



DAVUTLAR KAPLICASI (KUŞADASI-AYDIN) ÇEVRESİNİN
HİDROJEOLOJİSİ ve HİDROJEOKİMYASI

*(Hydrogeology and Hydrogeochemistry of the Davutlar Thermal Spring
and Its Surroundings, Kuşadası, Aydın)*

Gültekin TARCAN* , Şevki FİLİZ* , Ünsal GEMİCİ*

ÖZET / ABSTRACT

Bu çalışma Davutlar-Kuşadası çevresinde yapılan hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelemeleri içermektedir. Haritalanan sahanın dışında gözlenen şistler hidrojeolojik açıdan geçirimsiz temel özelliğindedir. Mesozoyik yaşlı Menderes Masifi'ne ait mermerler soğuk sular için karstik akifer özelliğindedir. Bu birimler aynı zamanda yöredeki sıcak suların da hazne kayasını oluşturur. İçerdiği killi düzeyler nedeniyle jeotermal sistemin örtü kayası olan Neojen yaşlı Kuşadası biriminin içindeki çakıllıtaşı ve ince kireçtaşı düzeyleri ise soğuk sular için akifer özelliğindedir. Neojen yaşlı Kuşadası biriminin killi düzeyleri soğuk su akiferi için geçirimsiz engel kayaları oluşturur. Aktif tektonik hatların ve Pliyosen yaşlı bazaltik volkanitlerin bulunuşu yüksek ısı akısının ve jeotermal gradyanın varlığını göstermektedir. Alüvyon ise gerek beslenme alanının genişliği, gerekse geçirgenliği nedeniyle bol miktarda yeraltı suyu sağlanabilecek iyi bir akiferdir. Ancak son yıllarda artan yazlıkların oluşturduğu betonlaşma nedeniyle, etkin yağışın azalması ve sondajlardan çekilen yeraltı suyunun bilinçsizce kullanılması nedeniyle bu alüvyon akiferde su seviyesi düşüşü ve tuzlanma tehlikesi doğmuştur.

Davutlar Kaplıcası suları Na-Cl-HCO₃ su tipinde olup, kalsiti, dolomiti ve silisyumlu mineralleri çöktürücü özelliklere sahiptir. Yapılan jeotermometre hesaplamaları ve hidrojeolojik-hidrojeokimyasal değerlendirmeler alanda düşük entalpili (70 °C civarı) akışkan içeren bir hidrotermal karst sisteminin varlığını göstermektedir.

This study contains hydrogeological investigations carried out in Davutlar-Kuşadası Region. Schists which are observed at the outside of the mapping area, are impermeable basement rocks known as aquifuge. Overlying marbles are not only karstic aquifer for cold water, but also reservoir for the Davutlar Thermal Water. Conglomerates and lacustrine limestones of the Neogene Kuşadası unit are the aquifer for cold groundwater. The clayey levels of the same unit show an aquiclude characters and are also the cap rock of the geothermal systems of the study area. Pliocene aged basaltic magma may probably be the heat sources. Alluvium is very good aquifer for groundwater deposition and extraction. But these areas and their aquifers have been liable to the danger of the salt water contamination from the sea water intrusion because of the unplanned housing and increasing groundwater usages.

Davutlar Thermal Spring waters are of Na-Cl-HCO₃ type, and oversaturated with respect to carbonate and silica minerals. Estimated geothermometry results and hydrogeological and hydrogeochemical assesments showed the hydrothermal karst system which has low enthalpy fluids (about 70 °C).

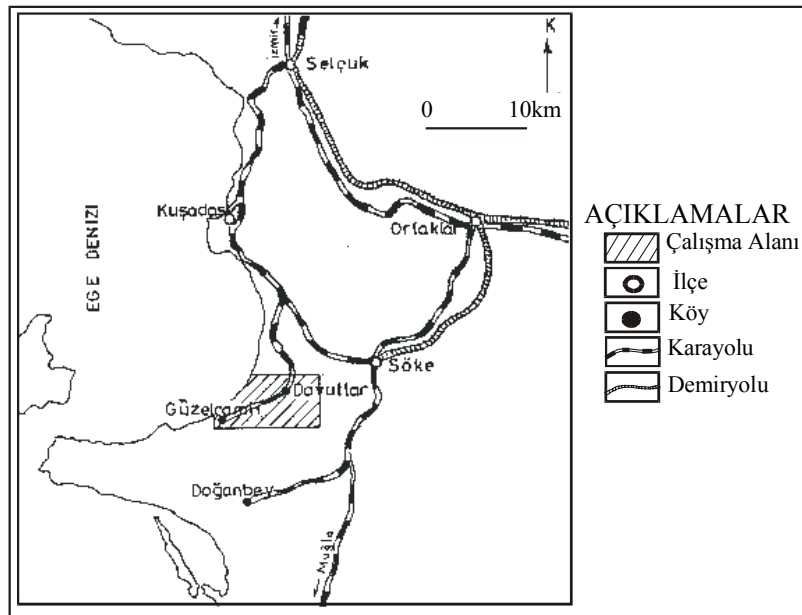
ANAHTAR KELİMELELER / KEY WORDS

Davutlar Kaplıcası-Kuşadası (Aydın), Hidrojeoloji, Hidrojeokimya, Aşırı çekim, Hidrotermal karst sistemi, Jeotermometre

Davutlar Thermal Spring-Kuşadası (Aydın), Hydrogeology, Hydrogeochemistry, Excessive groundwater pumping, Hydrothermal karst system, Geothermometer

1. GİRİŞ

Türkiye'nin önemli turizm merkezlerinden birisi olan Kuşadası'nda gelişen turizme bağlı artan insan ve konut sayısı ile içme-kullanma suyu gereksinmesi önemli bir sorun oluşturmaktadır. Alandaki düzensiz ve plansız yapılaşma ile verimli tarım arazilerinin çoğu yok edilmiş ve buna bağlı olarak da etkin yağışın azalması, akiferlere denizden tuzlu su girişimi, suların kalitelerinin bozulması gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Ayrıca bölgenin aynı zamanda bir jeotermal alan olması ve kaplıca turizmine yönelik uygulamalar alanda çok yönlü hidrojeolojik sorunları da beraberinde getirmektedir. Yörede daha önceden yapılan çalışmalarda yeraltı suyu arama ve üretim çalışmalarına, suların genel kullanım özelliklerine, sahanın jeotermal enerji olanaklarına ve başta Kuşadası İlçe Merkezi'nin çevresi olmak üzere yukarıda belirtilen sorunlara kısmen değinilmiştir (DSİ, 1978 ve 1988; Pınar ve Akçığ, 1991; Ercan, vd., 1991; Yılmaz, vd., 1994; Filiz ve Tarcan, 1993; Filiz ve Tarcan, 1995; Tarcan, vd., 1999). Bu çalışmada Kuşadası İlçesi'nin Davutlar, Güzelçamlı kıyılarındaki jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri incelenmiştir (Şekil 1). Yaklaşık 85 km² lik bir alanda yapılan jeolojik ve hidrojeolojik haritalamaların yanı sıra alandaki bazı sıcak ve soğuk su noktalarının (kaynak ve kuyuların) kimyasal analizleri yaptırılarak, suların yeraltında geçtikleri formasyonlar ve kalitelerini belirlemeye yönelik hidrojeokimyasal değerlendirmeler ile su kimyası haritaları yapılmıştır. Alandaki sıcak suların hazne sıcaklıklarının belirlenmesine yönelik çeşitli jeotermometre uygulamaları ve sıcak suların kullanma alanlarının belirlenmesi; tatlı-tuzlu su ilişkilerinin irdelenmesi; suların kalsit-dolomit ve jips doygunluklarının incelenmesi ve hidrokimyasal sınıflamalarının yapılması çalışmayı tamamlayan diğer öğelerdir.



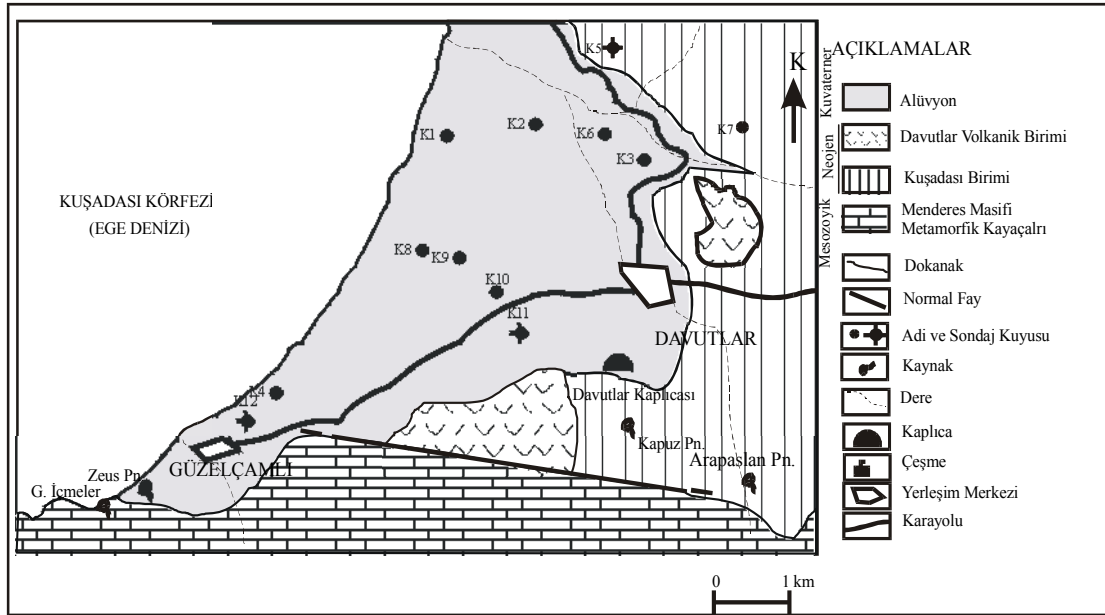
Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

Bu çalışmada yapılan kimya analizlerinde APHA-AWWA-WPCF (1975) standartlarına uyulmuştur. Ayrıca hidrojeokimyasal yorumlamalarda TS-266 standartlarına uygun olarak yapılan DSİ (1978 ve 1988) laboratuvarlarında yapılmış olan suların kimyasal analizlerinden de büyük ölçüde yararlanılmıştır. Tipik Akdeniz İklimi'nin gözlemlendiği alanda Kuşadası Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan 1969-1992 yılları arasındaki 32 yıllık verilere göre

ortalama yıllık yağış miktarı 664 mm dir. Thornthwaite yöntemine göre yapılan su bilançosu hesabında gerçek buharlaşma terleme miktarı (Etr) 360 mm ve Nisan-Ekim ayları arasında ortaya çıkan bilanço su açığı toplamı 455 mm olarak belirlenmiştir.

