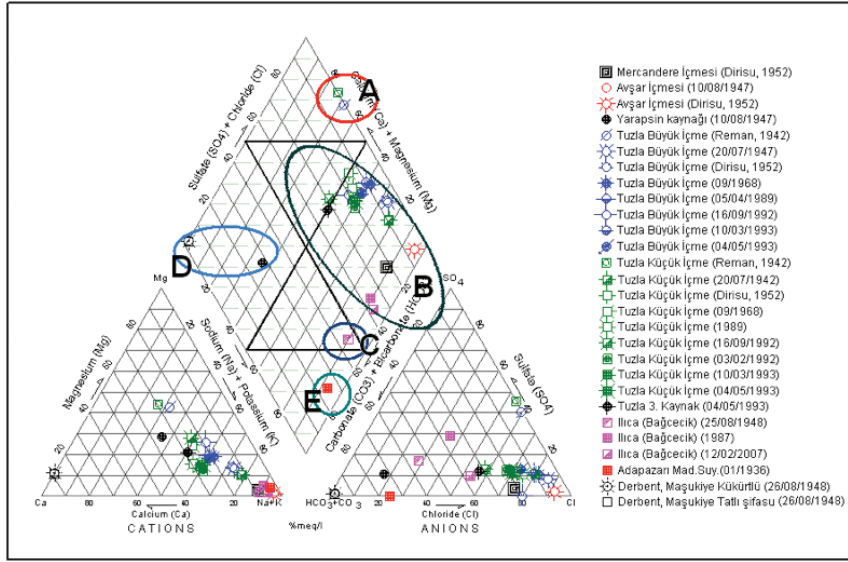
Sakarya'daki suların Piper diyagramında (Şekil 8) 1948-1992 arasındaki genel dağılımında zayıf asit köklerinin (CO₃+HCO₃) yüksekliği dikkat çekmektedir. Bunun anlamı karbonat oranı yüksek klorürlü sular grubunda olduğudur. Yalnız Ahibaba 2. Kaynak (1990) ve Kuzuluk K11 (1989) kaynaklarının farklı özellikte klorür oranı yüksek sular grubunda yer aldığı görülmektedir. Anyon dağılımında dikkat çeken başlıca özellik Ahibaba 2. Kaynak (1990) ve Kuzuluk K11 (1989) kaynakları dışındakiler bikarbonatlı sular iken katyon dağılımı çok farklılık göstermektedir. Taraklı Kil Hamamı 1948-1952 yılı değerlerine göre Ca, Mg, Na oranı yüksek iken 1990 yılındaki verilerine göre Ca yüksek özelliğindedir. Yine Geyve Ilıcaköy'ün 45 yıllık süreçte Ca ile Mg+(Na+K) oranı farklılık göstermektedir.

Bilecik ili sularının Piper diyagramında (Şekil 9) genel dağılımından zayıf asit köklerinin (CO₃+HCO₃) yüksek olduğu görülmektedir. Karbonat alkalileri %50 den fazla olan sular özelliğini taşımaktadır. Bu sular doğada az rastlanan aşırı

yumuşak sulardır. Çaltı Ilıcası 1998 yılındaki ölçümlerinden özelliği değişmiş ve karbonat sertliği %50 den fazla olan sular sınıfındadır. Sular, anyon ve katyon dağılımı dikkate alındığında sodyum bikarbonatlı özelliğindedir.

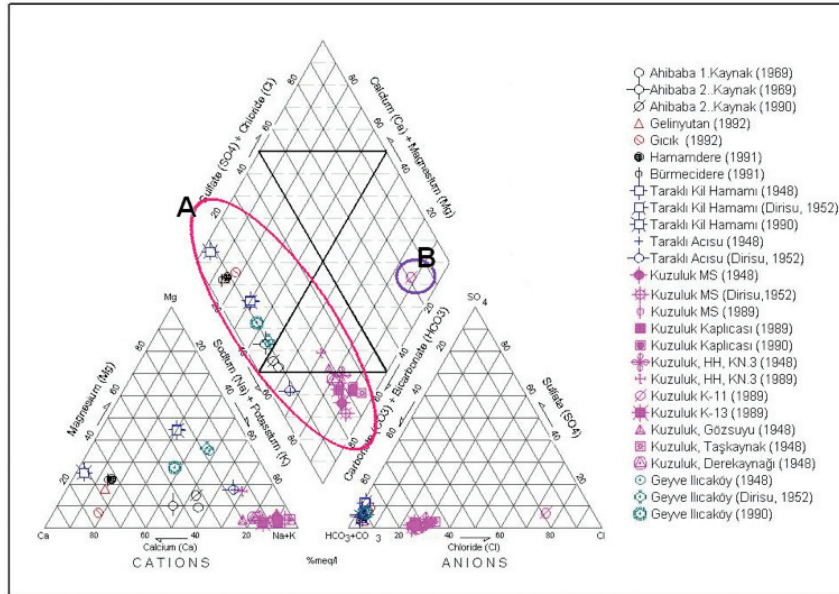
Yalova ili sularının Piper diyagramında (Şekil 10) genel dağılımında Armutlu-Dirsek (1926) dışındaki tüm sulara güçlü asit köklerinin (Cl+SO₄) yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Suların özelliğinin tarihi süreçte değişmediği yorumu yapılabilir. Katyon dağılımı değerlendirildiğinde Yalova esas kaynağın kalsiyumlu, diğerlerinin ise kalsiyum-sodyumlu; anyon dağılımı ise sülfatlı ve bikarbonat-klorür-sülfatlı sular olduğunu göstermektedir.

Bursa ili sularının Piper diyagramında (Şekil 11) genel dağılımı alkali toprak elementler (Ca+Mg) ile zayıf asit kökleri (CO₃+HCO₃) yüksek olan gruptadır. Ancak Gemlik Kaplıcası (1946), Çitli (1926) ve Kükürtlü (1891-1926-1944) suları karbonat olmayan alkalitesi % 50 den fazla olan sular olduğu, NaCl, KCl, Na₂SO₄, alkaliler ve güçlü asitlerin egemen olduğu (7 nolu alanda) ve çok acısu grubunda yer aldığı yorumu yapılabilir. Anyon dağılımı Gemlik Kaplıcası (1946) klorür, Zeyni Nine (2002)'nin sülfat ve Çitli (1926) bikarbonat-sülfat-klorür grubunda olduğunu göstermektedir. Diğer sular bikarbonat ile sülfat-bikarbonat grubunda yer almıştır. Belirgin farklılığın gözlemlendiği katyon dağılımında sadece Vakıfbahçe (1926) magnezyum grubunda yer alırken diğer sular Ca, (Ca+Na), (Ca+Mg) ve (Na+K) gruplarında yer almıştır. Ancak Oylat Göz suyu ve Sızı suyu (1969) ile Zeyni Nine (1990) kaynaklarının söz konusu tarihlerdeki verilerinden karbonat olmayan sertliği %50'den fazla olan sular (6 nolu alan) grubunda bulunduğu dikkat çekmektedir (Şekil 11).



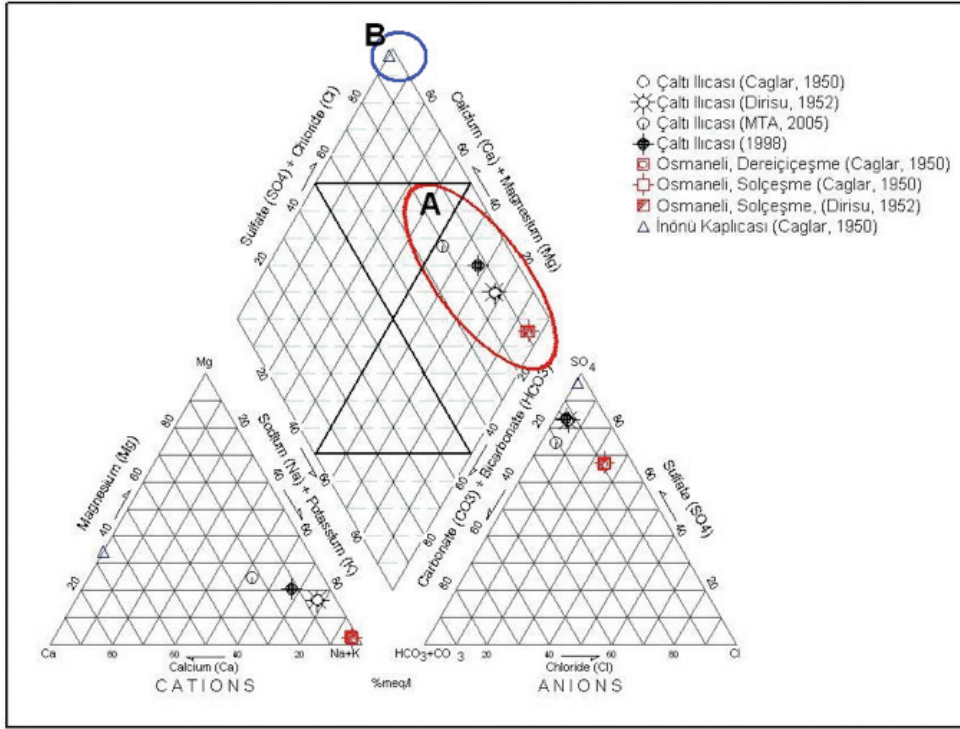
Şekil 7: Edirne, Tekirdağ, İstanbul ve Kocaeli illerindeki termal mineralli suların Piper diyagramında dağılımı. (**A:** Tuzla Küçük İçme (Reman, 1942) ve Büyük İçme (Reman, 1942); **B:** Mercandere ve Aşar içmeleri, Tuzla içmeleri, Tuzla 3. kaynak, Ilıca (Bağceçik)1987 ve 2007 değerleri; **C:** Ilıca (25/08/1948); **D:** Derbent- Maşukıye kükürtlü ve şifasuyu, Yarapsin kaynağı; **E:** Adapazarı-Maden suyu).

Figure 7: Distribution in Piper diagram of the thermal and/or mineral waters in provinces of Kırklareli, Edirne, Tekirdağ, İstanbul, Kocaeli.



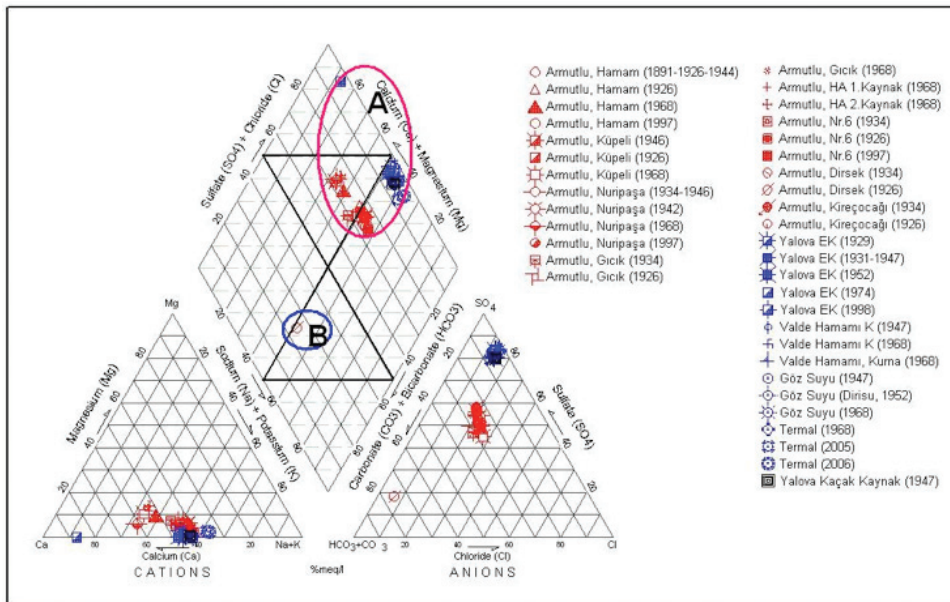
Şekil 8: Sakarya termal mineralli sularının Piper diyagramında dağılımı. (**A:** Ahibaba kaynakları, Gelinlyutan, Gıcık, Hamamdere, Bürmecidere, Taraklı kaynakları, Kuzuluk kaynakları, Geyve-Ilıcaköy; **B:** Kuzuluk K-11 (1989)).

Figure 8: Distribution in Piper diagram of the thermal and/or mineral waters in province of Sakarya.



