

YALOVA TERMAL KAYNAKLARININ HİDROJEOKİMYASAL DEĞERLENDİRİLMESİ*

Hydrogeochemical Assesments of Yalova Termal Hotwater Springs

Halil Beyhan IŞIK
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Şaziye BOZDAĞ
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma kapsamında, Yalova il merkezinin 12 km Güneybatısında yer alan Termal kaplıcası sıcak su kaynaklarının hidrojeokimyasal değerlendirmelerinin yapılması amaçlanmıştır. Termal kaplıcalarında incelenen üç sıcak su kaynağı (Esas kaynak, Gözsuyu, Midesuyu) dışında, İsmail Dere boyunca düşük debili çok sayıda sıcak su kaynağı mevcuttur. Kaynakların kaptalanmış olmaları nedeniyle debi direkt ölçülememiş ancak toplam debinin yaklaşık 20 lt/sn civarında olduğu hesaplanmıştır. Kaynakların sıcaklıkları 54-64 °C arasında değişmektedir.

Sıcak su kaynaklarından alınan su numunelerinin fizikokimyasal analizleri yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Buna göre, tüm sıcak su kaynakları sodyumlu-kalsiyumlu-sülfatlı klorür içeren şifalı sular sınıfına girmektedir.

Termal kaplıcalarında bulunan tesislerin sıcak su ihtiyacı esas kaynaktan sağlanmakta olup sıcak su üretimi çeşitli sondajlar vasıtasıyla geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Termal Kaplıcası (Yalova), Hidrojeoloji, Hidrojeokimya

ABSTRACT

This paper describes the hydro geochemical analysis of the hot water reserves in Termal Hot Water Springs which located 12 km south-west of the city center of Yalova and surrounding area. Other than the three hot water springs which were analyzed in Termal Hot Water Springs(The main spring, Eye water, Gastric water), there are several low flow, hot water springs which are located along the Ismail River. Because of the hot water springs were caught (captaged) the water flow could not measured directly, but the total water flow assumed to be around 20 lt/sn. Temperature of the water springs varied between 54-64 °C.

Water samples, which were taken from the hot water springs, were analyzed according to their physicochemical features and results were taken into consideration. According to these results Termal Hot Water Springs categorized as curative or restorative waters contains sodium-calcium and sulfate chloride.

Hot water need of the facilities in Termal Hot Springs provided from the main spring and the improvements on the production / obtaining of hot water were made by various drilling operations.

Keywords: Termal Hot Water Springs (Yalova), Hydrogeology, Hydrogeochemistry

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

Giriş

İnceleme alanı Yalova İli'nin 12 km Güneybatısında yer almaktadır (Şekil 1.). Bölgede şifa amaçlı kullanılan ve tezin konusunu oluşturan termal kaynaklar 3 ana kaynaktan boşalım yapmaktadır. Ayrıca İsmail dere boyunca da küçük debili çok sayıda sıcak su boşalımları bulunmaktadır.