2. JEOLOJİ

İnceleme alanında yer alan jeolojik oluşumlar stratigrafik konumları ve hidrojeolojik özellikleri dikkate alınarak dört ayrı kaya birimi olarak ele alınmıştır. Bunlar alttan üste doğru Mesozoyik yaşlı Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalar, Neojen yaşlı Kuşadası birimi, yine Neojen yaşlı Davutlar volkanik birimi ve Kuvaterner alüvyon birimleridir (Şekil 2). Alanın temelinde Menderes Masifi'ne ait Mesozoyik yaşlı şist ve mermer birimlerinden oluşan metamorfik kayalar bulunur. Haritalanmış olan sahanın dışında yüzlek veren şistler başlıca muskovit, biyotit şist, kuvars şist ve kalk şistlerden oluşur, mermerlerle uyumlu ve geçişlidir. Orta-kalın katmanlı, bol çatlaklı ve karstik boşluklu, yer yer şist mercerleri de içeren bu mermerler Menderes Masifi'nin üst düzeylerinde olup, Üst Triyas-Üst Kretase yaşlıdır (Çağlayan vd., 1980). Kuşadası birimi olarak adlandırılan ve çakıtaşı, kumtaşı, kiltası ve killi kireçtaşı aralanmasından oluşan Neojen (Miyosen-Pliyosen) yaşlı gölsel tortullar metamorfik temele ait kayaları uyumsuzlukla örtmektedir. Altta ince bir tüfit düzeyi içeren bazaltik volkanitler Menderes Masifi metamorfitlerini ve Neojen'in gölsel tortullarını (Kuşadası birimini) kesmektedir. Çakıl, kum, kil boyutunda malzemelerden oluşan Kuvaterner yaşlı alüvyon yörenin en genç oluşuğudur. Bu birim oldukça geniş bir alanda yayılım gösterir. Menderes Masifi metamorfitleri ile Kuşadası birimi arasında gözlenen yaklaşık doğu-batı doğrultulu fay 85 derece kuzeye eğimli normal faydır.



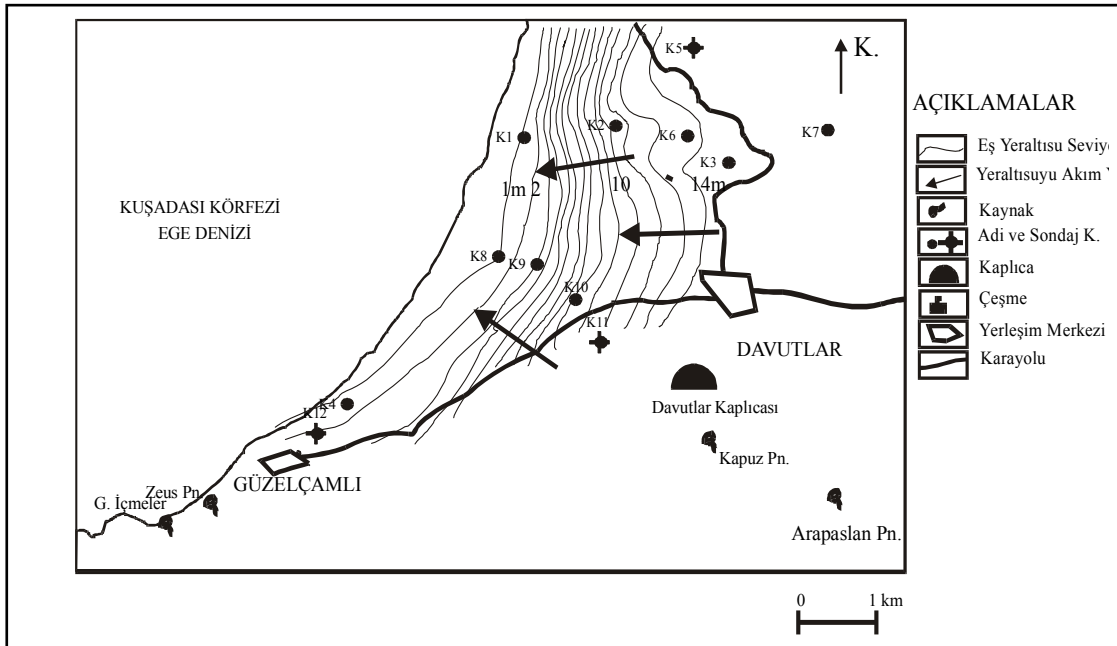
Şekil 2: İnceleme alanı ve çevresinin jeoloji haritası ve su noktalarının yeri

3. HİDROJEOLOJİ

3.1. Kaya Birimlerinin Hidrojeolojik Özellikleri

Haritalanan saha içinde pek gözlenemeyen şistler hidrojeolojik açıdan geçirimsiz temeli oluşturur. Mermerler karstik akifer özelliğinde olup, aynı zamanda yöredeki sıcak suların da hazne kayasını oluşturur. İçerdiği killi düzeyler nedeniyle jeotermal sistemin örtü kayasını

oluşturan Kuşadası biriminin içindeki çakıltası ve ince kireçtaşı düzeyleri soğuk sular için akifer özelliğindedir. Kuşadası biriminin killi düzeyleri ise soğuk su akiferi için geçirimsiz engel kayaları oluşturur. Büyük olasılıkla ana kırık hatlarının ve Pliyosen yaşlı bazaltik volkanitlerin bulunuşu yüksek ısı akısı ve jeotermal gradyanın varlığını göstermektedir. Bazaltik volkanitler yüzeyde fazla yayılım göstermemektedir. Ancak bol kırıklı, çatlaklı ve ayrılmış olması nedeniyle akifer özelliğindedir. Nitekim Şekil 2'deki haritada gözlenen 1991 yılında açılmış olan K₁₁ kuyusunda yaklaşık 40 metrelik bir alüvyon örtüden sonra 140 metreye kadar bazaltik volkanitler geçilmiş olup, 14 l/s debili su elde edilmiştir. Alüvyon ise gerek beslenme alanının genişliği, gerekse geçirgenliği nedeniyle yeraltı suyu sağlayabilecek iyi bir akiferdir. İnceleme alanının deniz kenarında bulunması nedeniyle akiferlerin deniz suyu girişimiyle tuzlanması önemli hidrojeolojik problemlerden birisidir. Mermerler kırıklı ve karstik yapısı nedeniyle yukarıda değinildiği gibi iyi bir akifer olmakla birlikte bu yapısından kaynaklanan deniz suyu girişiminin oldukça fazla görüldüğü birimdir. Yeraltı suyu taban seviyesini de çoğunlukla deniz seviyesi belirlemektedir. Bu nedenle denize yakın yerlerde mermer biriminde açılacak kuyularda deniz seviyesinin altına inilmesi sakıncalıdır. Pliyosen yaşlı Kuşadası birimi ise değişik hidrojeolojik özelliklere sahip kayaçların ardanmasından oluşması nedeniyle daha farklı bir görünüm sunmaktadır. İçerdikleri killi düzeyler geçirimsiz engel kaya olduğundan, denizin kıyısında bile açılacak sondajlarda tatlı su akiferinden yararlanma şansı vardır.



Şekil 3: Davutlar ve çevresinin eş yeraltı su seviye haritası (konturlar 1 metre aralıklarla geçirilmiştir).

İnceleme alanında DSİ ve Toprak Su tarafından açtırılmış bulunan sondaj kuyularında yapılmış olan pompalama deneylerinde Kuşadası biriminin transmissivite değerleri $T = 370-1420 \text{ m}^2/\text{gün}$ arasında bulunmuştur (DSİ, 1978). Alüvyonda açılmış bulunan kuyularda ise bu değer $9800-39500 \text{ m}^2/\text{gün}$ arasında değişmektedir. DSİ (1978) verilerine ve Nisan-1992 saha gözlem ve ölçümlerine dayanılarak yapılan eş yeraltı suyu seviye haritasına göre Davutlar Ovası'ndaki yeraltı suyu genel akım yönü topoğrafyaya uygun olup, batıya (denize) doğrudur (Şekil 3). Hidrolik eğim yaklaşık olarak % 0.4 yani $1/250$ olarak hesaplanmıştır. İnceleme alanında Menderes Masifi metamorfileri yaklaşık 36 km^2 , Kuşadası birimi 21 km^2 ve alüvyon birimi de 23 km^2 alan kaplamaktadır. Artan yazlıklar nedeniyle etkin yağışın azalmış olacağı düşünülerek, yağışın % 20'sinin yeraltına süzülmesi varsayımıyla yapılan bütçe

hesaplamasına göre toplam yeraltı suyu beslenimi 6.5 milyon m³/yıl olarak belirlenmiştir (Altıkardeşler, 1992).