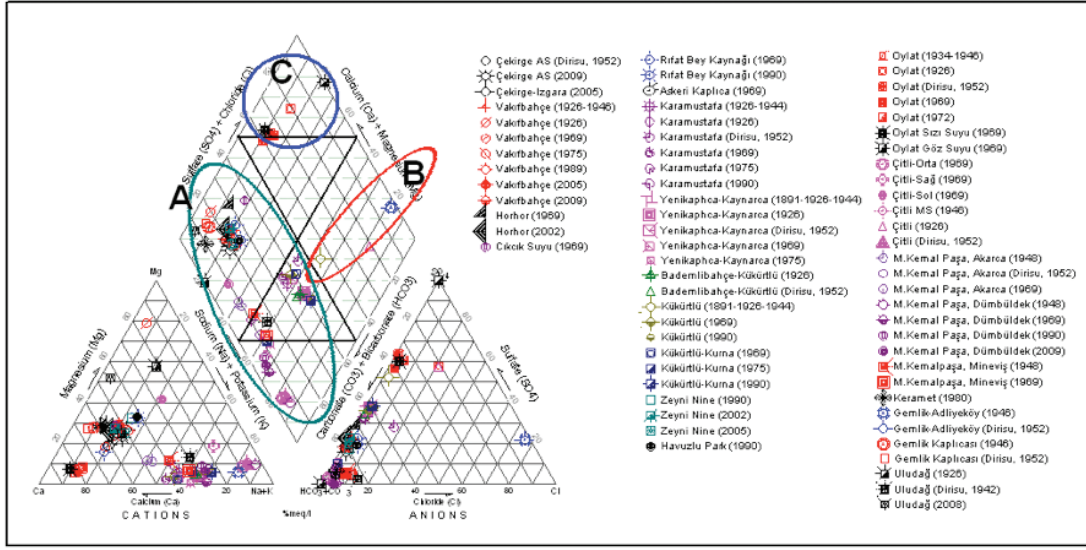
Şekil 9: Bilecik termal mineralli sularının Piper diyagramında dağılımı (**A**: Çaltılı ve Osmaneli kaynakları; **B**: İnönü Kaplıca kaynağı).

Figure 9: Distribution in Piper diagram of the thermal and/or mineral waters in province of Bilecik.

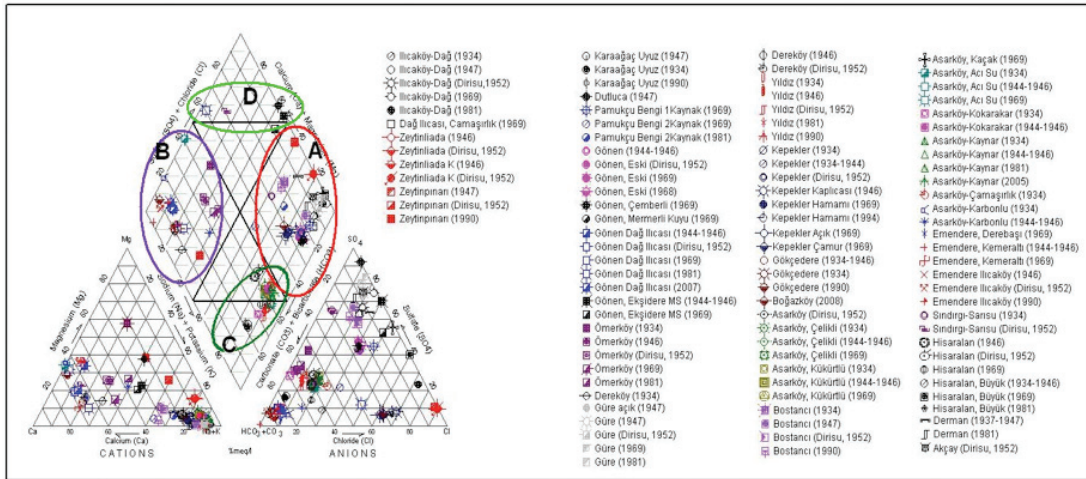


Şekil 10: Yalova termal mineralli sularının Piper diyagramında dağılımı (**A**: Armutlu, kaynakları, Yalova kaynakları; **B**: Armutlu Dirsek kaynağı (1926)).

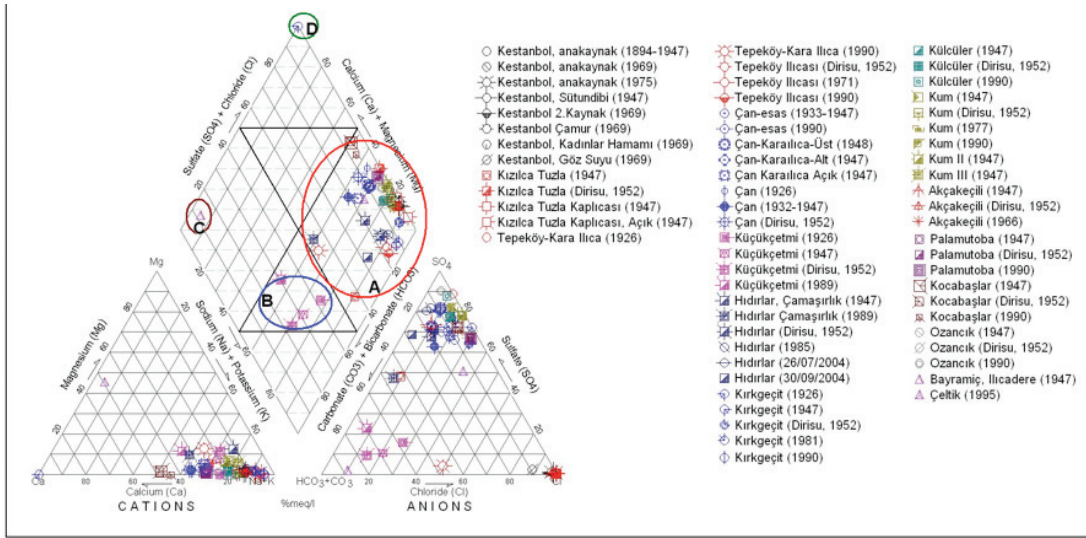
Figure 10: Distribution in Piper diagram of the thermal and/or mineral waters in province of Yalova.



Şekil 11: Bursa termal mineralli sularının Piper diyagramında dağılımı (**A:** Çekirge, Vakıfbahçe, Horhor, Cıkcık, Rıfat Bey, Karamustafa, Yenikaplıca, Bademlibahçe, Kükürtlü, Zeyni Nine, Oylat, Çitli, M.Kemal Paşa; **B:** Gemlik Adliyeköy (1946) ve Dirisu (1952), Çitli (1926), Kükürtlü (1891-1926-1944); **C:** Oylat (1926; Dirisu, 1952; 1969; 1972), Oylat Sızı ve Güz kaynakları, Uludağ).
Figure 11: Distribution in Piper diagram of the thermal and/or mineral waters in province of Bursa.



Şekil 12: Balıkesir termal mineralli sularının Piper diyagramında dağılımı (**A:** Zeytinpınarı (1990), Zeytinliada (Dirisu, 1952), Güre, Bostancı, Derman, Pamukçu-Bengi, Kepekler, Gökçedere; **B:** Emendere, Ömerköy, Asarköy-Karbonlu, Asarköy-Acısı (1934); **C:** Ilıcaköy-Dağ kaynağı, Hisaralan (1946), Asarköy, Yıldız, **D:** Gönen Dağ Ilıcısı (Dirisu, 1952), Dutluca (1947), Sındırgı-Sarısu (Dirisu, 1952) Gönen Ekşidere (1944-1946)).
Figure 12: Distribution in Piper diagram of the thermal and/or mineral waters in province of Balıkesir.



Şekil 13: Çanakkale termal mineralli sularının Piper diyagramında dağılımı (**A:**Kestanel, Kızılca, Tepeköy, Çan, Hıdırlar, Kırkgeçit, Kum, Akçakeçili, Palamutoba, Kocabaşlar, Ozancık, Çeltik, **B:** Küçükçetmi; **C:** Bayramiç-İlçadere; **D:** Kırkgeçit (1926)).

Figure 13: Distribution in Piper diagram of the thermal and/or mineral waters in province of Çanakkale.

Balıkesir ili sularının Piper diyagramında (Şekil 12) genel dağılımından 3 grupta (karbonat sertliği %50 den fazla, karbonat olmayan alkalitesi %50 den fazla ve iyonların hiçbiri %50'yi geçmeyen karışık sular) yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Bunların dışında Gönen Dağ Ilıcasi (1981), Ekşidere (1944-1946 ve 1969), Dutluca (1947), Sındırgı-Sarısu (1952) ve Ilıcaköy-Dağ (1934) karbonat olmayan sertliği %50 den fazla olan sular grubundadır. Gönen Ekşidere maden suyu (1969)'nun grubu ise iyonların hiçbirisinin %50'yi geçmediği, karışık sular (9 nolu alan)'dır.

Çanakkale ili sularının Piper diyagramında genel dağılımının $(Ca^{2+}+Mg^{2+}) < (Na^{+}+K^{+})$ (2 nolu alan) olduğu görülmektedir (Şekil 13). Sadece Bayramiç-İlçadere (1947) ile Kırkgeçit (1926)'te alkali elementler düşük iken diğerleri alkali elementleri $(Na+K)$ yüksek grubunda yer almaktadır. Katyon dağılımında Bayramiç-İlçadere (1947) kalsiyum-magnezyum, Kırkgeçit (1926) ise kalsiyum, diğerleri ise sodyum oranı yüksek grubundadır. Anyon dağılımının 3 grupta (sülfat, bikarbonat ve klorür) yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Ancak Çeltik

(1995) sülfat-klorür, Tepeköy-Karallica (1990) ile Küçükçetmi (1926) bikarbonat-klorür grubunda yer almıştır. Bununla birlikte sadece Kestanel ana kaynağı (1969) karbonat olmayan sertliği %50'den fazla olan sular (6 nolu alan) grubundadır.

Radyoaktivite Özelliğinin Değerlendirilmesi

Yeraltı suları veya yerin derinliklerinden gelen sular içerisinden geçtikleri kayalarındaki radyoaktif maddelerin etkisiyle radyoaktif özellik kazandılarından, doğada mevcut radyoaktivite seviyelerinin incelenmesi ile de çevre ve durum değerlendirmesi konusunda çok önemli bulgular elde edilir (Şahin, 2000; Tuğrul vd., 2001).

Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularında Rn^{222} dağılımı (Şekil 14) incelendiğinde genel dağılım 0-50 Becquerel/l aralığında olduğu görülür. Bölgedeki kaynakların %10'unda >100 Becquerel/l olan sular Yalova (Yalova-esas kaynak), Bursa (Çekirge, Vakıfbahçe, Askeri Kaplıca, Karamustafa), Balıkesir (Ekşidere Gençlik suyu, Ömerköy, Kepekler ılıca ve kaplıcaları, Emendere-

Kemeraltı), Çanakkale (Kestanbol, Çan-Karalıca ve Akçakeçili)'de bulunmaktadır. En düşük Ekşidere madensuyu'nda (0.1 Becquerel/l), en yüksek Kepkeler Hamamı'nda (405.7 Becquerel/l)'dir.

1932-1975 arasında bölgedeki termal ve/veya mineralli suların toplam alfa aktivitelerinin 0.02664 ± 0.09 (Güre)- 23.24377 ± 35.55 (Kestanbol) Becquerel/l arasında, toplam beta aktivitelerinin ise 0.11766 ± 1.00 (Ekşidere-Dağ Iıcası)- 32.48526 ± 27.41 (Kestanbol) Becquerel/l arasında değiştiği görülür. Sayım değeri olarak toplam beta ve toplam alfa radyoaktivite seviyelerinin arasındaki benzerlikten bahsedilebilir. Toplam beta sayımlarının, toplam alfa sayımlarından fazla/eksik olmasının yer kabuğu ile temasta olan deniz suyundan ileri geldiği bu özelliğin beklenti doğrultusunda olduğu söylenebilir. Ayrıca mukayeseli değerlendirme açısından toplam bağıl alfa ve toplam bağıl beta sayımları (Şekil 15) birlikte değerlendirildiğinde, bağıl değerlendirme olarak toplam alfa ile toplam bağıl beta radyoaktivite seviyelerinin değişiminin paralellik gösterdiği gözlenmektedir.

Kestanbol kaplıcalarının toplam bağıl beta sayımlarının paralellik gösterirken daha yüksek olması fark olarak değerlendirilir ve derin özellikli sular olduğu düşünülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bölgede bulunan 153 termal ve/veya mineralli su kaynakları ile ilgili fiziksel ve kimyasal hatta radyoaktif bulguların tarihsel süreçteki değişimi çeşitli yöntemlerle değerlendirilmiştir. Genellikle vadoz/karışık kökenli olan bu sulara fiziksel (Debi (l/s), EC (mS/cm), pH, T°C) ve kimyasal içeriğinin (TDS (mg/l), CO₂ (mg/l), major anyon ve katyonlar (mg/l), bazı eser elementler (mg/l), radyoaktif elementler) değiştiği, bununla birlikte bazı kaynakların kaybolduğu gibi yeni kaynakların da oluştuğu literatür bilgisinde yer almıştır. Kaynakların çoğu termal ve/veya mineralli ve akrototermal sular sınıfında yer almaktadır. Ağırlıklı olarak Sodyumlu (Na),

Kalsiyumlu (Ca), Bikarbonatlı (HCO₃) ve Klorürlü (Cl) kaynaklar olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 3). Bölgedeki termal mineralli su kaynaklarının çoğunluğunun ise 10000 mg/l nin altında bulunduğu görülmektedir (EK).