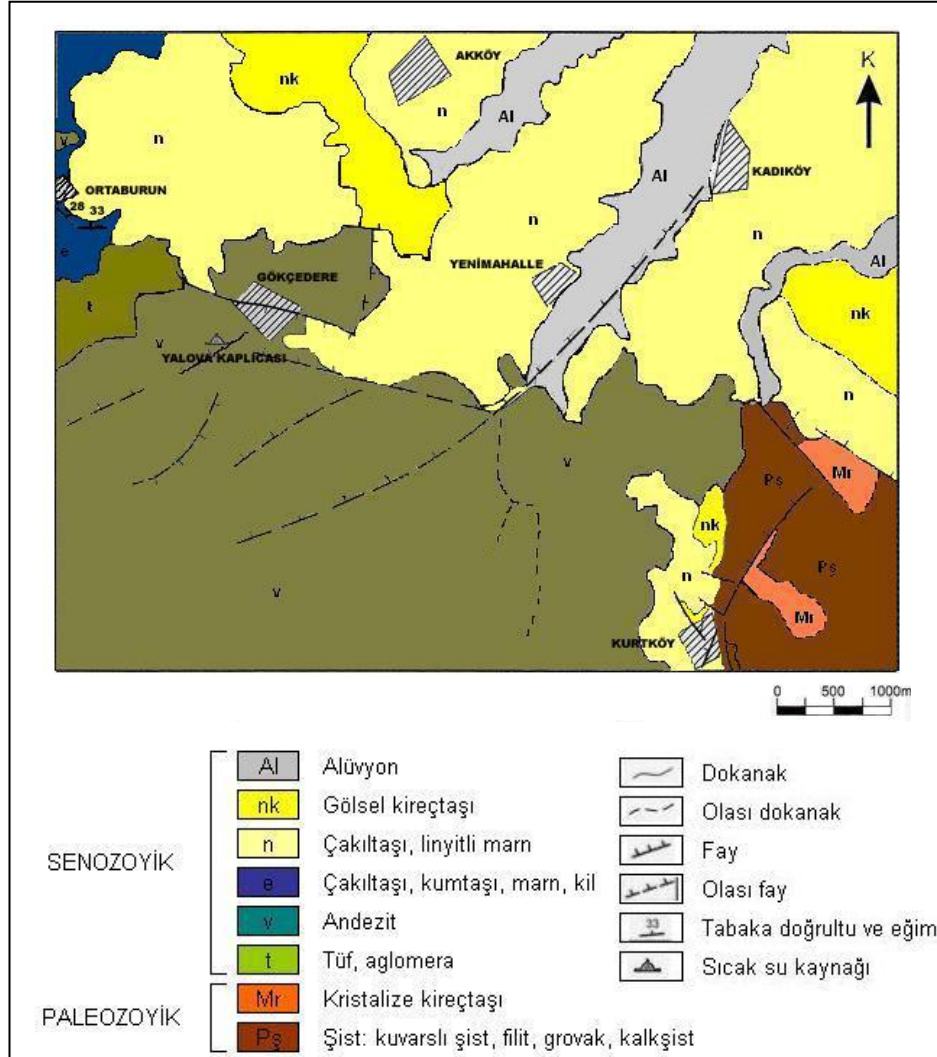


Şekil 1. Yalova Termal yer bulduru haritası

Yalova-Termal civarında 200-700 m arasında değişen yükseltilerin ortaya koyduğu morfoloji yamaçları yüksek açılı derelerle kesilmiştir. Çağlayan ve İsmail Dere derin kazılmış vadilerde akmaktadır. Termal kaplıca suları, İsmail Dere'nin kenarında volkanik kaya çatlaklarından çıkan kireçsiz sulardır.

Yalova İli 1. Derece Deprem Bölgesi ve Kuzey Anadolu Fay Kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bölgede oluşan tektonik hareketlerin etkileriyle kayalarda kıvrımlar, faylar ve çatlaklar meydana gelmiştir. Armutlu yarımadasının Hersinien orojenezine ait fazların etkisinde kalmış, son şeklini Pliosen'den sonra meydana gelen hareketlerle kazanmıştır (Akartuna, 1952).

Yörede temeli Paleozoyik yaşlı kuvarslı şist, fillit, grovak ve kalkıştillerle temsil edilen şistler oluşturur. Bunların üzerinde Permo-Karbonifer oldukları varsayılan kristalize kireçtaşları oturur. Daha üstte çakıltası, kumtaşı, marn ve kil ardalı Eosen birimi yer alır. İstif Neojen yaşlı çakıltası, linyitli marn ve gölsel kireçtaşları ile devam eder. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ise en genç oluşuklardır (Şekil 2.).



Şekil 2. Yalova bölgesi jeoloji haritası (MTA, 2005'den uyarlanmıştır)

Bu çalışmada, Yalova Termal kaplıcası sıcak su kaynaklarının hidrojeokimyasal karakterlerinin belirlenmesi ve kalite değerlendirmelerinin yapılması ayrıca Yalova Depremi öncesi ve sonrasındaki durumlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Hidrojeoloji

Marmara Bölgesi'nin Doğu kısmında yer alan inceleme alanında makro-klima tipi olarak Akdeniz iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Bu iklim tipinin etkisi bilhassa yazın alanını genişletmekte ve Türkiye'nin büyük bir kısmını içine almakla birlikte, bölgesel farklar kendini hissettirmektedir. Bu şekilde Yalova ve çevresi, Marmara geçiş tipi veya Marmara iklimi olarak vasıflandırılan bölgesel iklim tipine girmektedir. Buna ek olarak bu tip içinde coğrafi etkenler, lokal farkların olacağı doğaldır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve bol yağışlıdır.