3.2. Hidrojeokimyasal Modelleme

İnceleme alanında belirlenen sıcak ve soğuk suların kimyasal analizleri hidrojeokimyasal açıdan değerlendirilmiştir (Çizelge 1). Yapılan genel hidrojeokimyasal değerlendirmelerde birden fazla analizi olan su noktaları için ortalama değerler, diğer su noktaları ve Davutlar Kaplıcası suları için ise örneklenen tarihteki değerler kullanılmıştır. Bu şekilde suların kimyasal özellikleri her bir su noktası için ayrı ayrı çizelgeler halinde sunulmuştur (Çizelge 2). Çizelgelerin oluşturulmasında kullanılan bazı bağıntılar, parametreler ve termodinamik denge sabitleri Helgeson vd., (1981), Ford and Williams (1989), Şahinci (1991) ve Fetter (1994)'den derlenerek alınmış ve aşağıda kısaca özetlenmiştir.

İyonlaşma Gücü (I): $0.5 \sum C_i Z_i^2$ (C=molarite olarak derişim, Z_i = iyon değeri) bağıntısıyla tanımlanır. İnceleme alanındaki sulara iyon etkinlik katsayılarının (γ 'nın) hesabı için iyonlaşma gücü 0.1' den yüksek olan Davutlar Kaplıcası, Zeus Pınarı, Güzelçamlı İçmeleri ve deniz suyu gibi sulara Davies Bağıntısı ($\log \gamma = -A Z_i^2 (I^{0.5} / 1 + I^{0.5} - 0.2 I)$) kullanılmıştır. İyonlaşma gücü (molarite olarak) 0.1 den düşük olan tüm diğer sulara Debye-Hückel Bağıntısı ($\log \gamma = -A Z_i^2 I^{0.5} / 1 + Br_0 I^{0.5}$) kullanılmıştır. Bağıntılardaki A ve B sabitleri sıcaklık ve basınca bağlı parametreler olup, yapılan hesaplamalarda suların sıcaklıklarına uygun parametreler kullanılmalıdır. Bu çalışmada 42 °C sıcaklıklı Davutlar Kaplıcası suları için A=0.5231, yaklaşık 20 °C sıcaklıklı diğer sular için ise A=0.505, B=0.3276 olarak alınmıştır. Hidratlaşma yarıçapı olan r_0 ise K^+ ve Cl^- için 3, Na^+ , HCO_3^- ve SO_4^{2-} için 4, CO_3^{2-} için 4.5, Ca^{++} için 6 ve Mg^{++} için 8 olarak alınmıştır.

Suların üretim ve iletimi aşamasında olabilecek olası çökellerin önceden tahmin edilmesi alınabilecek önlemler açısından önemli olduğundan, en çok rastlanılan çökel minerallerinin doygunluk hesapları yapılarak çizelgelerde yansıtılmıştır. Pozitif (+) doygunluk indeksleri çöktürücü, negatif (-) doygunluk indeksleri ise çözündürücü özelliğe karşılık gelir. CO₂ kısmi basıncının da atmosfer kısmi basıncından (10^{-3.5} atm.) daha yüksek olması durumunda su çöktürücü ve gaz çıkartıcı özelliğe sahip olarak yorumlanabilir. Kalsit, dolomit, jips doygunluk indeksleri ve CO₂ kısmi basıncı değerleri çeşitli termodinamik denklemlerin (suların sıcaklıklarına uygun denge sabitleri kullanılarak) düzenlenmesiyle oluşturulan aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmıştır.

$$SI_C = \log [(aCa^{++}) (aHCO_3^-) K_2 / K_C \cdot 10^{-pH}] \quad (\text{Kalsit doygunluk indeksi}) \quad (1)$$

$$SI_D = \log [(aCa^{++}) (aMg^{++}) (aHCO_3^-)^2 (K_2)^2 / K_D \cdot 10^{-2pH}] \quad (\text{Dolomit doygunluk indeksi}) \quad (2)$$

$$SI_j = \log [(aCa^{++}) (aSO_4^{2-}) / K_j] \quad (\text{Jips doygunluk indeksi}) \quad (3)$$

$$-\log P_{CO_2} = \log [(10^{-pH}) (aHCO_3^-) / (K_1) (K_{CO_2})] \quad (CO_2 \text{ kısmi basıncı, atm.}) \quad (4)$$

Bağıntılarda a iyon etkinliğini, K ise termodinamik denge sabitini yansıtır. Bu çalışmada yapılan hesaplamalarda (suların sıcaklıklarının standart koşullara çok yakın olması nedeniyle) denge sabitleri 25 °C ve 1 atm. basınç koşulları için aşağıda verilen bağıntılar kullanılmıştır.

$$(aH^+) (aHCO_3^-) / (aH_2CO_3) = K_1 = 10^{-6.35} \quad (\text{Karbonik asit için}) \quad (5)$$

$$(aH^+) (aCO_3^{2-}) / (aHCO_3^-) = K_2 = 10^{-10.33} \quad (\text{Bikarbonat için})$$

$$(6) \quad (aCa^{++}) (aCO_3^{2-}) / (aCaCO_3) = K_C = 10^{-8.49} \quad (\text{Kalsit için}) \quad (7)$$

$$(aCa^{++}) (aMg^{++}) (aCO_3^{2-})^2 / [aCaMg(CO_3)_2] = K_D = 10^{-17} \quad (\text{Dolomit için})$$

(8)

$$(aCa^{++}) (aSO_4^{2-}) / a CaSO_4 = K_j = 10^{-4.61} \quad (\text{Jips için}) \quad (9)$$

$$(aH_2CO_3) / P_{CO_2} = K_{CO_2} = 10^{-1.46} \quad (\text{Karbon dioksit için}) \quad (10)$$

Suların kimyasal analizlerinde yapılabilecek hatalar anyon katyon dengesinden $e = (\text{Toplam Katyon Miktarı (meq/l)} - \text{Toplam Anyon Miktarı (meq/l)} / \text{Toplam İyon Miktarı (meq/l)}) \times 100$ bağıntısıyla hesaplanabilir. Hata yüzdesinin genellikle % 5' den düşük olması istenir. Pozitif değer katyon fazlalığına, negatif değer ise anyon fazlalığına karşılık gelir. Analiz yapımı sırasında ortaya çıkan hatalar dışındaki % 5'den yüksek hata suda analizi yapılmamış iyon türlerinden bazılarının yüksek derişimde olabileceği şeklinde yorumlanmalıdır (Ford and Williams, 1989). Çizelgelerdeki $\text{SAR} = \text{Na}^+ / ((\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/2)^{0.5}$ sulama amaçlı sudaki sodyum tehlikesi, sertlik(Fr) = $5 \times (\text{rCa}^{++} + \text{rMg}^{++})$ toplam Fransız sertliği olarak tanımlanmıştır.

Anyon ve katyonların % meq/l değerlerinin ayrı ayrı işaretlendirildiği iki tane üçgen ve bu üçgenlerin dik açıyla birleştirilmesiyle ortaya çıkan bir kareden oluşan Durov Diyagramı suların toplu halde gösterilmesi ve karşılaştırılabilmesi açısından oldukça kullanışlıdır (Şekil 4).

Çizelge 1. İnceleme alanındaki suların kimyasal analizleri (İyon derişimleri meq/l, EC $\mu\text{mho/cm}$)