KAFZ boyunca meydana gelen aktif sismisite nedeniyle deprem oluşturan kırıklar üzerinde/yakınında bulunan Adapazarı, İzmit ve Yalova hattında Yalova Termal ve Sakarya-Akyazı-Kuzuluk'taki kaynakların içeriğinde bazı değişikliklere rastlanmıştır. Hipertermal ve hipertonic, bikarbonatlı, klorürlü özellikteki bu mevcut termal su kaynaklarının bir kısmının kaybolması, bir kısmının da debisindeki azalmanın 1967 yılında bölgede meydana gelen deprem sonucunda geliştiği çeşitli kaynaklarda ileri sürülmüştür (Şentürk ve Demirel, 1987; Demirel, 1987; Demirel ve Şentürk, 1988; Imbach ve Greber, 1990). Bununla birlikte İstanbul Tuzla içmelerinde olduğu gibi havzanın kıyıda yer alması ve deniz düzeyindeki kaynakların, kimyasal bileşimlerinin değerlendirilmesi ile EC değerlerinde görülen mevsimsel artış, deniz suyu girişiminin, varlığının belirleyicisi olmuştur. Kaynakların kimyasal bileşimleriyle, suların karışım oranının % 3-12 arasında değiştiği bulunmuştur (Barut ve Eroskay, 1995; 1997).

Günümüz Türkiye Cumhuriyeti sınırları dışında da kalsa, Marmara Bölgesi'ndeki bazı termal suların Cumhuriyet öncesi dönemde özellikle sosyal ve tıbbi anlamda önem taşıdığı literatür çalışmalarından anlaşılmıştır (Hirschfeld ve Pichler, 1875; Gökçe, 2005). Ancak, bu termal mineralli su kaynaklarından bazısının azaldığı, kaybolduğu ya da niceliğinin değiştiği anlaşılmaktadır. Bu kapsam içinde değerlendirildiğinde jeotermal sistemlerin yeraltı ortamlarındaki durumunda bölgenin hidrojeolojisi, sismik aktivitesi gibi koşulların da dikkate alınması ve dolaylı da olsa Trakya'da bulunan termal mineralli sularının tarihsel bilgilerinden yararlanılması gerekliliği kaçınılmazdır.

Bazı termal mineralli suların azaldığı, kaybol-

duğu ya da niceliğinin değiştiğinin ortaya konulmasında jeotermal sistemlerin yeraltı ortamlarındaki durumu, bölgenin hidrojeolojisi, sismik aktivitesi ile birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. 3 ve 4 nolu (Şekil 1) termal mineralli suların gelmiş olabileceği sistemler düşünüldüğünde çevrede bulunan diğer termal kaynakların da açıklanması anlamlı olacaktır. Bu kapsamda günümüz Türkiye Cumhuriyeti sınırları içinde yer almasa da 19. yüzyılda Osmanlı toprakları içinde bulunan dönemin özellikle sosyal ve tıbbi anlamda önem taşıyan Dedeoğaç Semadirek Adası'nda kükürtlü bir ılıca ile Fere Ilıcısı'nın sıcaklığının bilinmediği, ancak kimyasal içeriğinde NaCl, KCl, CaCl, MgSO₄, CaSO₄, NaC₇H₅O₃ (sodyum salisilat), NaHCO₃, FeO₂ ve eser miktarda KI ile KBr bulunduğu belirtilmektedir (İsimsiz, 1907).

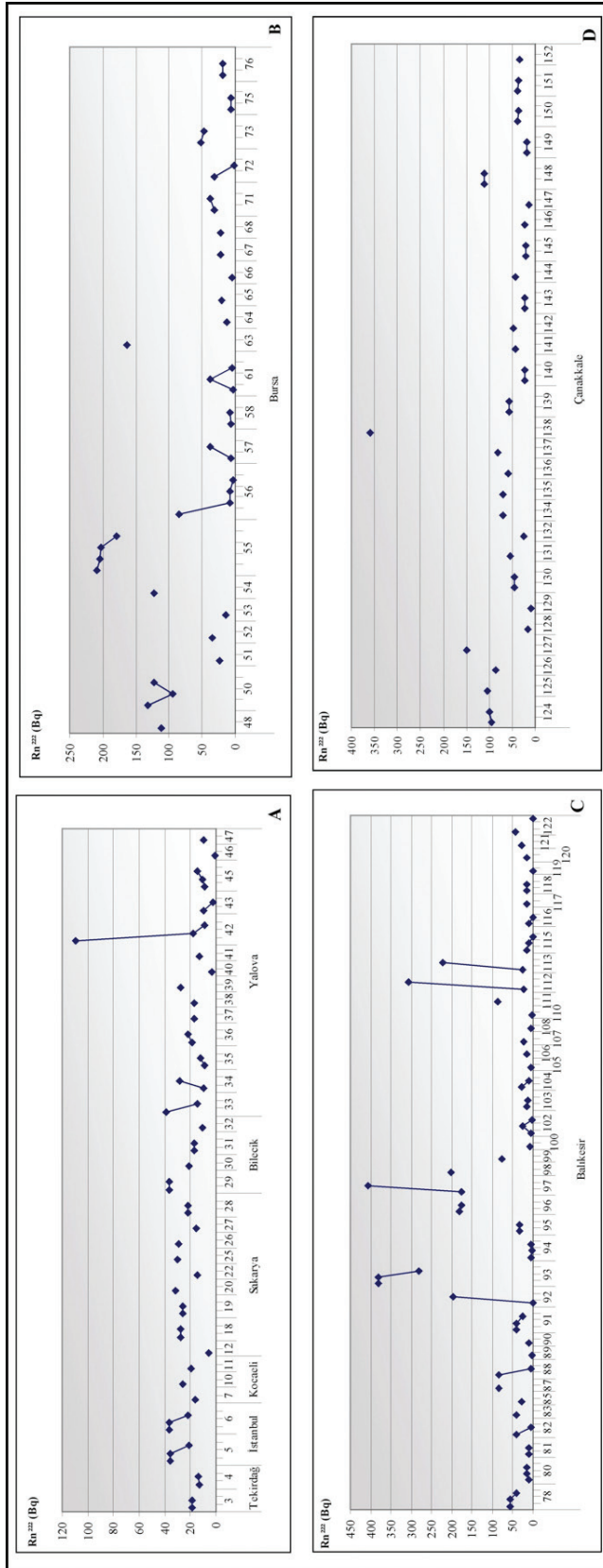
(Özey, 2002) çalışmasında "bir nahiye suretinde idare olunan Semadirek adasında gayet zengin isimli kurşun damarlarının yer aldığı ve burada romatizma hastalığına şifa veren bir ılıca ile Dedeoğaç yakınlarında cilt hastalığına faydalı iki maden suyu kaynağının bulunduğu" belirtilmiştir. Yine Gümülçine'de 43°C, demir, kükürt ve magnezyum içerikli bir ılıca ve 35-50°C arası sıcaklığında kalsiyumlu 4 kaynaktan çıkan diğer bir ılıcadan bahsedilmektedir. Günümüzde Türkiye Cumhuriyeti toprakları dışında yer alan İskeçe'de de 35-40°C bulunmuş olan ve kıyıda 3 kaynağın yer aldığı Çil kaynaklarının içeriğinin de NaCl: 5.784-3.611 gr; MgCl: 0.022-0.014 gr; CaSO₄: 0.016- 0.012 gr; CaCl: 0.145-0.084 gr; CaCO₃: 0.585-0.231 gr arasında bulunmuştur (İsimsiz, 1907).

Bir zamanlar sultanların tedavi ve rehabilitasyon amacı ile tercih ettiği söz konusu bu ılıcalar, günümüzde restore edilmediği gibi geleneksel ve ampirik kullanımı gerçekleşmediğinden zamanın tahribatına uğramış ve suları da çekilmiştir (Halaçoğlu, 1996; 2008).

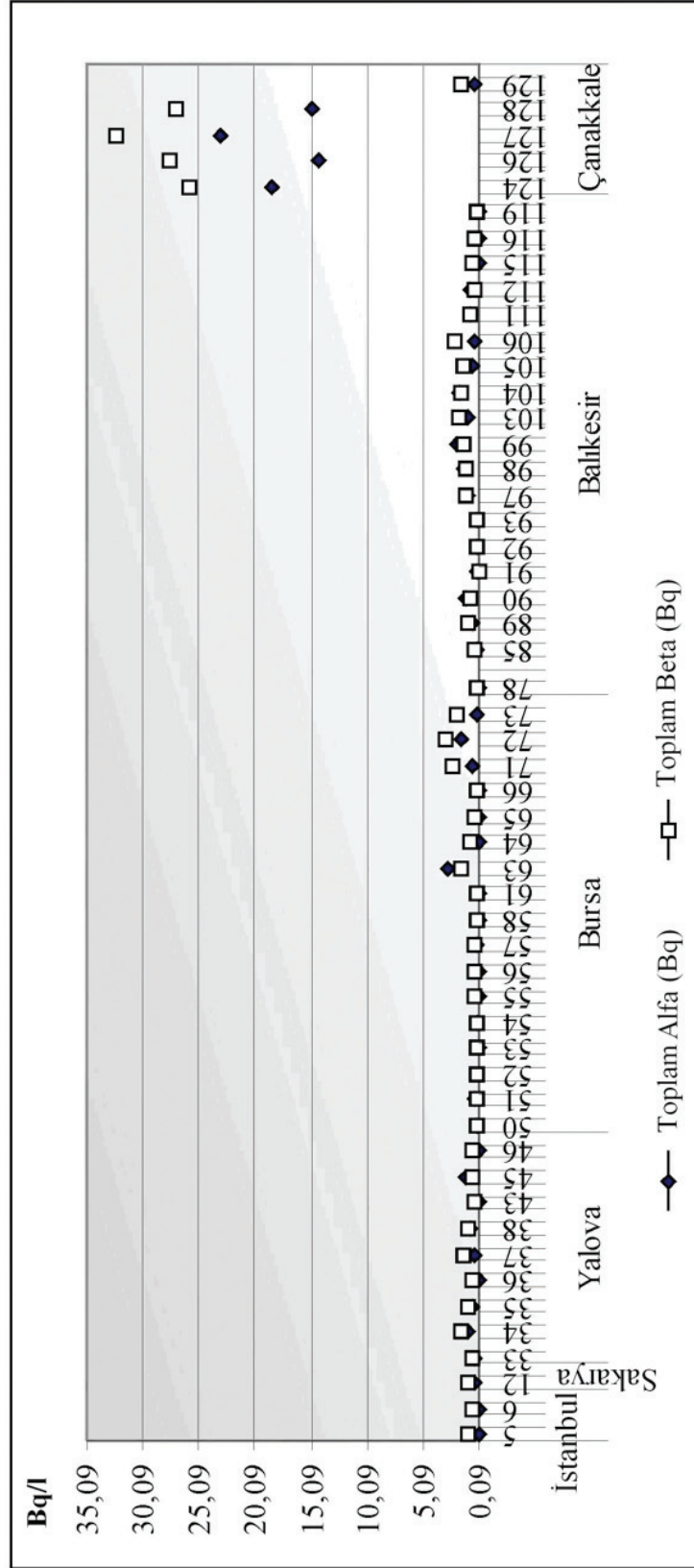
1932-2004 yılları arasındaki kimyasal kompozisyonları değerlendirildiğinde TDS değerlerinin dağılımından (EK, Şekil 16) yine Çanakkale kap-

lıcılarında 20000 mg/l'nin üzerinde (Şekil 20 d) iken bölgedeki termal mineralli su kaynaklarının çoğunluğunun ise 10000 mg/l'nin altında (Şekil 16 a, b ve c) bulunduğu görülmektedir.