Bölgede iklim özelliğine göre düzenli bir akış rejimi gösteren başlıca akarsular; İsmail Dere, Çağlayan Dere ve Sellimandıra Deresi'dir.

Yalova Termal kaplıcası civarındaki en önemli akarsu olan Sellimandıra ve Çağlayan dereleri drenaj alanı yaklaşık 103.7 km² dir. Sellimandıra Deresi'nin uzunluğu 40 km civarındadır. ve Yalova istasyonundaki ölçümlere göre ortalama debisi 3.953 m³/sn, yıllık ortalama su hacmi ise 120 milyon m³ tür.

Sellimandıra deresi üzerinde Yalova sahil şeridinin içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere Gökçe Barajı bulunmaktadır. Gökçe Barajı'nın yıllık ortalama suyu 60.68 hm³tür. Bu değer 22.24lt / sn/ km²'lik verime,1.92 m³/s debiye ve 701.5 mm'lik akışa eşdeğerdir. Mevcut durumda Gökçe Barajı'ndan yılda 38 hm³ su çekilmekte olup yıllık ortalama suyu 60.68 hm³ olan Sellimandıra Deresi'nin % 65 oranında regüle etmektedir (Yalova İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2006) .

Çalışma alanında bulunan en yüksek debili Esas kaynak, Göz suyu, Mide suyu yanı sıra İsmail Dere boyunca küçük debili birçok sıcak su kaynağı yer almaktadır.

Esas kaynakta belirli periyotlarla yapılan sıcaklık, pH ve EC ölçümleri sonucunda esas kaynağın sıcaklığının 62,9-64 °C, Ph değerlerinin 7,71-7,69, EC değerlerinin 1875-1877 µmhos/cm değerleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Mermer çeşme şeklinde kaptajlanmış olan göz suyu oldukça düşük bir debiye sahiptir. Kaynak başında belirli periyotlarla yapılan sıcaklık, pH ve EC ölçümleri sonucunda göz suyunun sıcaklığının 58,1-59,1 °C, pH değerlerinin 7,71-7,74, EC değerlerinin 1864-1867 µmhos/cm değerleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Yine kaptajlanmış olan mide suyu oldukça düşük bir debiye sahiptir. Kaynak başında belirli periyotlarla yapılan sıcaklık, pH ve EC ölçümleri sonucunda mide suyunun sıcaklığının 53,5-55,5 °C, Ph değerlerinin 7,69-7,75, EC değerlerinin 1871-1875 µmhos/cm değerleri arasında olduğu belirlenmiştir

İnceleme alanındaki kaynak suları Uluslar arası Tıbbi Hidroloji Birliği (ISMH) tarafından suyun sıcaklığı değerlerine ve toplam iyon konsantrasyonlarına bağlı olarak, yapılan fiziksel sınıflandırmaya göre hipertermal-hipotonik (sıcaklık > 38 °C) olarak gruplanmıştır.

Hidrojeokimya

Kaynak sularında anyon, katyon analizleri yapılmış, kirlenmeyi işaret eden amonyum, nitrat ve nitrit değerlerine de bakılmış ayrıca demir ve mangan değerleri ölçülmüştür.

İçme sularının özelliklerinin saptanması, iklim koşullarına ve su potansiyeline bağlı olarak ülkeden ülkeye değişmektedir. Bu çalışmada inceleme alanındaki su kaynaklarına ait analiz sonuçları, Türk Standartları Enstitüsü (TS 266, 2005; İSKİ, 2006), Avrupa Birliği (EC, 1998; İSKİ, 2006), Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 1999; İSKİ, 2006) ve içme ve kullanma suyu yönetmelik standart değerleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 3.).

İnceleme alanında yapılan EC ölçüm değerleri 1864-1877 µmhos/cm arasında olduğu belirlenmiştir. Bu değerlerin içme suyu standartlarına uygunluk göstermektedir.