No	Örnek No ve Adı	Örn. Tarihi	EC	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	SO ₄ ⁼
1	K ₁ Kuyusu	27.5.1988	680	7.1	0.5	0.1	4	2.5	1.1	5.4	0.6	0.2
1	K ₁ Kuyusu	22.7.1988	1000	7.6	0.5	0.1	1.8	4.1	0.9	4.4	0.4	0.8
1	K ₁ Kuyusu	19.8.1988	660	7.4	0.4	0.1	2.5	2.2	0.7	3.8	0.4	0.3
1	K ₁ Kuyusu	6.10.1988	740	7.9	0.7	0.1	3.4	3.8	1.2	5.4	0.6	0.8
2	K ₂ Kuyusu	22.7.1988	1400	8.1	0.9	0.1	3.4	3	3.1	3.5	0.4	0.4
2	K ₂ Kuyusu	19.8.1988	1400	7.4	0.7	0.1	3.7	2.8	1.7	5.2	0.2	0.2
3	K ₃ Kuyusu	22.7.1988	1000	7.7	0.5	0.1	3	3.7	2	3.9	0.6	0.8
3	K ₃ Kuyusu	19.8.1988	840	7.5	0.6	0.1	1.5	2.7	0.8	3.1	0.4	0.6
3	K ₃ Kuyusu	6.10.1988	800	7.2	0.8	0.1	4.2	3.4	1.4	6.3	-	0.8
3	K ₃ Kuyusu	23.3.1989	784	7.6	1.1	0.1	4.1	2.9	1.6	5.5	1	0.1
4	K ₄ Kuyusu	27.5.1988	840	7.3	1.4	0.1	4.5	1.6	3.1	3.8	-	0.1
4	K ₄ Kuyusu	22.7.1988	1000	7.5	1.3	0.1	3.4	2	2.8	3.9	-	0.1
4	K ₄ Kuyusu	19.8.1988	1400	7.7	2.7	0.1	3.8	2.2	4.6	4	-	0.2
4	K ₄ Kuyusu	6.10.1988	1300	7.4	3.5	0.1	5.4	2.2	5.4	5.3	-	0.4
4	K ₄ Kuyusu	23.3.1988	1300	7.4	5.2	0.1	4.9	2.3	6.6	4.3	-	0.4
5	* K ₅ Kuyusu	18.4.1992	994	7.1	2	0.05	3.6	2.21	1.47	5.92	-	0.61
6	# K ₆ Kuyusu	DSİ-1978	624	8.1	1.32	0.09	1.5	3.5	0.9	3.2	0.6	1.71
7	# K ₇ Kuyusu	DSİ-1978	1011	8	2.44	0.18	2.1	6.1	2.5	4.55	1	2.77
8	# K ₈ Kuyusu	DSİ-1978	714	8.1	2.16	0.12	1.8	3.2	1.2	4.45	0.9	0.91
9	# K ₉ Kuyusu	DSİ-1978	714	7.9	2.24	0.18	2.5	2.5	0.8	4.9	-	1.7
10	* K ₁₀ Kuyusu	18.4.1992	535	7.8	0.98	0.06	1.6	2.8	0.8	3.25	-	1.39
11	* K ₁₁ Kuyusu	18.4.1992	1000	6.1	1.83	0.08	5.59	2.38	4.09	5.19	-	1.31
12	* K ₁₂ Kuyusu	18.4.1992	860	7.6	0.52	0.05	2.55	4.58	0.73	6.48	-	0.5
13	Davutlar Kapl.	27.5.1988	9200	6.1	84	3.3	20.2	8	75	37.5	-	2.7
13	Davutlar Kapl.	22.7.1988	9600	6.4	48	2.8	13.5	12	75	20.8	-	0.6
13	Davutlar Kapl.	19.8.1988	9800	6.2	70	2.9	19.5	7.5	75	23.2	-	2.1
13	Davutlar Kapl.	6.10.1988	7600	6.3	71	3.1	19.1	9	74	25.8	-	1.8
13	Davutlar Kapl.	23.9.1989	8400	6.2	76	2.3	18.4	6	79	23	-	0.1
13	+Dav Kapl 43 °C	MTA1994	10380	6.1	60	3.6	28.9	14.1	77.4	30.3	-	16.6
13	* Davutlar Kapl.	18.4.1992	11000	6.1	76	1.6	17	7.9	74	25	-	2.2
13	**Davutlar Kapl.		-	6.3	61.7	0.51	18.2	9.6	63.4	25.3	-	1.25
15	Karpuz Pınarı	22.7.1988	900	7.5	0.4	0.1	1.8	3.2	0.8	4.3	0.4	5
15	Karpuz Pınarı	19.8.1988	640	7.4	0.4	0.1	1.8	2.7	0.4	4.4	0.2	6
15	Karpuz Pınarı	6.10.1988	670	7.7	0.8	0.1	2.7	2.7	0.8	5.1	0.2	6
16	Havtanın Ces.	27.5.1988	620	7.3	0.6	0.1	4.1	1.1	1	4.8	0.2	0.11
16	Havtanın Ces.	22.7.1988	800	7.5	0.6	0.1	2.3	2.5	1	3.8	0.3	0.1
16	Havtanın Ces.	19.8.1988	840	7.3	0.6	0.1	3.2	2.2	0.6	5	0.4	0.1
16	Havtanın Ces.	6.10.1988	620	7.2	0.7	0.1	3.9	1.6	0.3	5.9	0.6	0.1
16	Havtanın Ces.	23.3.1989	580	7.2	1.1	0.1	3.9	2.1	1	5.9	0.4	0.3
17	Zeus Pınarı	19.8.1988	10000	6.9	58	1.6	11.7	13.7	74	9.3	-	2.1
17	Zeus Pınarı	6.10.1988	8100	6.7	93	2.8	12.7	13.8	108	11	-	2.9
17	Zeus Pınarı	23.3.1989	6000	6.9	62	1.4	9.7	10.6	69	8.3	-	4.6
17	*Zeus Pınarı	18.4.1992	10000	6.6	81	1.3	15.5	14.6	96	11.4	-	9.3
18	G.Camlı İcmeler	22.7.1988	15000	6.9	64	8.3	11.5	25.1	89	7.9	-	106
18	G.Camlı İcmeler	19.8.1988	13000	6.9	90	3.0	12.5	24.5	117	8.7	-	130
18	G.Camlı İcmeler	23.3.1988	13000	6.9	121	3.1	13	21.0	142	7.5	-	158
19	*Arapaslan Pına.	18.4.1992	510	6.65	0.65	0.05	3.14	1.97	0.45	4.19	-	2.31
20	Davutlar Deresi	22.7.1988	620	8.7	0.3	0.1	1.6	1.9	0.8	2.7	0.4	-
20	Davutlar Deresi	19.8.1988	660	8	0.4	0.1	2.0	2.0	0.5	3.5	0.4	0.1
20	Davutlar Deresi	6.10.1988	520	8.1	0.4	0.1	3.0	2.2	0.3	4.7	0.6	0.1
21	+Deniz Suvu	1994 MTA	47000	7.1	531	9.7	24	126	626	3	-	65
21	*Deniz Suvu	18.4.1992	57000	8.2	532	11	25	112	641	3.15	1.0	68

DSİ (1978)'den alınan analizler, + MTA tarafından yapılan analizler (Yılmaz 1994'den), * DEÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü Jeokimya Laboratuvarı'nda yapılan analizler, ** Ercan vd. 1992' den alınan analiz sonucu, geri kalanların tümü Nail Kayhan (Jeo. Yük. Müh.) tarafından örneklendirilerek, Aydın DSİ Laboratuvarı 'nda yapılan analizlerdir. Eksik görülen CO₃ analizleri pH değerinin düşüklüğü nedeniyle kayıt limitlerinin altındadır.

Çizelge 2. İnceleme alanındaki su noktalarının hidrojeokimyasal özellikleri

Örnek Adı : K1 Kuyusu		Lab. :	DSİ	pH(-logH)	7,5				
Örneklem Tarihi:1988 ortalama (ayrı tarihte 4 örnek)					EC(µmho/cm) 770				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a	
Na ⁺	12	0,52	7,80	10,6	0,00052	0,0003	0,90	0,0005	
K ⁺	4	0,10	1,53	3,5	0,00010	0,0001	0,90	0,0001	
Ca ⁺⁺	59	2,94	43,98	52,2	0,00147	0,0029	0,67	0,0010	
Mg ⁺⁺	38	3,13	46,69	33,6	0,00156	0,0031	0,69	0,0011	
Cl ⁻	35	0,99	14,59	9,6	0,00099	0,0005	0,90	0,0009	
HCO ₃ ⁻	290	4,75	70,31	79,5	0,00475	0,0024	0,90	0,0043	
SO ₄ ⁻	25	0,52	7,70	6,8	0,00026	0,0005	0,66	0,0002	
CO ₃ ⁻	15	0,50	7,39	4,1	0,00025	0,0005	0,66	0,0002	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)			6,694	Toplam Katyon (mg/l)			113,0		
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)			6,761	Toplam Anyon (mg/l)			365,0		
Toplam İyon Miktarı (meq/l)			13,46	Toplam İyon (mg/l)			478,0		
İyonlaşma Gücü (mol/l)			0,010	% e (Hata Yüzdesi)			-0,50		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)			0,300	Sertlik (Fr)			30,35		
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ .CO ₃) Oranı			0,171	rCa/rMg Oranı			0,94		
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)			0,199	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2,15		
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)			0,424	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Bas.)			-2,08		
Fo (Köpürme Katsayısı)			40,4						
Hidrokimyasal fas. tipi: Ca-Mg-HCO ₃ -Cl									

Örnek Adı : K2 Kuyusu		Lab. :	DSİ	pH(-logH)	7,75				
Örneklem Tarihi:1988 ortalama (ayrı tarihte 2 örnek)					EC(µmho/cm) 1400				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	A	
Na ⁺	18	0,78	10,72	14,1	0,00078	0,0004	0,90	0,0007	
K ⁺	4	0,10	1,40	3,1	0,00010	0,0001	0,90	0,0001	
Ca ⁺⁺	71	3,54	48,49	55,5	0,00177	0,0035	0,67	0,0012	
Mg ⁺⁺	35	2,88	39,39	27,3	0,00144	0,0029	0,68	0,0010	
Cl ⁻	85	2,40	32,68	22,8	0,00240	0,0012	0,90	0,0021	
HCO ₃ ⁻	265	4,34	59,25	71,0	0,00434	0,0022	0,90	0,0039	
SO ₄ ⁻	14	0,29	3,98	3,8	0,00015	0,0003	0,65	0,0001	
CO ₃ ⁻	9	0,30	4,09	2,4	0,00015	0,0003	0,66	0,0001	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)			7,307	Toplam Katyon (mg/l)			128,0		
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)			7,332	Toplam Anyon (mg/l)			373,0		
Toplam İyon Miktarı (meq/l)			14,639	Toplam İyon (mg/l)			501,0		
İyonlaşma Gücü (mol/l)			0,011	% e (Hata Yüzdesi)			-0,17		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)			0,437	Sertlik (Fr)			32,11		
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ .CO ₃) Oranı			0,485	rCa/rMg Oranı			1,23		
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)			0,486	Slj(Jips Doygunluk İnd.)			-2,33		
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)			0,220	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)			-2,37		
Fo (Köpürme Katsayısı)			56,5						
Hidrokimyasal fasiyesi tipi: Ca-Mg-HCO ₃ -Cl									