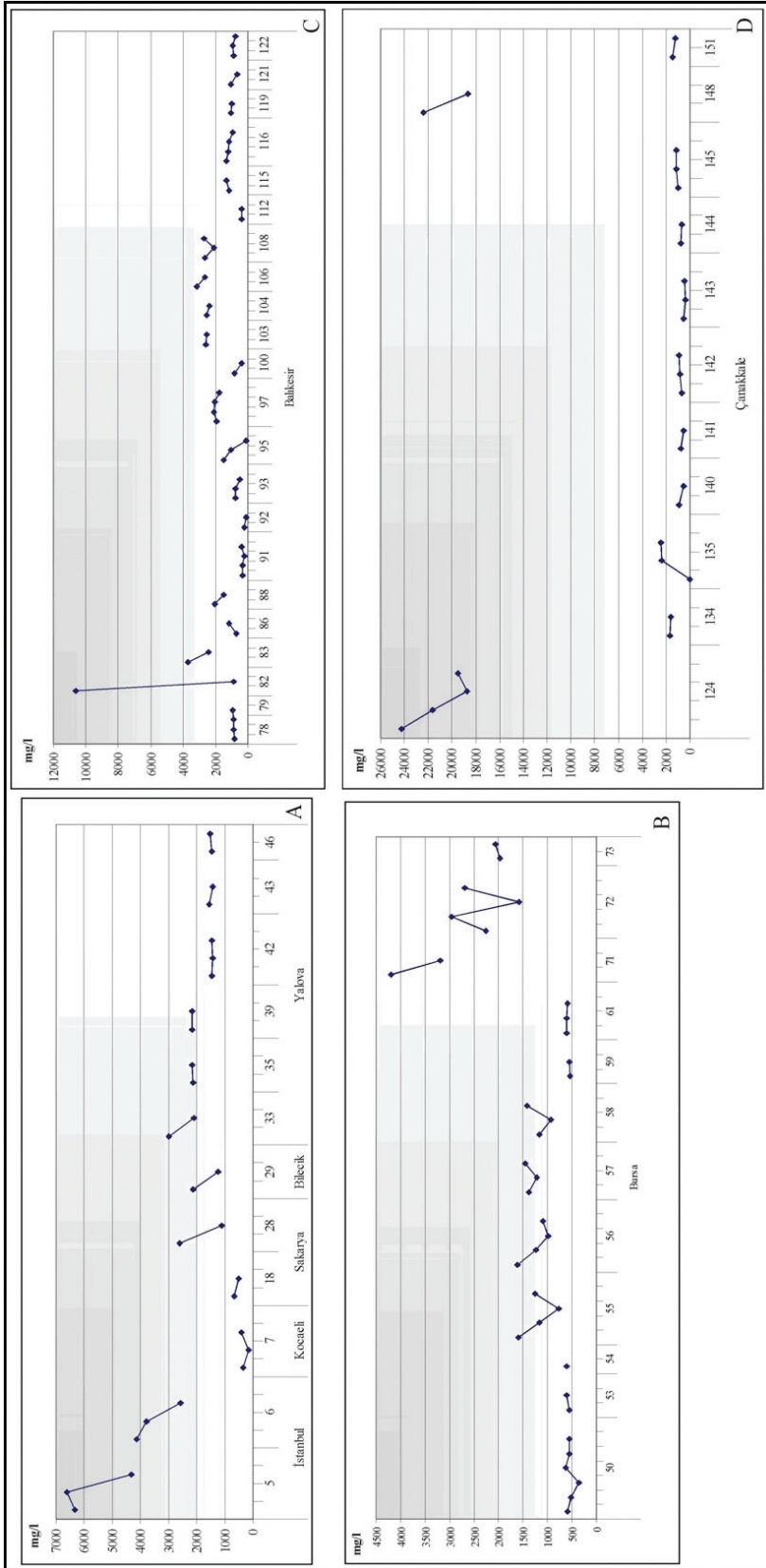
Bölgede banyo ve içmeler için eşik değer üzerinde serbest CO₂ içeren Adapazarı, Geyve-Taraklı Acısu, Kuzuluk, İnegöl, M. Kemalpaşa, Akarca ve Mineviş maden sularıdır (Şekil 17 a). Bölgede eşik değeri aşan demirli su sınıfında tek bir kaynak (Oylat Göz suyu) bulunmaktadır (EK, Şekil 18 b). Hıdırlar ve Güre kaplıcaları Na-Ca-SO₄-Cl-F'lü termal sularıdır. Edremit-Güre ile Çanakkale-Hıdırlar'da Florür'ün 1 mg/l'nin üzerindedir ve florür konsantrasyonu 0.06 (Çitli sol)-10 mg/l (Kum Ilıcısı) arasında değişmektedir (Şekil 18 c).



Şekil 14: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularının Rn^{222} (Bq/l) değişimi.
Figure 14: The variation of Rn^{222} (Bq/l) in thermal and/or mineral waters at the Marmara Region.

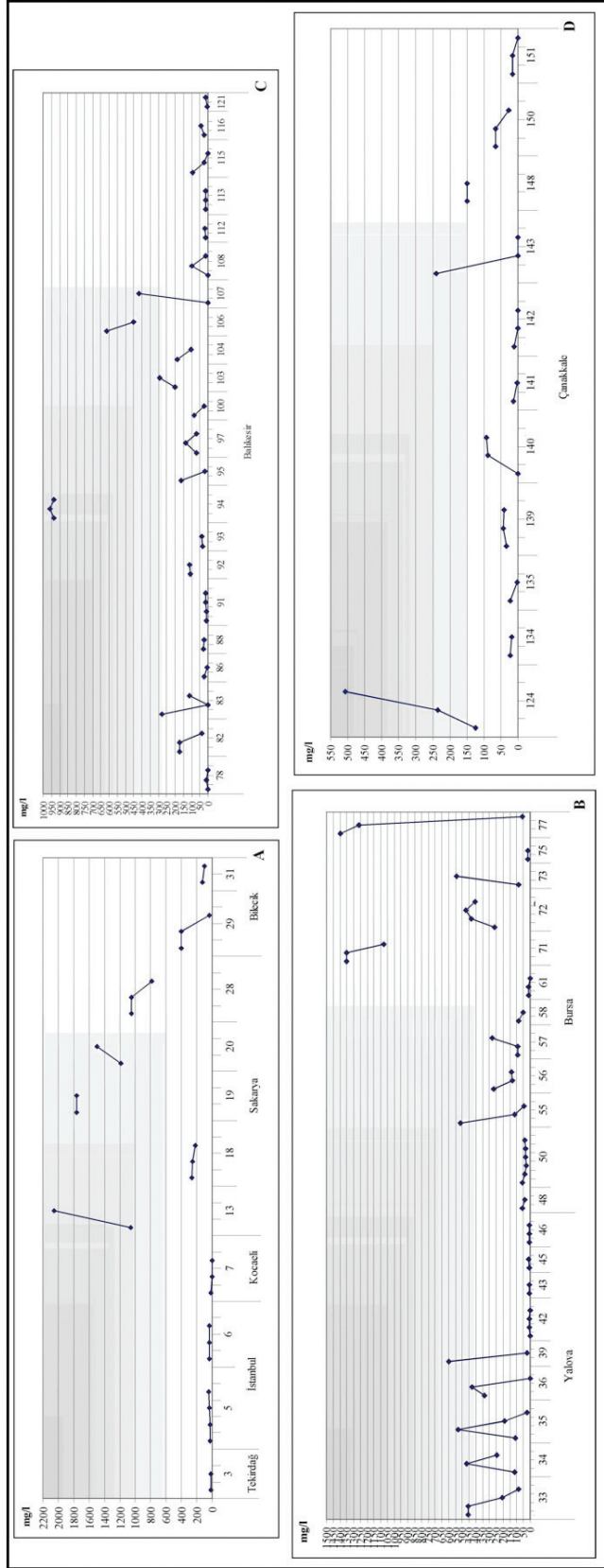


Şekil 15: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularının mukayeseli değerlendirme açısından toplam bağıl alfa ve toplam bağıl beta dağılımı.
 Figure 15: Distribution relative comparative evaluation of in terms total alpha and total beta of thermal and / or mineral waters in the Marmara Region.



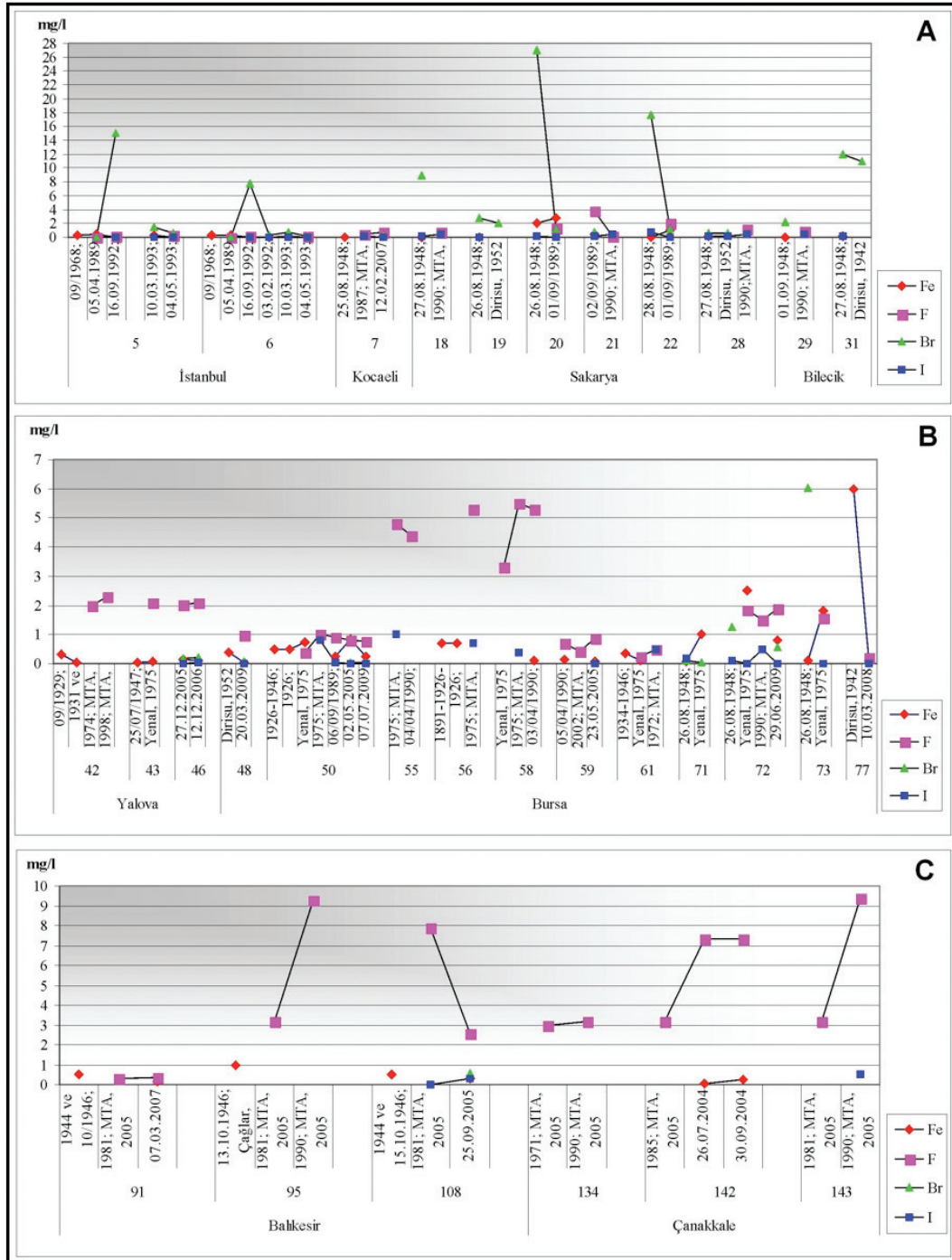
Şekil 16. Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularının toplam mineralizasyon (mg/l) değerinin değişimi (1932-2005 yılları arasında çeşitli tarihlerdeki ölçümler).

Figure 16: The variation of total mineralization (mg/l) values in thermal and / or mineral waters at the Marmara Region (The measurements in various dates between 1932-2005).



Şekil 17: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularının CO₂ (mg/l) değişimi (1932-2005 yılları arasında çeşitli tarihlerdeki ölçümler).

Figure 17: The variation of CO₂ (mg/l) values in thermal and / or mineral waters at the Marmara Region (The measurements in various dates between 1932-2005).



Şekil 18: Marmara Bölgesi sıcak ve/veya mineralli sularında Fe, F, Br ve I (mg/l) değişimi (1932-2005 yılları arasında çeşitli tarihlerdeki ölçümler).

Figure 18: The variation of Fe, F, Br ve I (mg/l) values in thermal and / or mineral waters at the Marmara Region (The measurements in various dates between 1932-2005).

Bölgede 1gr/l üzerinde NaCl içeren 41 adet tuzlu su kaynağı bulunmaktadır. Sodyum klorür miktarı 1 gr/l civarında olan sular idrar yolları kronik infeksiyonlarında içme kürü olarak kullanılmaktadır (Hildebrandt ve Gutenbrunner, 1998). İstanbul Tuzla içmeleri, Adapazarı madensuyu, Kuzuluk kaplıca ve maden suları, Osmaneli, Çitli kaplıca ve kaynakları, Adliyeköy içmeleri, Armutalan, Zeytinliada kaplıca ve içmeleri, Zeytinpınarı, Karaağaç, Kepekler kaplıca ve kaynakları, Boğazköy, Asarköy kaynakları, Kestanbol kaplıca ve kaynakları, Kızılcı Tuzla kaplıca ve kaynakları, Akçakeçili ılıcaları tuzlu sular sınıfında yer almaktadır. Uygun sıcaklıklara kadar soğutulmuş romatizmal iltihabi olayları azaltıcı etkileri nedeniyle tam ve kısmi banyolar şeklinde (Yüzbaşıoğlu, 2002 a), içme kürleri şeklinde kullanımı ise soğutulmuş; iştahın düzenlenmesi, mide ve ince barsakların fonksiyonel bozuklukları, yaşlılıkta sıvı ve elektrolit yetersizliğinde, gut ve diabette (destekleyici olarak) ve ortostatik dolaşım bozukluklarında kullanılırlar (Erdoğan-Sevin vd., 2008). Yine bu tuzlu suların, ısıtılarak aynı zamanda başta psöriasis (sedef hastalığı) olmak üzere atopik dermatit, seboroik dermatit ve akne gibi deri hastalıklarının tedavisinde banyo şeklinde yararlanılmaktadır (Gutenbrunner vd., 1997; Halevy vd., 1997; Halevy ve Sukenik, 1998; Sukenik vd., 1999).