Ölçülen pH değerleri içme suyu standartları açısından 6,5-9,5 arasında olması gerekmektedir. Araştırma yapılan kaynaklarda pH 7,65 ile 7,74 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

TS-266'a göre içme suyunda organik madde miktarı 3,5 mg/l den az olmalıdır. Organik madde miktarının artması suda kirlilik olduğuna işaret eder. İncelenen kaynaklarda toplam organik madde miktarı 0,2 mg/l ile 2 mg/l arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Sularda sertlik, toprak ve kayalardaki toprak alkalisi minerallerin parçalanması veya direkt olarak bulaşma yoluyla ortaya çıkmaktadır. İnceleme alanında ölçülen sertlik değerleri 36,72-38,74 Fr.S.° arasındadır. Bu değerler Fransız sertliği değerlerine göre sert sular sınıfına girmektedir.

Çalışma alanı içerisindeki kaynakların analizlerinde demir, mangan, bakır, çinko ve kurşun değerleri dikkate alınmayacak eser değerlerde bulunmuştur.

Sularda bulunan kalsiyum ile karbonat iyonları çalışma alanında yer alan kristalize kireçtaşları ve mermer birimlerinden kaynaklanmaktadır. Sodyum iyonu da çevrede bulunan volkaniklerle ilgilidir.

Sulardaki nitrit ve nitratın asıl kaynağını organik maddeler, azotlu gübreler ve tabiattaki bazı mineraller teşkil etmektedir. Ancak, nitrit oksijen bulunan bir ortamda yükseltgenerek nitrat haline dönüşmektedir. Bu sebeple aerobik ortamda nitrit tabi sularda kısa bir süre için bulunur. Su kalite kriterlerine göre nitrat konsantrasyonu en yüksek 50 mg/l olmalıdır. Çalışma alanında yer alan kaynaklar içerisinde nitrit ve nitrat değerleri 0 ve 0'a yakın değerlerde bulunmuştur. İnceleme alanında yer alan kaynakların çevresinde endüstriyel kuruluşların olmayışı, yerleşim alanları ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan azot bileşiklerinden etkilenmediğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir.

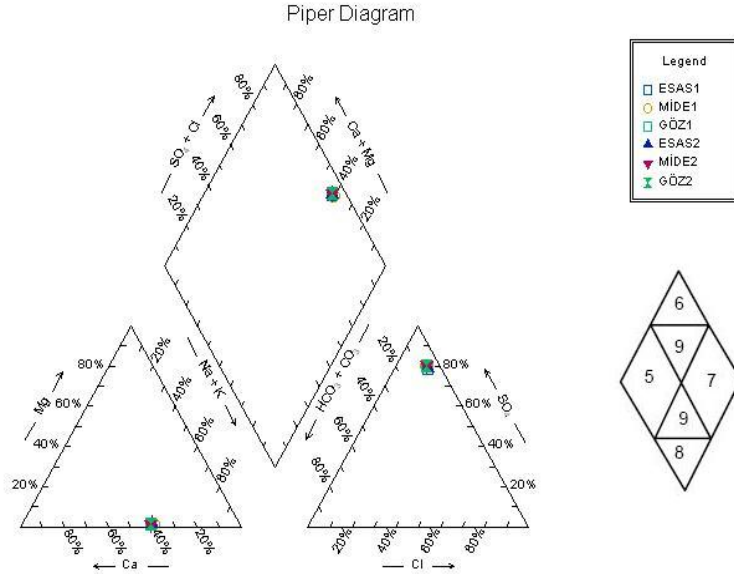
Klorür iyonlarının miktarları sağlıklı su için bir göstergedir. İnceleme alanındaki kaynaklara ait değerler 92,78-105,79 mg/l olup içme suyu standartlarına uygundur.

Çalışma alanındaki kaynaklara ait analiz sonuçları, bölgede daha önceki araştırmacıların elde ettiği analiz sonuçlarıyla karşılaştırıldığında birbirlerine yakın değerler elde edildiği, fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden belirgin bir değişikliğin olmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar aynı zamanda çalışma alanı içerisinde mevsimsel bir değişikliğin olmadığına da işaret etmektedir.