Örnek Adı : K3 Kuyusu		Lab. :	DSİ	pH(-logH)	7,5				
Örneklem Tarihi : 1988 ortalama (ayrı tarihte 4 örnek)					EC(µmho/cm) 845				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	A	
Na ⁺	17	0,74	10,33	13,8	0,00074	0,0004	0,90	0,0007	
K ⁺	4	0,10	1,43	3,3	0,00010	0,0001	0,90	0,0001	
Ca ⁺⁺	64	3,19	44,60	52,0	0,00160	0,0032	0,67	0,0011	
Mg ⁺⁺	38	3,13	43,64	30,9	0,00156	0,0031	0,68	0,0011	
Cl ⁻	51	1,44	19,89	13,4	0,00144	0,0007	0,90	0,0013	
HCO ₃ ⁻	287	4,70	65,11	75,3	0,00470	0,0024	0,90	0,0042	
SO ₄ ⁻	28	0,58	8,07	7,3	0,00029	0,0006	0,65	0,0002	
CO ₃ ⁻	15	0,50	6,92	3,9	0,00025	0,0005	0,66	0,0002	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)			7,161	Toplam Katyon (mg/l)			123,0		
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)			7,226	Toplam Anyon (mg/l)			381,0		
Toplam İyon Miktarı (meq/l)			14,386	Toplam İyon (mg/l)			504,0		
İyonlaşma Gücü (mol/l)			0,011	% e (Hata Yüzdesi)			-0,45		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)			0,416	Sertlik (Fr)			31,59		
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ .CO ₃) Oranı			0,248	rCa/rMg Oranı			1,02		
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)			0,224	Slj(Jips Doygunluk İnd.)			-2,08		
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)			0,438	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)			-2,08		
Fo (Köpürme Katsayısı)			53,8						
Hidrokimyasal fasiyesi tipi: Ca--Mg-HCO ₃									

Örnek Adı : K4 Kuyusu		Lab. :	DEÜ	pH(-logH)	7,16				
Örneklem Tarihi:1988 ortalama (ayrı tarihte 5 örnek)					EC(µmho/cm) 1200				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a	
Na ⁺	65	2,83	30,15	35,7	0,00283	0,0014	0,89	0,0025	
K ⁺	4	0,10	1,09	2,2	0,00010	0,0001	0,89	0,0001	
Ca ⁺⁺	88	4,39	46,83	48,4	0,00220	0,0044	0,65	0,0014	
Mg ⁺⁺	25	2,06	21,93	13,7	0,00103	0,0021	0,67	0,0007	
Cl ⁻	160	4,51	47,86	36,0	0,00451	0,0023	0,89	0,0040	
HCO ₃ ⁻	260	4,26	45,24	58,6	0,00426	0,0021	0,89	0,0038	
SO ₄ ⁻	12	0,25	2,65	2,7	0,00013	0,0003	0,63	0,0001	
CO ₃ ⁻	12	0,40	4,25	2,7	0,00020	0,0004	0,64	0,0001	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)			9,377	Toplam Katyon (mg/l)			182,0		
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)			9,422	Toplam Anyon (mg/l)			444,0		
Toplam İyon Miktarı (meq/l)			18,799	Toplam İyon (mg/l)			626,0		
İyonlaşma Gücü (mol/l)			0,013	% e (Hata Yüzdesi)			-0,24		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)			1,575	Sertlik (Fr)			32,24		
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ .CO ₃) Oranı			0,918	rCa/rMg Oranı			2,14		
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)			-0,037	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2,33		
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)			-0,402	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)			-1,79		
Fo (Köpürme Katsayısı)			183,3						
Hidrokimyasal fas. Tipi : Ca-Na-Mg-Cl-HCO ₃									

Örnek Adı : K5 Kuyusu		Lab. :	DEÜ	pH(-logH)	7,1				
Örneklem Tarihi : 18.4.1992					EC(µmho/cm) 994				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a	
Na ⁺	46	2,00	25,44	31,3	0,00200	0,0010	0,90	0,0018	
K ⁺	2	0,05	0,65	1,4	0,00005	0,0000	0,90	0,0000	
Ca ⁺⁺	72	3,59	45,68	49,0	0,00180	0,0036	0,67	0,0012	
Mg ⁺⁺	27	2,22	28,23	18,4	0,00111	0,0022	0,68	0,0008	
Cl ⁻	25	0,70	9,75	6,0	0,00070	0,0004	0,90	0,0006	
HCO ₃ ⁻	361	5,92	81,89	87,0	0,00592	0,0030	0,90	0,0053	
SO ₄ ⁻	29	0,60	8,36	7,0	0,00030	0,0006	0,65	0,0002	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)			7,865	Toplam Katyon (mg/l)			147,0		
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)			7,227	Toplam Anyon (mg/l)			415,0		
Toplam İyon Miktarı (meq/l)			15,092	Toplam İyon (mg/l)			562,0		
İyonlaşma Gücü (mol/l)			0,011	% e (Hata Yüzdesi)			4,23		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)			1,174	Sertlik (Fr)			29,07		
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı			0,108	rCa/rMg Oranı			1,62		
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)			-0,024	Slj(Jips Doyg. İndeksi)			-2,01		
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)			-0,256	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)			-1,58		
Fo (Köpürme Katsayısı)			128,1						
Hidrokimyasal fas. tipi: Ca-Mg-Na-HCO ₃									

Örnek Adı: K6 Kuyusu		Lab. :	DSİ	pH(-logH)	8,1				
Örneklem Tarihi : 1978					EC(µmho/cm) 624				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a	
Na ⁺	30	1,30	20,41	28,3	0,00130	0,0007	0,90	0,0012	
K ⁺	4	0,09	1,40	3,3	0,00009	0,0000	0,90	0,0001	
Ca ⁺⁺	30	1,50	23,41	28,3	0,00075	0,0015	0,68	0,0005	
Mg ⁺⁺	43	3,50	54,78	40,2	0,00175	0,0035	0,69	0,0012	
Cl ⁻	31	0,88	13,75	9,5	0,00088	0,0004	0,90	0,0008	
HCO ₃ ⁻	195	3,20	50,09	59,8	0,00320	0,0016	0,90	0,0029	
SO ₄ ⁻	82	1,71	26,77	25,1	0,00086	0,0017	0,66	0,0006	
CO ₃ ⁻	18	0,60	9,39	5,5	0,00030	0,0006	0,67	0,0002	
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)			6,395	Toplam Katyon (mg/l)			106,1		
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)			6,392	Toplam Anyon (mg/l)			326,6		
Toplam İyon Miktarı (meq/l)			12,787	Toplam İyon (mg/l)			432,7		
İyonlaşma Gücü (mol/l)			0,010	% e (Hata Yüzdesi)			0,02		
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)			0,825	Sertlik (Fr)			25,00		

rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı	0,159	rCa/rMg Oranı	0,43
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)	0,336	Slj(Jips Doyg. İnd.)	-1,93
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)	1,040	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs.Bas.)	-2,85
Fo (Köpürme Katsayısı)	87,9		
Hidrokimyasal fas:Mg-Ca-Na-HCO ₃ -SO ₄			

rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı	0,121	rCa/rMg Oranı	1,00
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)	0,537	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)	-1,72
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)	1,074	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)	-2,47
Fo (Köpürme Katsayısı)	153,0		
Hidrokimyasal fas.:Ca-Mg-Na-HCO ₃ -SO ₄			

Çizelge 2. Devam

Örnek Adı: K7 Kuyusu						pH(-logH)	8
Örneklem Tarihi : 1978						EC(µmho/cm)	1011
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ
Na ⁺	56	2,44	22,56	31,3	0,00244	0,0012	0,88
K ⁺	7	0,18	1,67	3,9	0,00018	0,0001	0,87
Ca ⁺⁺	42	2,10	19,41	23,5	0,00105	0,0021	0,62
Mg ⁺⁺	74	6,10	56,37	41,3	0,00305	0,0061	0,64
Cl ⁻	89	2,50	23,09	16,7	0,00250	0,0013	0,87
HCO ₃ ⁻	278	4,56	42,09	52,5	0,00456	0,0023	0,88
SO ₄ ⁻	133	2,77	25,59	25,1	0,00139	0,0028	0,60
CO ₃ ⁻	30	1,00	9,24	5,7	0,00050	0,0010	0,60
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				10,823	Toplam Katyon (mg/l)		179,4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10,828	Toplam Anyon (mg/l)		529,7
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				21,651	Toplam İyon (mg/l)		709,1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,017	% e (Hata Yüzdesi)		-0,03
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1,205	Sertlik (Fr)		41,01
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0,300	rCa/rMg Oranı		0,34
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,485	Slj(Jips Doyg. İnd.)		-1,65
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				1,436	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)		-2,61
Fo (Köpürme Katsayısı)				165,4			
Hidrokimyasal fas: Mg-Na-HCO ₃ -SO ₄ -Cl							

Örnek Adı : K10 Kuyusu						DEÜ	pH(-logH)	7,8
Örneklem Tarihi : 18.4.1992							EC(µmho/cm)	535
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a
Na ⁺	23	0,98	18,02	24,8	0,00098	0,0005	0,91	0,0009
K ⁺	2	0,06	1,11	2,6	0,00006	0,0000	0,91	0,0001
Ca ⁺⁺	32	1,60	29,40	35,2	0,00080	0,0016	0,70	0,0006
Mg ⁺⁺	34	2,80	51,47	37,4	0,00140	0,0028	0,71	0,0010
Cl ⁻	28	0,80	14,69	9,7	0,00080	0,0004	0,91	0,0007
HCO ₃ ⁻	198	3,25	59,74	67,6	0,00325	0,0016	0,91	0,0030
SO ₄ ⁻	67	1,39	25,56	22,8	0,00070	0,0014	0,68	0,0005
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				5,441	Toplam Katyon (mg/l)			91,0
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				5,442	Toplam Anyon (mg/l)			293,5
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				10,882	Toplam İyon (mg/l)			384,5
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,008	% e (Hata Yüzdesi)			-0,01
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,661	Sertlik (Fr)			22,00
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,172	rCa/rMg Oranı			0,57
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,087	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1,96
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				0,416	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)			-2,54
Fo (Köpürme Katsayısı)				65,5				
Hidrokimyasal fas. tipi:Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄								