Kimyasal kompozisyonları yönünden bölgedeki suların egemen olan anyon bikarbonat, katyon ise sodyumdur. Bu nedenle incelenen sular, genel olarak bikarbonatlı suların kullanım alanı olan gastrointestinal (mide barsak sistemi) sistemin fonksiyonel hastalıklarında, ülserlerde, üriner sistemin (idrar yolları ve böbrek) kronik enfeksiyonlarında, üriner (idrar yolu) taşların (ürik asit, sistin taşları) önlenmesi (profilaksi), taş kırma (lipotripsi) sonrasında ve ameliyat sonrası (postoperatif) durumlarda, içme kürleri halinde kullanılmaktadır (Bertoni vd., 2002).

Bölgede yer alan 57 adet florürlü su kaynağının kullanımı sonucunda beslenmeye bağlı florür eksiklikleri ve diş çürükleri profilaksisi yaygındır. Yine, uzun süreli içilmeleri durumunda özellikle çocukların florozis hastalığı konusunda uyarılması gerekmektedir. Bununla birlikte şişelenerek kullanımında ise etiket bilgilerinde uyarı yer almalıdır

(Yüzbaşıoğlu, 2002 b; McDonagh vd., 2000) .

Bu termal mineralli suların birçoğunun kaybolduğu, günümüzde mevcut bulunanların da sıcaklıklarının düştüğü dikkate alındığında, bölgenin hidrojeolojisi ile yapısal özelliklerinin etkin olduğu düşünülmektedir. Tarihsel süreçte meydana gelen değişimde bölgenin yoğun sismisitesi sonucunda meydana gelen aktif tektonik olaylar ile birlikte deniz suyu girişimi de etkindir.

Ülkemizde özellikle son yıllarda yoğun göç hareketlerinden etkilenen bölgedeki yerleşim ve sanayi merkezlerinin giderek arttığı olumsuz çevre koşulları sonucunda, ekolojik dengenin değişeceği ve mineralli su kaynaklarının nicelik ve niteliğinin de etkileyeceği yadsınmaz.

Termal mineralli su kaynaklarının değişiminin ayrıntılı olarak niceliği ve niteliğinin değerlendirilmesi için kimliği etkilenmiş olan suyun kaynak başında/alanında dönemsel(hidrojeolojik, hidro-kimyasal) analizler ve ölçümler yapılarak izlenmesi gereklidir. Elde edilecek bulgular ile suyun neden?, niçin? ve nasıl? etkilendiği incelenerek değişimler açıklanabilir. Bu tür ayrıntılı incelemeler ise seçilecek lokal bir termal alanda uygulandığında anlamlı sonuçlar elde edilebilecektir.

SUMMARY

From ancient times to present it's been imposed on benefits of the thermomineral waters; such as spiritual, cleanup, resting, and healing, as it were confirmed in archaeological finds. In some civilizations like Aztecs, it's believed out that these sources were holy and miracle because of healing effects. In fact, extensive usages of the traditional thermal spring treatment by reason of there are many thermal springs in Anatolia depends on the Alpine-Himalayan geothermal zone where our country takes place on too. There are many thermomineral sources, fumaroles and mineralization in Turkey due to location in Alpine-Himalayan belt. Once more sources are used for treatment and recreation countries where take place in this zone like middle, East and South Europe, in Asia; China, Japan, Turkish Republics in Middle Asia and in North Africa; Morocco, Tunisia, Algeria.

In Marmara region there are thermomineral sources like İstanbul (Tuzla), Kocaeli (Derbent, Maşukiye), Sakarya (Kuzuluk, Kuzuluk Maden, Akyazı), Yalova (Yalova Termal, Armutlu), Bilecik (İnönü, Çaltı ve Osmaneli thermal springs), Bursa (Çekirge, Gemlik, Dümbüldek, Oylat, M.Kemalpaşa), Balıkesir (Bataklar, Gönen, Dağ Thermal, Hisaralan, Kızıkköy, Pamukçu, Yeniköy, Yıldız) and Çanakkale (Bardakçılar, Çan, Hıdırlar, Karalıca, Kırkgeçit, Kocabaşlar, Külcüler, Kestanbolu, Ozancık, Tuzla ve Güre) for traditional and empirical usage. Otherwise there take place some hot springs under 20°C such as; Akarca (Bursa), Aşağı Palamutlu (Çanakkale), Tuzla Büyük ve Küçük İçmeleri (İstanbul), Çitli (Bursa), Ekşidere, İhcaköy ve Ömerköy (Balıkesir), Kuzuluk (Akyazı), Kirazlı (Merkez-Çanakkale) (Çağlar, 1970; Yenil vd., 1975; MTA, 1981, 2005).

In historical process for different causes many researches about hydrogeology, hot water sources and usage of them were made by (İsimsiz, 1907; Celalyan, 1932; Sgheller, 1940; Reman, 1942; Pınar, 1943; Ungan, 1949; Dirisu, 1952; Çağlar, 1970; Avşaroğlu, 1968; Erentöz ve Ternek, 1968; Yenil vd., 1975; Hakdiyen vd., 1976; Özbey, 1979; Başkan ve Canik, 1983; MTA, 1981 ve 2005; Mützenberg, 1990; Greber, 1992; Eisenlohr, 1995; Pehlivan ve Yılmaz 1995; Schindler ve Phister, 1997; Vengosh, 2002; Kanli, 2007).

In our study physical, chemical and even radioactive findings in historical of 153 hot or mineral water were evaluated by various methods. It is found out that some of the sources, that are mixed origin, were disappeared and some of them were occurred in time. In consequence of estimations in marmara region thermal sources it's noticed that fifteen of them rich in CO₂, another fifteen of them rich in Br and only one of them, Oylat Eye Water, rich in Fe.

It's discovered that the composition of the sources in Adapazarı, Izmit and Yalova; Yalova Thermal, Sakarya-Akyazı-Kuzuluk which are on/by fractures that are product of NAFZ have changed. In addition to this, reasons like the basin takes place at shore, evaluating chemical composition of the sources at sea level and increase in EC values have been

a proof of seawater intrusion. It's pointed out that chemical composition and mixture rate of the waters change between 3-12%.

As a result; active tectonic events in historic period, intrusion of seawater and the changes in ecologic balance due to increasing negative environment conditions cause the variance on qualification and quantity of mineral water sources.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, İ.Ü. Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı'nda 1999-2002 yılları arasındaki su kimyası analizlerini yapmış olan Msc.Kim.Müh. Ender Başak ve Sağlık Teknikeri Recai Koç'a teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akkuş, İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A., Tekin, Z., 2005,** Jeotermal Kaynaklar Envanteri. MTA Genel Müdürlüğü, Envanter Serisi-201, Ankara, 849s.
- Avşaroğlu, M., 1968,** Türkiye Kaplıcaları ve İçmeleri Kılavuzu, Güneş Matbaacılık, Ankara, 144s.
- Barut İ.F., 1993,** İstanbul Tuzla İçmelerinin Hidrojeoloji İncelemesi. İstanbul Üniv.Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Jeoloji Yüksek Lisans Tezi, 138s. (yayınlanmamış)
- Barut İ.F., Eroskay S.O., 1995,** 1942-1993 Yılları Arasında İstanbul Tuzla İçmelerinin Fiziko-kimyasal Özelliklerinin Değişimi. III. Ulusal Balneoloji Kongresi (5 Mayıs 1995) Pamukkale. Kongreler Özet Kitabı, s.43.
- Barut İ.F., Eroskay S.O., 1997.** Kıyı Akiferlerinde Deniz Suyu İntrüzyonuna Bir Örnek: İstanbul Tuzla İçmeleri. Geosound (Çukurova Üniv. Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20.Yıl Sempozyumu Özel Sayısı), 30 (1), 59-73, Adana.
- Başkan, E. M., Canik, B., 1983,** Türkiye sıcak ve mineralli sular haritası, Ege Bölgesi, MTA Yayını, No: 189, 80s, Ankara
- Bernard, A. C., 1842,** Bursa Kaplıcaları, İstanbul, 1948, türkçe; Paris 1842 (fransızca).
- Bernard A.C., 1849,** Kaplıca risalesi, Mektebi Tıbbiye Tabihanesi, İstanbul, 1265 [1849], (Türkçesi: Bursa Banyoları, R.R.Yücer), Bursa

- Sergisi Sayı: 1-10, Bursa 1325/1927, 60s.
- Bertoni, M., Olivieri, F., Manghetti, M., Bocolini, E., Bellomini, M.G., Blandizzi, C., Bonino, F., Del Tacca, M., 2002**, Effects of a bicarbonate- alkaline mineral water on gastric functions and functional dyspepsia: a preclinical and clinical study, *Pharmacol Res.* (2002 Dec), 46(6), 525-531. PMID: 12457626
- Bursa Vilayeti Sâlnameleri, 1927**, Bursa.
- Celalyan, O., 1932**, Tıp Fakültesi Eczacı Şubesinde Tedris Olunan Hidroloji, Birinci Tab'ı, Şirketi Mürettibiye Matbaası, 360s.
- Croutier, A.L., 1992**, Taking the waters:spirit, art, sensuality. New York:Abbeville Publishing Group. 224s, (ISBN: 1558592199 / 1-55859-219-9).
- Çağlar, K. O., 1947**, Türkiye Maden Suları ve Kaplıcaları, Fasikül 1, MTA Yayınlarından, Seri B, No.11, 96s., Ankara.
- Çağlar, K. O., 1970**, Türkiye Maden Suları ve Kaplıcaları, No: 1, MTA Yayınlarından, 791s, Ankara.
- Çakalgöz, S., 2009**, Antik dönemlerde sıcak su kaynaklarının kullanımı, Sempozyum Bildirileri - www.izmir-dikili.bel.tr
- Demirel, Z., 1987**, Sakarya Akyazı Kuzuluk Sıcak-su Sondajları Korunma Alanları Etüdü, MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüd ve arama Dairesi Rapor No., Ankara.
- Demirel, Z., Şentürk, N., 1988**, Sakarya Akyazı Kuzuluk Kaplıcası Hidrojeoloji İncelemesi, 42. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, Ankara (özet).
- de Vierville, J.P., 2000**, "Water is life". *Massage&Bodywork Magazine*. February/March, 13.
- Dirisu, N.Ş., 1952**, İdroloji (İçme Ve Kaplıca Tedavisi), Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınlarından No: 28, Akın Matbaası-Ankara, 594s.
- EC-80/778 (1980)**, EK-2. Avrupa Topluluğu Su Kalitesi Yönetmeliği, 21s.
- Eisenlohr, T., 1995**, Die Thermalwasser der Armutlu-Halbinsel (NW Türkei) und deren Beziehung zu Geologie und aktiver Tektonik. Dissertation, ETH-Zurich, Nr. 11340, 165p.
- Erdoğan-Sevin, N., Gürdal, H., Afsin, M., Oruç, Ö., 2008**, Orta Anadolu Termomineral Sularının İnsan Sağlığına Etkileri Yönünden Değerlendirilmesi. Aksaray Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü Su-Enerji-Sağlık Sempozyumu (20-23 Ekim 2008 Aksaray) Bildiri Özleri, s.86.
- Erentöz, G., Ternek, Z., 1968**, Türkiye'de termomineral kaynaklar ve jeotermik enerji etütleri, *MTA Dergisi*, Sayı:70, 1-57, Ankara
- Erer, S., 2004**, Bursa Kükürtlü Kaplıcalarının Tarihsel Gelişimi ve Türk Tıp Tarihi Açısından Önemi, *Tıp Etiği-Tarihi-Hukuku Dergisi*, 12(3): 189-195.
- Erer, S., Erdemir, D.A., 2004**, Bursa Karamustafa Kaplıcasının Türk Tıp Tarihindeki Yeri ve Geleneksel Önemi, *Türkiye Klinikleri Tıp Etiği-Hukuku-Tarihi Dergisi*, 12(1):44-50.
- Giray, S., 1950**, Bursa Kaplıcaları Şifalı Suları ile Tedavi, İstanbul.
- Greber, E., 1992**, Das Geothermalfeld von Kuzuluk / Adapazarı (NW - Türkei) - Geologie, active Tektonik, Hydrogeologie, Hydrochemie, Gase und Isotope. Ph.D. thesis, ETH-Z, unpubl., 213 pp.
- Gökçe, N., 2005**, Edirne Vilayet Sâlnamelerine Göre Osmanlılar Döneminde Edirne'nin Sıcak Su ile Tedavi Merkezleri, *Derleme, Trakya Üniv. Tıp Fakültesi Dergisi*, 22(2),110-116.
- Guinot, V., 1894**, La Turquie d'Asie, Paris 1891/1894. 4 Büyük Cilt. IV.kitap, Fasikül 7.
- Gutenbrunner, C., Hildebrandt, H. D., Schaff, P., Gehrke, A., 1997**, Untersuchungen über Wirkung und Wirksamkeit funktioneller Kniebandagen bei Chondropathia patellae und Gonarthrosen. *Orthop. Praxis* 33, 52-58
- Hakdiyen, İ., Gülensoy, H., Gökmen, S., 1976**, Sakarya Bölgesi Şifalı Kaynak Sularının İncelenmesi, *Kimya ve Sanayi Dergisi*, 24 (106), Ayrı Baskı.
- Halevy, S, Giryes, H, Friger, M, Sukenik S., 1997**, Dead sea bath salt for the treatment of psoriasis vulgaris: a double-blind controlled study. *J Eur Acad Dermatol*, 9: 237-242.
- Halevy S, and Sukenik, S., 1998**, Different modalities of spa therapy for skin diseases at the Dead sea area. *Arch Dermatol*. 134: 1416-1420.