Şekil 3. Bölgede yapılan analiz sonuçlarının önceki yıllarla karşılaştırılması

No	Tarih	T C	pH	EC µmhos/cm	T. Sertlik Fr.S.°	KATYON (mg/l)							ANYON (mg/l)				Kaynak		
						Ca	Mg	NH4	Na	K	Mn	Fe	CO3	HCO3	Cl	SO4		NO3	NO2
Esas 1	13.05.2007	63,80	7,71	1877,00	37,92	148,10	1,90	0,00	249,67	5,84	0,00	0,00	0,00	68,33	105,22	696,21	0,02	0,00	İşk, H.B. 2007
Esas 2	29.10.2007	62,90	7,69	1875,00	37,85	148,00	2,04	0,00	250,70	5,81	0,00	0,00	0,00	67,10	105,79	697,87	0,00	0,00	İşk, H.B. 2007
Göz 1	13.05.2007	58,10	7,74	1867,00	38,52	150,91	1,90	0,00	249,67	5,85	0,00	0,00	0,00	68,33	97,76	712,06	0,02	0,00	İşk, H.B. 2007
Göz 2	29.10.2007	59,10	7,71	1864,00	38,68	151,33	2,04	0,00	250,70	5,83	0,00	0,00	0,00	67,10	96,92	717,90	0,00	0,00	İşk, H.B. 2007
Mide 1	13.05.2007	55,50	7,69	1871,00	36,72	143,72	1,90	0,00	249,67	5,93	0,00	0,00	0,00	68,33	92,78	701,63	0,01	0,00	İşk, H.B. 2007
Mide 2	29.10.2007	53,50	7,65	1875,00	38,74	151,56	2,04	0,00	250,70	5,90	0,00	0,00	0,00	67,10	94,79	721,4	0,00	0,00	İşk, H.B. 2007
Göz suyu		58,80	7,48	1900,00	43,6	170,34	2,43	0,00	271,28	4,69	0,00	0,09	0,00	43,92	89,58	845,00	0,08	0,00	Akan, A. 2005
Esas	03.11.1987	50,60	7,75	1500,00	50,6	197,74	2,80	0,00	228,54	5,87	0,00	0,25	0,00	48,80	97,72	805,50	0,00	0,00	Türk.i.dig.
Esas	1994	67,00	6,88	1880,00	-	194,90	3,00	0,00	243,80	5,80	0,07	0,20	0,00	33,67	96,00	770,00	0,00	0,00	Unalp.D.1994.
Göz	1994	54,00	7,56	2050,00	-	183,00	6,70	0,00	234,00	4,07	0,04	0,10	0,00	23,67	102,00	823,00	0,00	0,00	Unalp.D.1994.
Sondaj	29.01.2002	60,00	7,56	2700,00	39,3	155,31	1,22	0,04	250,59	5,87	0,00	3,75	0,18	42,70	77,00	775,00	0,24	0,01	Sondaj

Çalışma alanından alınan örnekler Piper Diyagramı'na göre 7. bölgede bulunmaktadır. Bu bölgede bulunan sularda, alkaliler ve güçlü asitler egemendir. Karbonat olmayan alkalinite, karbonat alkalinitesinden fazladır. Karbonat olmayan alkalinite % 50'den fazladır. NaCl, Na₂SO₄ ve KCl'ü sular özelliğini taşımaktadır (Şekil 4.).



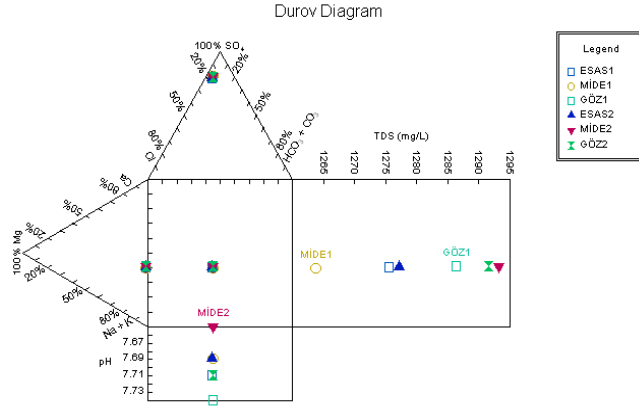
Şekil 4. Örneklere ait Piper diyagramı

Çalışma alanına ait örneklerin Durov Diyagramı'na yerleştirilmesiyle, ana anyonun SO₄⁻², kationun ise Na+K olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 5.).