Örnek Adı : K8 Kuyusu						pH(-logH)	8,1	
Örneklem Tarihi : 1978						EC(µmho/cm)	714	
İYON	mg/l	Meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a
Na ⁺	50	2,16	29,68	38,4	0,00216	0,0011	0,90	0,0019
K ⁺	5	0,12	1,65	3,6	0,00012	0,0001	0,90	0,0001
Ca ⁺⁺	36	1,80	24,72	27,9	0,00090	0,0018	0,67	0,0006
Mg ⁺⁺	39	3,20	43,95	30,1	0,00160	0,0032	0,68	0,0011
Cl ⁻	43	1,20	16,07	11,1	0,00120	0,0006	0,90	0,0011
HCO ₃ ⁻	272	4,45	59,66	70,6	0,00445	0,0022	0,90	0,0040
SO ₄ ⁻	44	0,91	12,20	11,4	0,00046	0,0009	0,65	0,0003
CO ₃ ⁻	27	0,90	12,06	7,0	0,00045	0,0009	0,66	0,0003
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7,281	Toplam Katyon (mg/l)			129,4
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				7,461	Toplam Anyon (mg/l)			384,8
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				14,742	Toplam İyon (mg/l)			514,2
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,011	% e (Hata Yüzdesi)			-1,22
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1,367	Sertlik (Fr)			25,00
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ +CO ₃) Oranı				0,192	rCa/rMg Oranı			0,56
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				0,552	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-2,13
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				1,354	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)			-2,71
Fo (Köpürme Katsayısı)				143,4				
Hidrokimyasal fas. : Mg-Na-Ca-HCO ₃								

Örnek Adı : K11 Kuyusu						DEÜ	pH(-logH)	6,1
Örneklem Tarihi : 18.4.1992							EC(µmho/cm)	1000
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a
Na ⁺	42	1,83	18,53	22,6	0,00183	0,0009	0,88	0,0016
K ⁺	3	0,08	0,81	1,7	0,00008	0,0000	0,88	0,0001
Ca ⁺⁺	112	5,59	56,57	60,2	0,00279	0,0056	0,63	0,0018
Mg ⁺⁺	29	2,38	24,09	15,5	0,00119	0,0024	0,65	0,0008
Cl ⁻	145	4,09	38,60	27,6	0,00409	0,0020	0,88	0,0036
HCO ₃ ⁻	317	5,19	49,02	60,4	0,00519	0,0026	0,88	0,0046
SO ₄ ⁻	63	1,31	12,38	12,0	0,00066	0,0013	0,61	0,0004
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				9,881	Toplam Katyon (mg/l)			186,2
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				10,590	Toplam Anyon (mg/l)			524,7
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				20,471	Toplam İyon (mg/l)			710,8
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,015	% e (Hata Yüzdesi)			-3,47
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				0,917	Sertlik (Fr)			39,85
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı				0,629	rCa/rMg Oranı			2,35
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)				-0,920	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)			-1,53
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)				-2,212	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)			-0,65
Fo (Köpürme Katsayısı)				119,8				
Hidrokimyasal fas. : Ca-Mg-HCO ₃ -Cl								

Örnek Adı : K9 Kuyusu						pH(-logH)	7,9	
Örneklem Tarihi : 1978						EC(µmho/cm)	714	
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a
Na ⁺	52	2,24	30,20	37,0	0,00224	0,0011	0,90	0,0020
K ⁺	7	0,18	2,43	5,1	0,00018	0,0001	0,90	0,0002
Ca ⁺⁺	50	2,50	33,69	36,0	0,00125	0,0025	0,67	0,0008
Mg ⁺⁺	30	2,50	33,69	21,9	0,00125	0,0025	0,68	0,0009
Cl ⁻	28	0,80	10,80	6,9	0,00080	0,0004	0,90	0,0007
HCO ₃ ⁻	299	4,90	66,22	73,1	0,00490	0,0025	0,90	0,0044
SO ₄ ⁻	82	1,70	22,98	20,0	0,00085	0,0017	0,65	0,0006
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7,421	Toplam Katyon (mg/l)			139,1
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				7,403	Toplam Anyon (mg/l)			409,0
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				14,824	Toplam İyon (mg/l)			548,1
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,011	% e (Hata Yüzdesi)			0,13
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)				1,417	Sertlik (Fr)			25,00

Örnek Adı : K12 Kuyusu						DEÜ	pH(-logH)	7,6
Örneklem Tarihi : 18.4.1992							EC(µmho/cm)	860
İYON	mg/l	Meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	AC
Na ⁺	12	0,52	6,76	9,9	0,00052	0,0003	0,90	0,0005
K ⁺	2	0,05	0,65	1,6	0,00005	0,0000	0,89	0,0000
Ca ⁺⁺	51	2,55	33,12	42,3	0,00127	0,0025	0,66	0,0008
Mg ⁺⁺	56	4,58	59,48	46,1	0,00229	0,0046	0,68	0,0016
Cl ⁻	26	0,73	9,46	5,8	0,00073	0,0004	0,89	0,0007
HCO ₃ ⁻	395	6,48	84,05	88,8	0,00648	0,0032	0,90	0,0058
SO ₄ ⁻	24	0,50	6,49	5,4	0,00025	0,0005	0,65	0,0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)				7,700	Toplam Katyon (mg/l)			120,7
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)				7,712	Toplam Anyon (mg/l)			445,3
Toplam İyon Miktarı (meq/l)				15,412	Toplam İyon (mg/l)			566,0
İyonlaşma Gücü (mol/l)				0,012	% e (Hata Yüzdesi)			-0,08

SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)	0,276	Sertlik (Fr)	35,65
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı	0,105	rCa/rMg Oranı	0,56
Slc (Kalsit Doyg. İndeksi)	0,361	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)	-2,25
Sld(Dolomit Doyg. İndeksi)	0,976	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)	-2,05
Fo (Köpürme Katsayısı)	36,2		
Hidrokimyasal fas. tipi: Mg-Ca-HCO ₃			

SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)	0,414	Sertlik (Fr)	26,74
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ .CO ₃) Oranı	0,143	rCa/rMg Oranı	1,85
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)	0,211	Slj(Jips Doyg. İndeksi)	-2,63
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)	0,153	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi B.)	-1,95
Fo (Köpürme Katsayısı)	49,8		
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Mg-HCO ₃			

Çizelge 2. Devam

Örnek Adı :Davutlar Kaplıcaı Sondajı (13)	Lab. no.	DEÜ	pH	6,2				
Örneklem Tarihi: 18.4.1992	Sıcaklık	42 °C	EC(µmho/cm)	11000				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.SCZ ²	γ	a
Na ⁺	1740	75,69	74,01	77,6	0,07569	0,0378	0,76	0,0574
K ⁺	64	1,64	1,60	2,9	0,00164	0,0008	0,76	0,0012
Ca ⁺⁺	340	16,97	16,59	15,2	0,00848	0,0170	0,33	0,0028
Mg ⁺⁺	97	7,98	7,80	4,3	0,00399	0,0080	0,33	0,0013
Cl ⁻	2624	73,96	73,45	62,1	0,07396	0,0370	0,76	0,0560
HCO ₃ ⁻	1501	24,61	24,44	35,5	0,02461	0,0123	0,76	0,0186
SO ₄ ⁻	102	2,13	2,11	2,4	0,00106	0,0021	0,33	0,0004
Toplam Katyon (meq/l)		102,269	Toplam Katyon (mg/l)		2241,0			
Toplam Anyon (meq/l)		100,691	Toplam Anyon (mg/l)		4227,0			
Toplam İyon (meq/l)		202,960	Toplam İyon (mg/l)		6468,0			
İyonlaşma Gücü (mol/l)		0,115	% e (Hata Yüzdesi)		0,78			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)		21,431	Sertlik (Fr)		124,72			
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı		2,767	rCa/rMg Oranı		2,13			
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)		0,147	Slj (Jips Doyg. İndeksi)		-1,40			
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)		0,748	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)		-0,08			
Fo (Köpürme Katsayısı)		4820,5	SiO ₂ (mg / l)		43,00			
Hidrokimyasal fas. tipi: Na-Cl-HCO ₃								

Örnek Adı : Zeus Pınarı (17)	Lab no.	DEÜ	pH	6,6				
Örneklem Tarihi: 18.04.1992	Sıcaklık	20 °C	EC(µmho/cm)	10000				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.SCZ ²	γ	a
Na ⁺	1857	80,77	72,03	77,5	0,08077	0,0404	0,76	0,0610
K ⁺	52	1,33	1,19	2,2	0,00133	0,0007	0,76	0,0010
Ca ⁺⁺	310	15,47	13,80	12,9	0,00773	0,0155	0,33	0,0025
Mg ⁺⁺	177	14,56	12,98	7,4	0,00728	0,0146	0,33	0,0024
Cl ⁻	3400	95,83	82,22	74,8	0,09583	0,0479	0,76	0,0724
HCO ₃ ⁻	696	11,41	9,79	15,3	0,01141	0,0057	0,76	0,0086
SO ₄ ⁻	447	9,31	7,99	9,8	0,00466	0,0093	0,33	0,0015
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)		112,133	Toplam Katyon Miktarı (mg/l)		2396,0			
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)		116,554	Toplam Anyon Miktarı (mg/l)		4543,0			
Toplam İyon Miktarı (meq/l)		228,686	Toplam İyon Miktarı (mg/l)		6939,0			
İyonlaşma Gücü (mol/l)		0,134	% e (Hata Yüzdesi)		-1,93			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)		20,847	Sertlik (Fr)		150,12			
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı		4,625	rCa/rMg Oranı		1,06			
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)		0,007	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)		-0,80			
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)		-0,023	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi Bas.)		-0,87			
Fo (Köpürme Katsayısı)		5112,0						
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Na-Cl								