- Halaçoğlu, Y. 1996**, Türk Tarih Kurumu ve Balkan Araştırmaları”, Tarihte ve Güney-Doğu Avrupa: Balkanolojinin Dünü, Bugünü ve Sorunları Uluslararası Sempozyumu, Ankara, 13-14 Kasım 1996.
- Halaçoğlu, Y. 2008**, Balkanlar’da Kültürel Soykırım Devam Ediyor. www.samsunmubadele.org.tr/duyuruarsivi.asp, sf.428.
- Harless, Chr.Fr., 1846**, Die Heilquellen und Kurbaeder, 2 Volume, Berlin.
- Hildebrandt, G., Gutenbrunner C., 1998**, Die Kur-Kurverlauf, Kureffekt und Kurerfolg. In: Gutenbrunner C, Hildebrandt G, eds. Handbuch der Balneologie and medizinischen Klimatologie. Berlin: Springer,:85–186.
<http://www.espa-ehv.com/>
http://www.unitconversion.org/unit_converter/electric-conductance.html
<http://www.translatorscafe.com/cafe/units-converter/radiation--activity/c/>; Online Unit Converters. Radiology Converters. (Radiation - Activity Converter)
- Hirschfeld, J. und Pichler W., 1875**, Die Bäder Quellen Und Curofte Europa’s. Zwei Bande, Veelag Von Ferdinand Enke Stuttgart. Zs.1214.
- Imbach, T., Greber, E., 1990**, Conference on Two Geothermal Areas: Bursa and Akyazı/Sakarya, Preliminary results by Thomas Imbach and Emil Greber Ingenieurgeologie ETH Zürich in collaboration with ITU, İstanbul, April/10/1990.
- Imbach, T., 1992**, Thermalwasser von Bursa. Geologische und hydrogeologische Untersuchungen am Berg Uludağ (NW-Türkei) Diss. ETH Nr. 9988, 178 pp.
- İsimsiz, 1907**, Türkiye maden suları ve ılıcaları hakkında ihşai malûmat. MTA Data Bankası Servisi, MTA Derleme Rapor No. 375. 65sf.
- Kandes, V.I., 2006**, Bursa, (Çev.Dimitri Demirci, I. Kelağa Ahmet), Ankara.
- Kanlı, A.İ., 2007**, Ülkemizin Jeotermal potansiyelinin rezervuar sıcaklıkları ve ısı akısı değerleri açısından değerlendirilmesi, TMMOB Jeotermal Kongresi, 21-24 Kasım 2007, Ankara, Bildiriler Kitabı, 249-254.
- Kaplanoğlu, R., Elbas, A., 2007**, Çekirge Kaplıca Hamamları, Bursa, (Les hammams des eaux thermales de Çekirge), (BURSAV Bursa. Araştırmaları Vakfı).(http://www.revues-plurielles.org/_uploads/pdf/12/112/112raif.pdf)
- Kurtman, F., and Şamilgil, E., 1975**, Geothermal energy possibilities, their exploration and evaluation in Turkey: Proceedings 2nd UN Symp, on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, California, 3, 447-457.
- McDonagh, M.S., Whiting, P.F., Wilson, P.M., Sutton, A.J., Chestnutt, I., Cooper, J., Miso, K., Bradley, M., Treasure, E., Kleijnen, J., 2000**, Systematic review of water fluoridation, BMJ,321:855-859 (7 October).
- MTA, 1946**, Mineralli suların araştırılması, fiziksel ve kimyasal analiz metodları, Dökümantasyon, MTA Dergisi, Yıl 11, 1-35, Ankara.
- MTA, 1981**, Türkiye Sıcaksu, İçmece ve Maden Suları Envanteri, Derleme no: 6833, MTA, Ankara 78s.
- Murray, J., 1875**, A dictionary of Greek and Roman antiquities. London
- Mutlu, H. and Güleç, N., 1998**, Geochemical characteristics of thermal waters from Anatolia (Turkey). Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 495-515.
- Mützenber, S.R., 1990**, Westliche Biga – Halbinsel (Canakkale,Türkei): Beziehung zwischen Geologie, Tektonik und Entwicklung Thermalquellen, Diss. ETH Nr. 9113, 160s.
- Özbey, S., 1979**, Şifalı sularımız “Kaplıcalar ve içmeler kılavuzu”, Yurt Haberler ajansı Yayın No.1, 405s., Ankara.
- Özey, R., 2002**, 19. Asırda Edirne Vilayeti Coğrafyası, Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı:6, 1-36. İstanbul
- Pehlivan, R., Yılmaz, O., 1995**, Mormora Bölgesi Termomineral Kaynaklarının İçilebilirliği ve İnsan Sağlığına Etkisi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 47, 21 -27.
- Pınar, N., 1943**, Marmara Denizi havzasının sismik jeoloji ve meteorolojisi İ.Ü. Fen Fak, Monografileri, Sayı: 5, 64s., İstanbul
- Pococke, R., 1745**, A Description of the East and Some Other Countries (Travells London, 1675),

- Vol. II Part 2, p. 61.
- Reman, R., 1942**, Şifalı Su Kullanmak İlimi Balneoloji ve Şifalı Kaynaklarımız, Cumhuriyet Matbaası, İstanbul, 594s.
- Schindler, C. and Pfister, M. (eds) 1997**. Active Tectonics of Northwestern Anatolia – The MARMARA Poly-Project. A Multidisciplinary Approach by Space-Geodesy, Geology, Hydrogeology, Geothermics and Seismology. 570 pp. Zürich: VDF. Ös 1050.00 (paperback). ISBN 3 7281 2425 7.
- Scheller, 1940**, Maden Suları. Türk. Hıf. ve Tec. Bi. Mec. Cilt 1. No.80, Ankara.
- Sgheller, 1940**, Türkiye Maden Suları. Türk Hıfzıssıhha ve Tecrübi Biyoloji Mec.Cilt 1, No. 3. Ankara. 188 B.
- Strabo, 1858**, Strabo's Erdbeschreibungen (von Dr. A. Forbiger), Kitap 13, Kısım 1, Bahis 26, Stuttgart.
- Sukenik S, Flusser D, Abu-Shakra M., 1999** The role of spa therapy in various rheumatic diseases. Rheum Dis Clin North Am. Nov;25(4):883-897.
- Şahin, S., 2000**, Radyoaktivite Seviye Tayini İle Kuvaterner İstifi İncelemesi ve Yeni Bir Değerlendirme, Doktora Tezi, (yayınlanmamış), İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü, Nükleer Uygulamalar Anabilim Dalı.
- Şentürk, N., Demirel, Z., 1987**, Sakarya Akyazı Kuzuluk Kaplıcası Hidrojeoloji İncelemesi, MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüd ve arama Dairesi Rapor No., Ankara.
- Şimşek, Ş., Şamilgil, E. ve Akkuş, M.F., 1981**, Türkiye'nin jeotermal enerjisi potansiyeli ve yararlanma olanakları. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Semineri. EEİ Genel Direktörlüğü. Ankara.
- Talay, N., 2010**, Altınoluk- Güre Dolayının Jeolojisi ve Jeotermal Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 147sf. (yayınlanmamış)
- TS 266 (2005)**, Sular, İnsani Tüketim Amaçlı Sular, ICS 13.060.20, Türk Standartları Enstitüsü, 10sf., Ankara.
- TS 8363 (1990)**, Termal Kaynaklar- Sınıflandırma, ICS 13.060.10 Doğal Su Kaynakları, Türk Standartları Enstitüsü 8sf., Ankara.
- TS 8832 (1991)**, Termal Kaynaklar-Kaptaj (Değerlendirme) Metotları ve Koruma Kuralları ICS 13.060.10 Doğal Su Kaynakları, Türk Standartları Enstitüsü 19sf., Ankara.
- TS 9130 (2010)**, Doğal Mineralli Su, ICS13.060.10 Doğal Su Kaynakları, Türk Standartları Enstitüsü 14sf., Ankara.
- Tuğrul, B., Meriç, E. Avşar, N., Baytaş, F., Altınsoy, N., Ayaz, B., Doğan, N., Şahin, S., Yılmaz, İ., 2001**, "Haliç Geç Kuvaterner (Holosen) İstifinin Radyoaktivite Seviyesi Tayini İle Değerlendirilmesi ve Diğer Değerlendirme Teknikleri ile Karşılaştırılması", Haliç 2011 Sempozyumu, İstanbul, Bildiri Kitabı, 253-267.
- Ungan, A. 1949**. Sıcak ve soğuk şifalı sular kimyası. Refik Saydam Merkez Hıfzıssıhha Müessesesi Yayınları No. 15. Ankara, 264s.
- Ülker, İ., 1988**, Türkiye'de sağlık turizmi ve kaplıca planlaması. Turizm Bakanlığı yayını, No,1006/129, 317s., Ankara.
- van Tubergen, A., and van der Linden, S., 2001**, A brief history of spa therapy, Annals of Rheumatic Diseases, 61:273-275.
- Vengosh, A., Helvacı, C., Karamanderesi, İ.H., 2002**, Geochemical constraints for the origin of thermal waters from western Turkey. Applied Geochemistry, 17 (3): 163-183, 163-183.
- Yalcın, T., 1997**, Hydrogeological investigation of the Gonen and Eksidere thermal waters. In: Schindler C, Pfister M (eds) Active tectonics of Northwestern Anatolia – The Marmara Poly-Project. Zurich, pp 275–300.
- Yenal, O., Kanan, E., Bilecen, L., Öz, G., Öz, Ü., Göksel A., Alkan, H., Kutluat S., Yassa, K., 1975**, Türkiye Maden Suları, Marmara Bölgesi. İ.Ü. Tıp Fak. Hidro- Klimatoloji Kürsüsü, 212s, İstanbul.
- Yüzbaşıoğlu, N., 2002 a**, Termomineral Su Banyolarının Etki Mekanizması, Balneoloji ve Kaplıca Tıbbı (ed. Karagülle Z.), Nobel Tıp Kitabevleri, (ISBN: 975-420-165-x), 65-74.
- Yüzbaşıoğlu, N., 2002 b**, Demirli, İyotlu ve Florlu Sular, Balneoloji ve Kaplıca Tıbbı (ed. Karagülle Z.), Nobel Tıp Kitabevleri, (ISBN: 975-420-165-x), 195-199.

EK'in devamı.

Appendix continued.