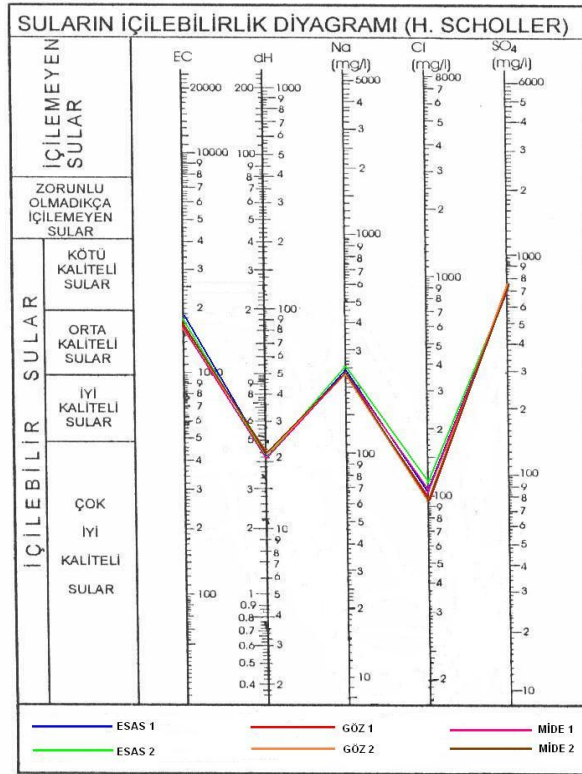
İnceleme alanında yer alan kaynak sularının içilebilirliği Scholler içilebilirlik diyagramı ile değerlendirilmiştir. Kaynakların analiz sonuçları değerlendirildiğinde tüm kaynak sularının devamlı içilebilen sular sınıfında toplandığı gözlenmiştir. Suların kalite açısından değerlendirmesi yapıldığında da tüm kaynakların aynı su kalitesine sahip olduğu gözlenmiştir. Buna göre tüm kaynaklar; EC yönünden orta kaliteli, dH ve Cl yönünden çok iyi kaliteli, Na yönünden iyi kaliteli, SO₄ yönünden kötü kaliteli sular sınıfına girmektedir (Şekil 6.).

Çalışma alanında yer alan kaynaklar Wilcox diyagramında kullanılabilir-şüpheli sular sınıfında yer almaktadır (Şekil, 7).

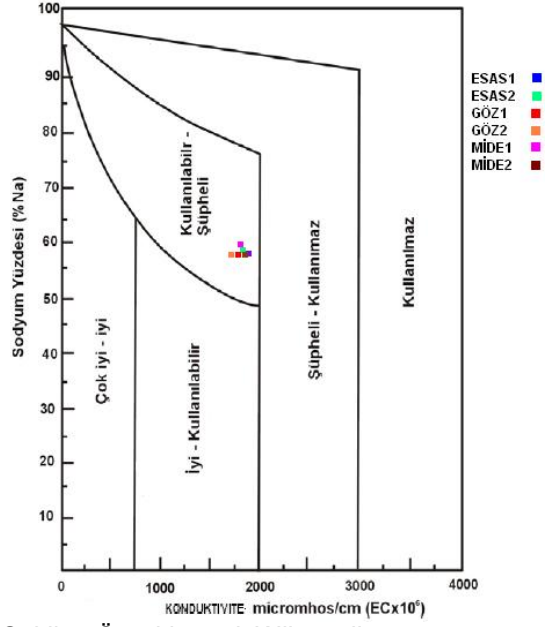
İnceleme alanında bulunan kaynaklar ABD Tuzluluk Diyagramı'nda C3-S1 (Yüksek tuzlu -Az sodyumlu su), C3-S2 (Yüksek tuzlu-Orta sodyumlu su) grubunda yer almaktadır. Göz1, Göz2, Mide2 ölçümleri C3-S1 grubunda yer almakta olup her türlü sulamada kullanılabilir, Esas1, Esas2, Mide1 ölçümleri C3-S2 grubunda yer alarak bazı özel koşullarda kullanılabilir sınıfında yer almaktadır (Şekil 8.).