Örnek Adı : Karpuz Pınarı (15)	Lab. :	DEÜ	pH(-logH)	7,5				
Örneklem Tarihi:1988 ortalama (ayrı tarihte 3 örnek)			EC(µmho/cm)	740				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.SCZ ²	γ	a
Na ⁺	12	0,53	9,59	13,2	0,00053	0,0003	0,91	0,0005
K ⁺	4	0,10	1,80	4,2	0,00010	0,0001	0,91	0,0001
Ca ⁺⁺	42	2,10	37,71	45,4	0,00105	0,0021	0,70	0,0007
Mg ⁺⁺	34	2,83	50,90	37,2	0,00141	0,0028	0,71	0,0010
Cl ⁻	24	0,67	11,79	7,4	0,00067	0,0003	0,91	0,0006
HCO ₃ ⁻	281	4,60	81,34	88,2	0,00460	0,0023	0,91	0,0042
SO ₄ ⁻	6	0,12	2,15	1,8	0,00006	0,0001	0,69	0,0000
CO ₃ ⁻	8	0,27	4,72	2,5	0,00013	0,0003	0,69	0,0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)		5,558	Toplam Katyon (mg/l)		92,6			
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)		5,655	Toplam Anyon (mg/l)		318,1			
Toplam İyon Miktarı (meq/l)		11,213	Toplam İyon (mg/l)		410,7			
İyonlaşma Gücü (mol/l)		0,008	% e (Hata Yüzdesi)		-0,87			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)		0,340	Sertlik (Fr)		24,62			
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ .CO ₃) Oranı		0,134	rCa/rMg Oranı		0,74			
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)		0,056	Slj(Jips Doygunluk İndeksi)		-2,90			
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)		0,240	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi B.)		-2,09			
Fo (Köpürme Katsayısı)		40,9						
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Mg-Ca-HCO ₃								

Örnek Adı : G. Çamlı İçmeler (18)	Lab.	DSI	pH :	6,9				
Örneklem Tarihi : 1988 ortalama (ayrı tarihte 3 örnek)			EC(µmho/cm)	13000				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.SCZ ²	γ	a
Na ⁺	2116	92,04	69,56	74,8	0,09204	0,0460	0,72	0,0659
K ⁺	185	4,73	3,58	6,5	0,00473	0,0024	0,72	0,0034
Ca ⁺⁺	247	12,33	9,31	8,7	0,00616	0,0123	0,26	0,0016
Mg ⁺⁺	282	23,22	17,55	10,0	0,01161	0,0232	0,26	0,0031
Cl ⁻	4130	116,4	88,40	83,4	0,11641	0,0582	0,72	0,0834
HCO ₃ ⁻	490	8,03	6,10	9,9	0,00803	0,0040	0,72	0,0058
SO ₄ ⁻	309	6,44	4,89	6,2	0,00322	0,0064	0,26	0,0008
CO ₃ =	24	0,80	0,61	0,5	0,00040	0,0008	0,26	0,0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)		132,322	Toplam Katyon (mg/l)		2830,0			
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)		131,678	Toplam Anyon (mg/l)		4953,0			
Toplam İyon Miktarı (meq/l)		264,000	Toplam İyon (mg/l)		7783,0			
İyonlaşma Gücü (mol/l)		0,153	% e (Hata Yüzdesi)		0,24			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)		21,831	Sertlik (Fr)		177,75			
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı		8,044	rCa/rMg Oranı		0,53			
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)		-0,031	Slj(Jips Doyg. İndeksi)		-1,26			
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)		0,414	LogPCO ₂ (CO ₂) Kıs. Bas.)		-1,28			
Fo (Köpürme Katsayısı)		6075,7	Si (mg / l)		6,40			
Hidrokimyasal fasiyes tipi : Na - Cl								

Örnek Adı : Haytının Çeşmesi (16)	Lab. :	DEÜ	pH(-logH)	7,4				
Örneklem Tarihi:1988 ortalama (ayrı tarihte 5 örnek)			EC(µmho/cm)	700				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.SCZ ²	γ	a
Na ⁺	16	0,68	11,05	13,9	0,00068	0,0003	0,91	0,0006
K ⁺	4	0,10	1,63	3,5	0,00010	0,0001	0,90	0,0001
Ca ⁺⁺	70	3,47	56,70	62,2	0,00174	0,0035	0,69	0,0012
Mg ⁺⁺	23	1,88	30,61	20,4	0,00094	0,0019	0,70	0,0007
Cl ⁻	28	0,78	12,51	7,9	0,00078	0,0004	0,90	0,0007
HCO ₃ ⁻	310	5,08	81,41	88,2	0,00508	0,0025	0,91	0,0046
SO ₄ ⁻	7	0,14	2,24	1,9	0,00007	0,0001	0,67	0,0000
CO ₃ ⁻	7	0,24	3,84	2,0	0,00012	0,0002	0,68	0,0001
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)		6,125	Toplam Katyon (mg/l)		111,9			
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)		6,243	Toplam Anyon (mg/l)		351,6			
Toplam İyon Miktarı (meq/l)		12,368	Toplam İyon (mg/l)		463,5			
İyonlaşma Gücü (mol/l)		0,009	% e (Hata Yüzdesi)		-0,95			

Örnek Adı : Arapaslan Pınarı (19)	Lab. :	DEÜ	pH(-logH)	6,65				
Örneklem Tarihi : 18.4.1992			EC(µmho/cm)	510				
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.SCZ ²	γ	a
Na ⁺	15	0,65	11,18	14,4	0,00065	0,0003	0,90	0,0006
K ⁺	2	0,05	0,88	1,9	0,00005	0,0000	0,90	0,0000
Ca ⁺⁺	63	3,14	54,03	60,6	0,00157	0,0031	0,68	0,0011
Mg ⁺⁺	24	1,97	33,92	23,1	0,00099	0,0020	0,69	0,0007
Cl ⁻	16	0,45	6,48	4,2	0,00045	0,0002	0,90	0,0004
HCO ₃ ⁻	256	4,20	60,30	66,8	0,00420	0,0021	0,90	0,0038
SO ₄ ⁻	111	2,31	33,22	29,0	0,00116	0,0023	0,66	0,0008
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)		5,819	Toplam Katyon (mg/l)		104,0			
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)		6,960	Toplam Anyon (mg/l)		383,0			
Toplam İyon Miktarı (meq/l)		12,779	Toplam İyon (mg/l)		487,0			
İyonlaşma Gücü (mol/l)		0,010	% e (Hata Yüzdesi)		-8,93			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)		0,407	Sertlik (Fr)		25,59			

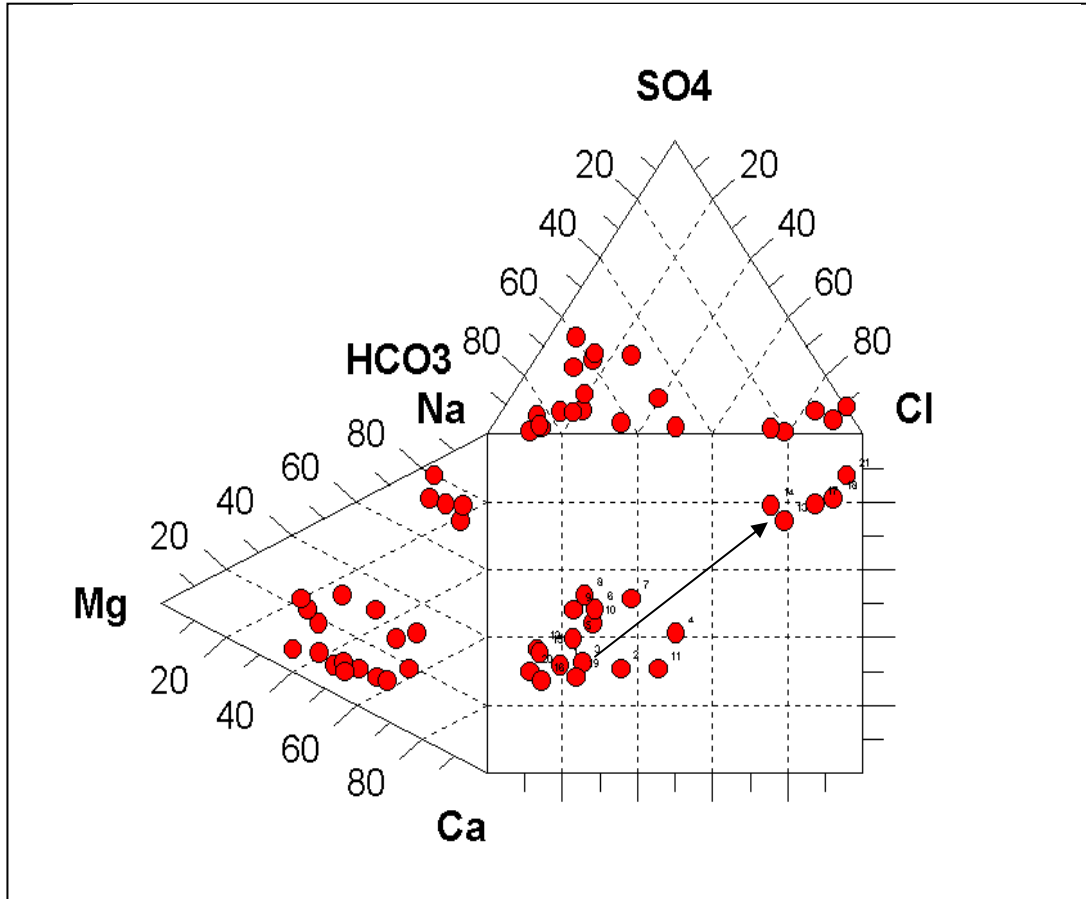
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı	0,069	rCa/rMg Oranı	1,59
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)	-0,675	Slj (Jips Doyg. İndeksi)	-1,47
Sld(Dolomit Doyg. İndeksi)	-1,553	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi B.)	-1,28
Fo (Köpürme Katsayısı)	44,3		
Hidrokimyasal fas.: Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄			