İl	No.	Kaynak Adı	Tarih, Referans	T°C	pH	EC	CO ₂	TDS	Total a	Total b	Ca	Mg	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃	Fe	F	Br	I			
Sakarya	22	Kuzuluk, Halk Hamamı, KN3	28.08.1948; Çağlar, 1950 MTA, 1980	50	7	352	352	3434,66		14,43	697,5	46,9	100	18,2	390,5	56	1586	0,025	17,58	0,77			
			01/09/1989; Greber, 1992	28-38	6,33	4,52				880	69,2	157,51	115,6	608,37	1,46	2593,18	1,04	2,09	1,14	0,06			
			1989; MTA, 2005	29,5	7,2	3,35	2266	2266		810	38	73	16	417	52	182				4			
			1989; MTA, 2005	51	7,1	3,35	2304	2304		760	38	101	12	368	49	1849							
			28.08.1948; Çağlar, 1950	25	6,5	1100	4254,3			29,6	653,6	49,3	153,2	18,7	376,3	24	1708	0,12	6	7,8	0,08		
			28.08.1948; Çağlar, 1950	42	6,8	678,9	3305,1			29,23	715,2	44,8	8,5	16,2	390	48,5	1322,4	0,032					
			28.08.1948; Çağlar, 1950	38	6,8	384,1	3025,1			15,54	592,9	42,1	99,7	19,4	322,6	2,3	1474,9	0,089					
			27.08.1948; Çağlar, 1950	26	6,6	1046,3	2614,4			22,2	169,6	19,1	57,4	70,4	21,2	55,6	904,5	0,1					
			Dirisu, 1952	26	6,6	1046				22,2	169	19,1	57,4	70,4	21,2	55,6	904,5	0,1					
			MTA, 1980	27	6,4	1,5	785	1126		190	16	161	77	27	74	<1	1233						
			1990/MTA, 2005	36	6,8	404				36,26	364	25	41	44	103	1082							
			01.09.1948; Çağlar, 1950	36	6,8	404,8	2144,1			36,26	364,4	27	25	41,8	103,1	1082,6	0,04				2,18		
			MTA, 1980	36	7,5	1,8	37	1248		160	19	65	43	34	127	<1	732						
			1989; MTA, 2005	38	6,4					323	28	54	55	36	114	1172							
			1998; MürlükÇağlar;	38	6,4																		
	Bilecik	29	Bilecik-Sığircı-Çaltı İlçesi	Dirisu, 1942	36	6,8	404																
			Direkteşesine	01.09.1948; Çağlar, 1950	36	6,8	404,8	2144,1			36,26	364,4	27	25	41,8	103,1	1082,6	0,04				2,18	
			MTA, 1980	36	7,5	1,8	37	1248			160	19	65	43	34	127	<1	732					
			1989; MTA, 2005	38	6,4						323	28	54	55	36	114	1172						
			1998; MürlükÇağlar;	38	6,4																		
				20.08.1948; Çağlar, 1950	18,5	7,2	162,8	7529,8			20,72	2077,4	56,7	42,3	32,9	992,6	330	3758,8	0,14			11,9	0,19
			Direkteşesine	Dirisu, 1942	20	7,4	102				17,02	2196	37	30	104,5	330	3971						11
			Direkteşesine	27.08.1948; Çağlar, 1950	19	7,3	130,7	7880,5			17,02	2200,3	63,4	38	30,7	1054,6	330,4	3959,2	0,18				11,9
			MTA, 1980	18,5-20							10,73	0,1	0	58,6	18,7	1,7	4,4	267,8	0,09				0,06
			İsaou Kaplıcası	28.09.1948; Çağlar, 1950	25	7,0	2,62	84,7	2092		294	202	282	19,4	265	831	10	542					8,6
			MTA, 1980	25-27,5							391,4	269,4	21	220,1	864,1	481,9							
		Armutlu	33	Armutlu, Hamam Kaynağı	1891-1926-1944; Çağlar, 1950	57	7	457,2	2996,94		39,035	339,2	124	282,2	21,6	220	953,5	494,1	0,3				
				1926; Reman, 1942	56,6	6,24	2600	2042		0,546(2±1,58)	14,208	276	36,66	348,61	38,89	286	795	-	546,694				
	Yenil, 1975		57	6,24	2600	2042				218,5	35,88	346,77	38,89	300,633	669,6								
	MTA, 1980		50-68							218,5	35,88	346,77	38,89	300,633	669,6								
	1997; MTA, 2005		52	7,01	2,62	84,7	2092			294	202	282	19,4	265	831	10	542					8,6	
	1926; Reman, 1942		65,4							391,4	269,4	21	220,1	864,1	481,9								
	26.09.1946; Çağlar, 1950		65,5	7	116,6	2562,2			9,62	265,2	213	269,4	21	220,1	864,1	481,9							
	Yenil, 1975		66	6,31	2600	244,6			28,046	218,5	35,88	346,77	38,89	300,633	669,6								
	Yenil, 1975		61,2						1,14145±2,72	1,59988±2,44	413,9	282,4	26	252,1	864	488							
	1934 ve 1946; Çağlar, 1950		61,2	7	110,0	2126,0			8,88	382,32	282,4	26	252,1	864	488								
	Yenil, 1975		55	6,38	2580	190,9			0,69856±1,72	12,506	201,25	36,27	355,3	20,63	241	699,19	-	481				2,9	
	1997; MTA, 2005		60,5	7,6	2,7	21,2	2170			308	239	293	21,6	172	832	10	542						
	1926; Reman, 1942	50,4							281,6	0	236,4	22,6	191,7	598	475,8								
	1934; Çağlar, 1950	50	6,7	335,2	1688,8			18,5	263,32	235,4	22,6	202,4	564,9	469,7									
	Yenil, 1975	50	6,3	2200	2209,9			0,14171±0,67	0,75073±1,21	18,867	180,55	28,47	275,33	43,26	215	590,596	-	467					
	1. Kaynak	70	6,4	2820	183			0,54242±1,99	1,4837±3,67	16,835	235,77	37,44	342,16	46,83	269,274	800	-	484					
	2. Kaynak	69	6,55	2850	208			0,78736±2,46	1,00899±3,36	17,02	230	38,61	335,58	54,37	294,369	778,996	-	483					
Yalova	39	Armutlu, N:6 Kaynağı	1926; Reman, 1942	68	6,9	596,2	2150		365,3	365,3	282,2	21,4	227,2	838,5	481,9								
		1934; Çağlar, 1950	66	6,9	596,2	2150			27,75	339,95	282,2	21,4	227,2	838,5	481,9								
		1997; MTA, 2005	66	7,6	2,7	21,2	2176			363	181	294	10	279	844	10	536					3,4	
		1926; Reman, 1942	56	7,5	94,5	2129,6			3,441	356,12	273,4	22,8	220,1	850,8	4475,8								
		1934; Çağlar, 1950	63,5	7,06	431,6	2566,4			12,765	394,79	274,4	21,8	213	906,6	481,9								
		1926; Reman, 1942	63,5	7,06	431,6	2566,4			414,3	414,3	274,4	21,8	213	906,6	481,9								
		09/029; Reman, 1942	66	7,8	173	0,5			109,15	231,4	54	186	0,5	90,2	799,3	44,7	0,3						
		1931 ve 1947; Çağlar, 1950	66,2	7,8	173	7,2			18,056	231,4	54	186	0,5	104,5	799,3	72,4	0,05						
		Dirisu, 1952	66,2	7,7					9,25	231		186	0	104	799	72							
		MTA, 1980	66,2	7,7						24,8	5	163,2	0	93,2	831,2	45	2						
		1974; MTA, 2005	66	7,6	1,8	1446				252	4,7	163,2	0	95,7	839	42,5	2,3						
		1998; MTA, 2005	66	7,7																			
	25/07/1947; Çağlar, 1950	56	7,6	4,5	1561,71			9,99	249	53	180	1,5	104,5	822	73,8	0,05							
	Yenil, 1975	64	7,48	2060	5,28	1440,598	0,10656±0,604	0,451955±1,88	2,109	248,41	6,24	187,8	3,37	106	24,16	24,16	0,075	2,1					
	Yenil, 1975	56	-	2050	5,28	1441,0785	-	-	248,4	5,85	185,3	3,37	102	823,996	-	23,67	0,4	2,1	0,017				
	25/07/1947; Çağlar, 1950	59	7,6					9,176	235	54,2	174	0,88	102	785	102	785	0,05						
	Dirisu, 1952	59	7,6					10,36	235	54,2	174	0	102	785	102	785	0,05						
	Yenil, 1975	55	6,88	1880	10,5			1,38047±2,4	14,874	234,62	4,07	183,5	96	770	-	33,67							
	27.12.2005; I.U.İTİF Tıbbi Ekoloji ve Hidrokimyatoloji ABD.	60	7,34	2030	6,6			0,13135±1,05	0,63714±2,48	0,444	243,8	5,85	189,5	3	105	815	-	23,91					
	1455-556	63	7,6	1700	4,4			294,27	3,715	149,098	7,293	90,327	750	91,5	0,13	2,02	0,16	0,017					
	12.																						

EK'in devamı.

Appendix continued.

İl	No.	Kaynak Adı	Tarih. Referans	T ^o C	pH	EC	CO ₂	TDS	Total a	Total b	Rn ²²²	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃	Fe	F	Br	I
Bursa	48	Çekirge (aslı kaynak)	Drisu, 1952	45,3	7,4	57		576,818			111	28		63	20,00	2	55		305	0,4			
			20.03.2009: LU.TTF Tıbbi Ekoloji ve Hidromatoloji.ABD.	43	7,17	520	37,4	576,818				33,336	4,692	69,89	18,23	6,452	51	0	335,5	0,05	0,97	0,06	0
	49	Çekirge-Izgana memba	26.12.2005: LU.TTF Tıbbi Ekoloji ve Hidromatoloji.ABD.	47	7,17	550	36,08	573,074				33,336	4,497	65,23	21,27	5,069	60		335,5	0,19	0,87	0,01	0
	50	Vakıfbahçe Kaynağı	1926; Reman, 1942	45,3	7,4	4900	37,5				132,09	28,2	4,3	63,7	205,00	2,8	55,1		305,6	0,49			
			1926-1946; Çağlar, 1950	45,3	7,4	57	587,1587				95,09	28,2	4,3	63,7	20,50	2,8	55,1		305,9	0,49			
			Yenal, 1975	47	6,98	590	29,21	527,63	0,36112±0,69	0,33004±0,6	123,173	25,3	4,7	79,2	13,9	5,1	60		300,894	0,72	0,4		
			1975; MTA, 2005	49,5	7,6	350	36				27	4,07	70	5	70	5	70		339	1			0,8
			06/09/1989; İmbaç, 1992	45,7	6,7	541		619,68				35	5,6	65	21	5,4	58		296	0,23	0,9		0,05
			02.05.2005: LU.TTF Tıbbi Ekoloji ve Hidromatoloji.ABD.	46	7,17	520	33	557,166				27,588	5,865	69,89	23,702	4,609	70		305	0,84	0,81	0,032	0
			07.07.2009: LU.TTF Tıbbi Ekoloji ve Hidromatoloji.ABD.	45	7,19	630	41,8	551,898				25,289	4,692	65,23	22,487	4,609	54		317,2	0,25	0,77	0,032	0
51	Horhor Hamamı	1926; Reman, 1942	37																				
		Yenal, 1975	39	7,22	600	29,39	583,71	0,43697±0,54	0,27343±0,55	23,421	23,45	3,7	86	24,39	7,6	95,457		307,4					
		2002; MTA, 2005	41	7,1	0,568						24,2	4,1	70,3	20	2,6	67,2		<10	293				0,43
52	Çekirge Suyu	Yenal, 1975	38	7	610	33,88	663,77	0,20572±0,36	0,23232±0,52	35,298	28,967	5,22	81,8	26,92	6	146,299		333,029					
53	Eski Cin Hamamı (Rifat Bey) Kaynağı	1926; Reman, 1942	37																				
		Yenal, 1975	36	7,36	600	21,56	547,47	0,18167±0,46	0,27195±0,78	13,431	25,748	7,41	85	12,55	10	70		291,3					
		04/04/1990; İmbaç, 1992	32,6	7,38	447		607,68				31	6,8	49	23	14	62		301					
		Yenal, 1975	46	7,06	580	48,4	606,33	0,31672±0,51	0,25678±0,93	123,173	30,8	4,7	89,09	16,6	6	61		364,0968					
55	Karamustafâ Kaynağı	1926; Reman, 1942	16-61	7	9110	513					208,68	15,4	14	93,7	8,5	9,7	196,7		494,3				
		1926-1944; Çağlar, 1950	53,4	7,4	513	1595,64					204,98	15,4	14	93,7	8,5	9,7	196,7		494,3				
		Drisu, 1952	53,5	7	513		203,5				203,5	15,4	14	93	8	90	196		494				
		Yenal, 1975	58	6,6	1250	114,4	1164,55	0,06438±0,67	0,48729±1,79	178,969	153,45	24,57	123,9	3,89	10	210		543,51					
		1975; MTA, 2005	82	7,2	778	44					134	13,5	96	16	7,5	40		534		4,8			
		04/04/1990; İmbaç, 1992	59	6,87	982		1258,56				186	20	62	11	14	238		485		4,4			
56	Yenikaplıca ve Kaynarca Hamamı	1926; Reman, 1942	83,7	6,8	1160	270					8,51	220	19	89	7,6	9,2	273		558				
		1891-1926-1944; Çağlar, 1950	83,7	7,4	270	1622,03					85,1	220	19	89	7,6	9,2	273		580				
		Drisu, 1952	87	6,8	270		1239,53				89	7	8,51	220	19	273		558					
		Yenal, 1975	77	6,78	1340	129,4					177,02	26,28	112,69	5,31	12	245		539,2					
		1975; MTA, 2005	82,5	6,9	978	136					198	17,8	100	1,2	7,5	60		607		5,3			
		MTA, 1980	45,3-83,7	7,3			1090,96																
57	Bademlibahçe-Kükürtlü Kaplıcası	1926; Reman, 1942	69	7	1150	90					6,66	207	17	89,7	8,4	8,5	253		556,4				
		1891-1926-1944; Çağlar, 1950	82	7,6	90	1376,56					6,66	207	17	89,7	8,4	8,5	235		256,4				
		Drisu, 1952	82	7,0			37				37	207	8,9	8	8	235		556					
		Yenal, 1975	78	6,44	1340	281,6					167,83	25,74	116,23	6,37	12	245		533,4					
		03/04/1990; İmbaç, 1992	81,5	7,02	1250		1445,76				223	21,3	68	10	21	279		545		0,17	5,2	0,02	
58	Kükürtlü Hamamı Kuru	Yenal, 1975	74,5	6,96	1300	83,6		0,15836±0,84	0,33189±1,72		165,53	25,35	108,56	3,89	10,8	250		490,2		3,3			
		1975; MTA, 2005	79	7,3	52	924					194	18	90	11	7,5	55		610		5,5			
		03/04/1990; İmbaç, 1992	70,1	6,86	1166	1421,28					220	21	67	10	15	275		544		0,12	5,3		
59	Zeytin Nine	1926; Reman, 1942	37																				
		05/04/1990; İmbaç, 1992	42,2	449			535,68				28	5,2	52	23	7	52		300		0,13	0,7		

EK'in devamı.