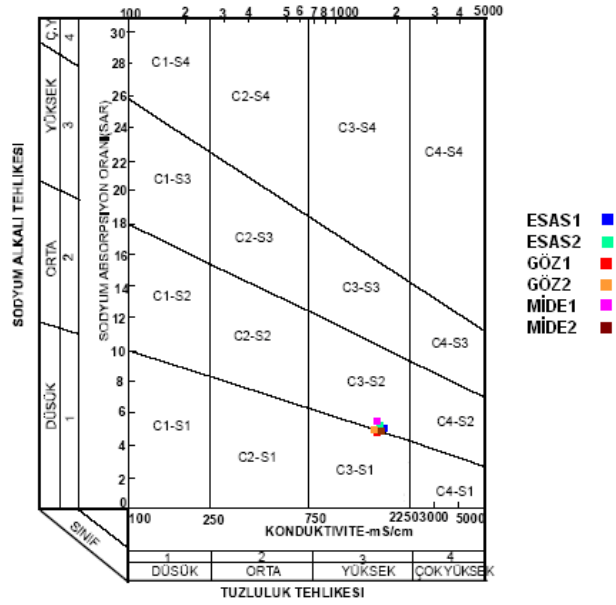
Şekil 5. Örneklere ait Durov diyagramı



Şekil 6. Örneklere ait H. Scholler diyagramı



Şekil 7. Örneklere ait Wilcox diyagramı



Şekil 8. ABD tuzluluk diyagramı

Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada elde edilen analiz sonuçlarına göre Yalova Termal sıcaksu kaynakları “ sodyumlu, kalsiyumlu, sülfatlı, klor içeren” sıcaksu sınıfına girmektedir.

İnceleme alanındaki kaynak suları Uluslar arası Tıbbi Hidroloji Birliği (ISMH) tarafından suyun sıcaklığı değerlerine ve toplam iyon konsantrasyonlarına bağlı olarak, yapılan fiziksel sınıflandırmaya göre hipertermal-hipotonik (sıcaklık > 38 °C) olarak gruplanmıştır.

İnceleme alanında yer alan kaynakların fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından benzerlik göstermeleri kökenlerinin aynı olduğuna işaret etmektedir. Scholler diyagramında gösterilen kaynaklara ait grafiklerin birbirine paralel olması da bunu desteklemektedir.

Çalışma alanının rezervuar kayaç sıcaklığını hesaplamak amacı ile katyon jeotermometre eşitliklerinden Na-K, Na-K-Ca ve Na-K-Ca-Mg jeotermometre eşitliklerinden yararlanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda çalışma alanına ait rezervuar kayacın sıcaklığı 83 °C civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Farklı iki dönemde alınan su örneklerinin analiz sonuçları birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Bu sonuçlar daha önce çeşitli yıllarda diğer araştırmacılar tarafından yapılan analiz sonuçları da göz önüne alındığında sonuçlar arasında paralellik gözlenmektedir. Bu da bölgede mevsimsel bir değişikliğin olmadığını göstermektedir.

Kaynaklar

- AKARTUNA, M., 1952. Armutlu Yarımadası'nın Jeolojik Etüdü, MTA Rap., No.3499, Ankara.
- İSKİ, 2006. İSKİ Faaliyet Raporu, İstanbul, 154 s.
- MTA, 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri MTA Genel Müdürlüğü, ANKARA, 850 s.
- ÜNALP, D. 1994. Yalova ve Armutlu Kaplıcaları Dolayının Hidrojeolojisi ve Sıcaksu Kaynaklarının Kökenlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 75 s.
- YALOVA İL ÇEVRE VE ORMAN MÜDÜRLÜĞÜ, 2006. 2006 Yılı İl Çevre Durum Raporu, 232 s.