Appendix continued.

İl	No.	Kaynak Adı	Tarih, Referans	°C	pH	EC	CO ₂	TDS	Total a	Total b	Rp ²²	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃	Fe	F	Br	I	
	78	Balya İlkeçiyi-Dağ İlçesi	10/1934; Reman, 1942 1934 ve 30.08.1947; Çağlar, 1950	54-63		0					213- 249,4	0	18,8-20,2	0	85,2-85,5	35,8-36,2		79,3- 317,2						
				60	7,1	828,5	8	828,5			57,35	224,7	7,4	18,8	2	85,2	360	83,9						
				60	7,1						57,35	224	18	2	85	360	83							
				61,5	7,86	9300	-	888,604	0,11665±1,09	0,2997±2,02	40,7	234,5	74,29	14,4	1,44	89	385	-	12,2					
				58-63																				
				60	9	1,44		888			230	3,8	18	0,5	845	367	6	73						
	79	Balya, Armutalan, Dağ İlçesi, Camışgöruk	Yenil, 1975	59,5	7,94	-	-	930,97	-	-	262,32	5,474	14,4	2,016	91	365	-	112,24						
	80	Erdek-Zeytinliada İşmesi	09.10.1946; Çağlar, 1950	26	7,3		5	26354,18			11,1-14,8	8084	141,1	576,3	845,6	14418,5	2094,9	158,6	0,8					
				26	7,3						14,8	8084	575	845	14418	2094	158							
				26																				
	81	Erdek-Zeytinliada Kaplıcası	09.10.1946; Çağlar, 1950	23	7,3		5	26374			11,1	8077,5	132,3	586,6	846,6	14410	2123,7	158,6	0,9					
				23	7,3						11,1	8077	586	846	14410	2123	158							
				23																				
	82	Burhaniye-Zeytinparırı (Pelidliköyü)	01.09.1947; Çağlar, 1950	20	6,2		174,4	10640,55			41,81	2473,5	36,1	550,8	570,6	5698,3	937,4	174,4						
				20	6,2		174				4,07	2473	550	570	5698	937	174							
				20																				
				25,9	7,5	1,8	37,3	873			140	4,8	64	71	32	70	<1	738	0,4					
	83	Burhaniye-Kamağaç Üyuz İlçesi	10/1934; Reman, 1942	20			0				898,8	0	66,8	34	88,7	344,5		2135						
				31	6,2		279	3713,86			41,81	820,5	28,4	66,8	34	88,7	344,5	2005						
				20																				
				31																				
				15,5	5		279	783			840	21	76	41	22,3	369,9	<1	2196	0,48					
				15,5							39,3	10,1	21,7	22,3	23,4	369,9	<1	2196	0,48					
	84	Burhaniye-Dutluca	01.11.1947; Çağlar, 1950	54,5	7,44	1150	189,2	1521,46	0,24975±0,77	0,49765±2,69	27,898	403,2	28,152	28,8	5,76	270,5	427,5	-	204,96					
				51	7,2	8500	23,32	711,48	-	-	110,07	19,941	58,08	4,032	97,5	89,5	-	241,56						
				58	7,9	1,2	4	1174			205	11	58	9	163	291	18	201						
				77	7,3		26,4	1809,68			85,1	450,4	27	48,5	3	253	452		353,8	0,7				
				77																				
	85	Pamukçu Bengi Kaplıcası 1.Kaynak	Yenil, 1975	77	7,3		26				85,1	450	48	3	253	452		353						
				52	7,36	1250	25,52	2040,89	-	-	5,92	560,96	37,536	44,16	1,44	278	616	-	397,7					
				78	8,5	2		1490			430	21	52	3,6	265	512	30	299						
				75	7,36	1210	24,64	1989,56	0,69745±2,44	1,00307±2,44	2,96	510,38	37,536	41,28	2,592	274,5	555,5	-	383,1					
				77	7,2	1320	50,6	1913,59	1,18659±4,1	0,9349±2,15	10,915	505,78	37,536	41,28	3,456	272,5	519,75	-	396,5					
	86	Pamukçu Bengi Kaplıcası 2.Kaynak	Yenil, 1975	41	7,2		8,8	321,89			40,7	10,5	1,3	47,1	8,7	6,1	17,2	-	182	0,49				
				41	7,6		8				40,7	10	47	8	6	17	182							
				44	7,2	2650	15,4	356,03	0,30303±1,21	0,11766±1,00	26,825	22,99	1,955	55,68	5,184	12,4	14	-	212,28					
				41																				
	87	Gönen, Mermereği Kuyu (Bağlık Kanalı)	1944 ve 10/1946; Çağlar, 1950	77	7,2																			
				77	7,2																			
	88	Gönen, Eski Kaynak	Dirisu, 1952	52	7,36	1250	25,52	2040,89	-	-	5,92	560,96	37,536	44,16	1,44	278	616	-	397,7					
				78	8,5	2		1490			430	21	52	3,6	265	512	30	299						
				75	7,36	1210	24,64	1989,56	0,69745±2,44	1,00307±2,44	2,96	510,38	37,536	41,28	2,592	274,5	555,5	-	383,1					
	89	Gönen, Çemberli Kaynak	Yenil, 1975	77	7,2																			
				77	7,2																			
	90	Gönen, Mermereği Kuyu (Bağlık Kanalı)	1944 ve 10/1946; Çağlar, 1950	41	7,2		8,8	321,89			40,7	10,5	1,3	47,1	8,7	6,1	17,2	-	182	0,49				
				41	7,6		8				40,7	10	47	8	6	17	182							
				44	7,2	2650	15,4	356,03	0,30303±1,21	0,11766±1,00	26,825	22,99	1,955	55,68	5,184	12,4	14	-	212,28					
				41																				
	91	Gönen, Ekişlere Dağ İlçesi	1981; MTA, 2005 07.03.2007; I.U.İTTF Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji ABD	43	8,6	0,42		244			1,4	1,6	40	12	125	42	12	165	0,3					
				43	7,48	320	15,4	377,529			9,886	1,76	51,252	18,84	11,06	19	231,8	0,17	0,34					

EK'in devamı.
Appendix continued.

İl	No.	Kaynak Adı	Tarih, Referans	T°C	pH	EC	CO ₂	TDS	Total a	Total b	Rp ²²	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃	Fe	F	Br	I
	124	Ezine, Kestambol Kaplıcası , analaynak	03/1894; 27/09/1947; Çağlar, 1950, Dirsu, 1952	73	6,2	2300	125,4	24207,78			95,46	7072	0,1	1389	144	14250	86		344,4	3,08			
			Yenil, 1975	67	5,92	2700	234,96	21623,19	18,5536±57,98	25,96512±23,47	99,271	7214,3	212,1957	847,1957	65,6258	12750	90,5	-	305				
			1975; MTA, 2005	73	6	1,01	507	19500			5100	630	800	54	9700	170	0	317		3,7			0,4
			MTA, 1980	62,5	6,1			18 727,92															
	125	Ezine, Kestambol Kaplıcası, Sütümdibi kay.	23/08/1947; Çağlar, 1950	62,5	6,4	3200	132	24079,84			103,6	8137,5	484,8	981,4	52,3	14630	108,8		344,4	0,24			
	126	Ezine, Kestambol Kaplıcası 2.Kaynak	Yenil, 1975	47	6,16	3200	231,792	21366,18	14,35933±26,26	27,76184±24,76	85,766	7061,6	220,4458	908,2	31,9418	12550	88,5	-	329,4				
	127	Ezine, Kestambol Kaplıcası, Camur Suyu	Yenil, 1975	68	5,86	3150	310,112	22765,29	23,24377±35,55	32,48526±27,41	148,111	7487,4	229,4388	977,032	51,1068	13400	100	3,3077	-				
	128	Ezine, Kestambol Kaplıcası, Kadınlar Hanımanı	Yenil, 1975	31	6,92	2300	59,312	22049,33	14,93135±30,47	27,05588±21,25	16,206	7379,8	220,4458	903,42	31,9418	13050	98	-	292,8				
	129	Ezine, Kestambol Kaplıcası, Göz Suyu	Yenil, 1975	21	6,94	2550	56,32	3923,17	0,46953±2,39	1,68905±3,99	9,028	839,14	257,7394	365,192	10,4536	1950	75	-	353,8				
	130	Kızılca Tuzla Kaplıcası	24/08/1947; Çağlar, 1950	55	6,1	2300	132	38377,65			45,88	13246	469,2	1015,2	134,8	22,8	158,8		176,9	0,05			
			Dirisu, 1952	55	6,1						45,88	3243		1015	134	22800	158		176				
			MTA, 1980	38-55																			
			MTA, 1980	100	6,2		101	63315			54,76	19484	2091,6	3349	67	37888	156		67	0,06			
	131	Kızılca Tuzla Kaplıcası, Açık Kaplıca	24/08/1947; Çağlar, 1950	46	7	2550	61,6	54493			25,16	19895	175,9	1089,3	64,7	32680	361,6		92,2	0,13			
	132	Kızılca Tuzla Kaplıcası, Açık Kaplıca	1926, Reman, 1942	48	7,5	2,5	7,3	1910			448,6	450	20	148	49	90	101,6	1079,6	0				
			1990; MTA, 2005	50	7,5	2,5	7,3	1910			69,19	433	12	36	0,75	85	101	1079	152				
	133	Tepselköy İlçesi	Dirisu, 1952	48	6,5	22	22	1690			69,19	477	12	36	0,75	85	849	17	227	3			
			1971; MTA, 2005	35	7,5																		
			MTA, 1980	39-48,7																			
	134	Tepselköy İlçesi	1990; MTA, 2005	32	7,4	1,9	17,07	1610			69,19	433	22,9	153,5	7,50	101,60	1079,00	0,00	152,5	3,2			
	135	Çan-essas İyınak	1933-1947; Çağlar, 1950	48,7	6,5	22	22	2011,22			69,19	433	22,9	153,5	7,50	101,60	1079,00	0,00	152,5	3,2			
			MTA, 1980	46,5				2394,4															
	136	Çan-Karalınca-Uşhamam	1990; MTA, 2005	47	8,1	3,3	2,8	2476,0			58,46	419,80	25,60	150,8	9,00	92,10	1078,20	0,00	146,4	4,6			
	137	Çan-Karalınca-Alıhamam	1948; Çağlar, 1950	47,5	6,5	22	22	19781,5			81,03	427,30	25,60	155,7	8,00	95,70	1065,10		165,7				
	138	Çan Karalınca-Açık Kaynak	25.07.1947; Çağlar, 1950	44,5	6,6	20	20	2013,85			358,90	442,90	30,2	162	18,5	109,2	1043,7		307,9				
			25.07.1947; Çağlar, 1950	44,5	6,8	22	22	2176,54															
	139	Çan İlçesi	1926, Reman, 1942	42			33				540,70	250	8	234	1250				117				
			1932 ve 26.08.1947; Çağlar, 1950	46,5	6,8	44	44	2019,12			55,50	513,30	23	250	10	237,5	1237,1	258	258,3	0,06			
			Dirisu, 1952	46,5	6,8	40	40				55,50	513,00	250	10	237	1237	258						
	140	Ayvacak-Küçükçerem	1926, Reman, 1942	40,5	6,4		0	907,35			187,9	187,9	15,8	38,7	9	117,2	94,6		439,2				
			31.08.1947; Çağlar, 1950	41	6,4		87,2			23,68	156	30	12	47	41	49,4			422,7	0,11			
			Dirisu, 1952	41	6,4	92	92			23,68	141	30	12	47	41	49,4			422,7	0,11			
			MTA, 1980	41																			
			1989; MTA, 2005	42	7,2	0,8	564				134	2	72	15	27	107	12	403	2				0,1

Çanak Kale