Çizelge 2. Devam

Örnek Adı: Davutlar Deresi (20)		Lab.	DEÜ	pH(-logH)	8,2			
Örneklem Tarihi: 1988 ortalama (ayrı 3 örnek)				EC(µmho/cm)	760			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a
Na ⁺	8	0,37	7,85	10,4	0,00037	0,0002	0,92	0,0003
K ⁺	4	0,10	2,14	4,8	0,00010	0,0001	0,91	0,0001
Ca ⁺⁺	44	2,20	47,03	54,5	0,00110	0,0022	0,72	0,0008
Mg ⁺⁺	24	2,01	42,98	30,2	0,00100	0,0020	0,73	0,0007
Cl ⁻	19	0,53	11,35	7,3	0,00053	0,0003	0,91	0,0005
HCO ₃ ⁻	222	3,63	77,30	86,0	0,00363	0,0018	0,92	0,0033
SO ₄ ⁻	3	0,07	1,42	1,2	0,00003	0,0001	0,70	0,0000
CO ₃ ⁼	14	0,47	9,93	5,4	0,00023	0,0005	0,71	0,0002
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)		4,669	Toplam Katyon (mg/l)		80,7			
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)		4,700	Toplam Anyon (mg/l)		257,8			
Toplam İyon Miktarı (meq/l)		9,369	Toplam İyon (mg/l)		338,5			
İyonlaşma Gücü (mol/l)		0,007	% e (Hata Yüzdesi)		-0,33			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)		0,253	Sertlik (Fr)		21,01			
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃ .CO ₃) Oranı		0,128	rCa/rMg Oranı		1,09			
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)		0,687	Slj(Jips Doyg. İndeksi)		-3,12			
Sld(Dolomit Doyg. İndeksi)		1,332	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi B.)		-2,89			
Fo (Köpürme Katsayısı)		30,5						
Hidrokimyasal fasiyes tipi: Ca-Mg-HCO ₃								

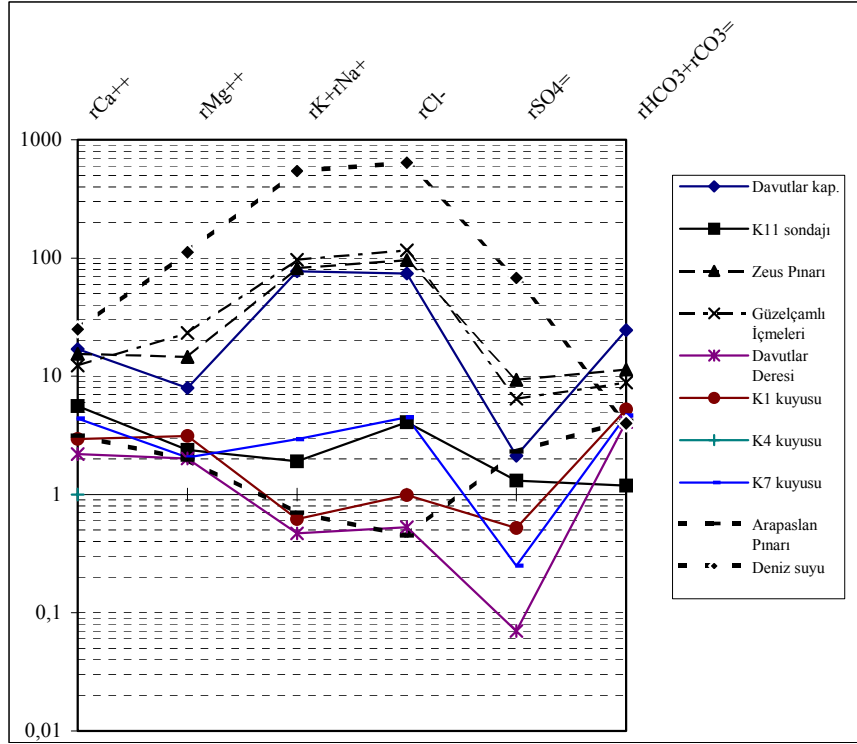
Örnek Adı : Deniz Suyu (21)		Lab.	DEÜ	pH :	8,2			
Örneklem Tarihi : 18.04.1992				EC(µmho/cm)	57000			
İYON	mg/l	meq/l	% meq/l	% mg/l	C (mol/l)	.5CZ ²	γ	a
Na ⁺	12236	532,23	78,24	84,2	0,53223	0,2661	0,55	0,2923
K ⁺	429	11,00	1,62	3,0	0,01100	0,0055	0,55	0,0060
Ca ⁺⁺	501	25,00	3,68	3,4	0,01250	0,0250	0,09	0,0011
Mg ⁺⁺	1362	112,01	16,47	9,4	0,05600	0,1120	0,09	0,0051
Cl ⁻	22756	641,39	89,88	86,7	0,64139	0,3207	0,55	0,3522
HCO ₃ ⁻	192	3,15	0,44	0,7	0,00315	0,0016	0,55	0,0017
SO ₄ ⁻	3266	68,04	9,54	12,4	0,03402	0,0680	0,09	0,0031
CO ₃ ⁼	30	1,00	0,14	0,1	0,00050	0,0010	0,09	0,0000
Toplam Katyon Miktarı (meq/l)		680,238	Toplam Katyon (mg/l)		14528			
Toplam Anyon Miktarı (meq/l)		713,583	Toplam Anyon (mg/l)		26244			
Toplam İyon Miktarı (meq/l)		1393,82	Toplam İyon (mg/l)		40772			
İyonlaşma Gücü (mol/l)		0,799	% e (Hata Yüzdesi)		-2,39			
SAR (Sodyum Ad. Oranı) (%)		64,305	Sertlik (Fr)		685,03			
rCl / (rSO ₄ +rHCO ₃) Oranı		9,010	rCa/rMg Oranı		0,22			
Slc (Kalsit Doygunluk İndeksi)		0,593	Slj(Jips Doyg. İndeksi)		-0,85			
Sld(Dolomit Doygunluk İndeksi)		2,038	LogPCO ₂ (CO ₂) Kısmi B.)		-3,10			
Fo (Köpürme Katsayısı)		33856,3	Si (mg / l)		6,40			
Hidrokimyasal fasiyes tipi : Na - Cl								

Diyagramda da görüldüğü gibi bir arada toplanan Davutlar Kaplıcası, Güzelçamlı İçmeleri ve Zeus Pınarı deniz suyuna benzer özellikler gösterirler. Alüvyonda yer alan sondajlardan elde edilen ve deniz ile bağlantısı olmayan suların, diyagramın tamamen farklı bir kısmında odaklandıkları açıkça görülmektedir.



Şekil 4. İnceleme alanında yer alan suların Durov diyagramındaki görünümü (ok yönü olası yeraltı suyu akım yönünü yansıtmaktadır).

Aynı sular Schoeller yarı logaritmik diyagramında ele alındığında da, Durov diyagramdakine benzer şekilde Davutlar Kaplıcası, Güzelçamlı İçmeleri ve Zeus Pınarı benzer kökenli ve deniz suyu beslenmeli suları yansıtmaktadır (Şekil 5).



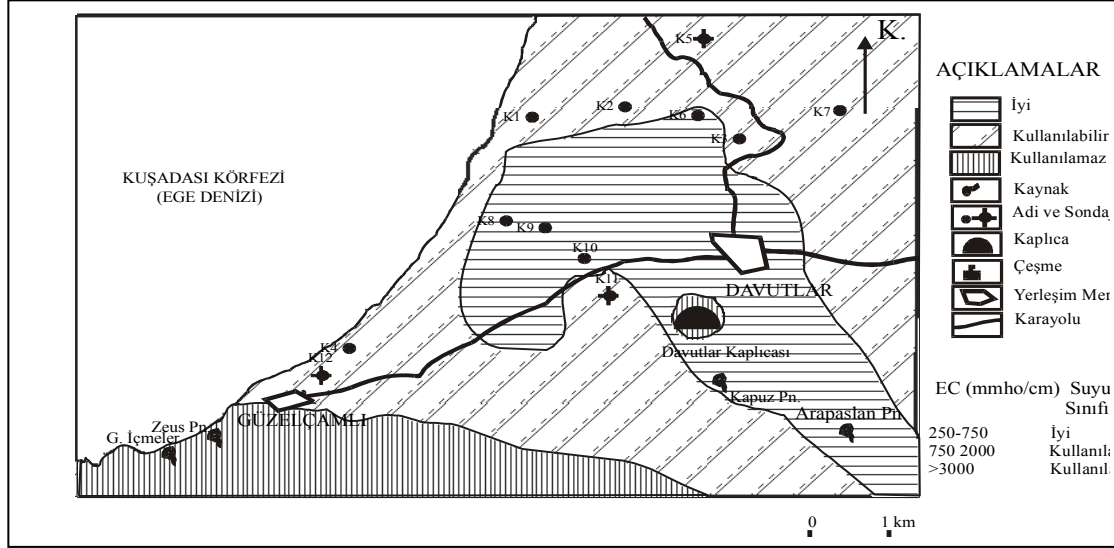
Şekil 5. İnceleme alanında yer alan bazı suların Schoeller yarı logaritmik diyagramındaki görünümü

Davutlar Kaplıcası, Güzelçamlı İçmeleri ve Zeus Pınarı sodyum klorürlü (Na-Cl) su tipinde olup, hafif tuzlu su sınıfına girmektedirler. Alüvyon akiferdeki sular ise çoğunlukla kalsiyum, magnezyum bikarbonatlı (Ca, Mg, HCO₃), kısmen iyonların miktarları birbirini geçmeyen karışık su tipini, kısmen de kalsiyum, magnezyum, bikarbonat klorür su tipini yansıtmaktadır. Beslenme alanlarında karbonatlı kayalar bulunduğu için Ca, Mg ve HCO₃ tipli sular olmaktadır.

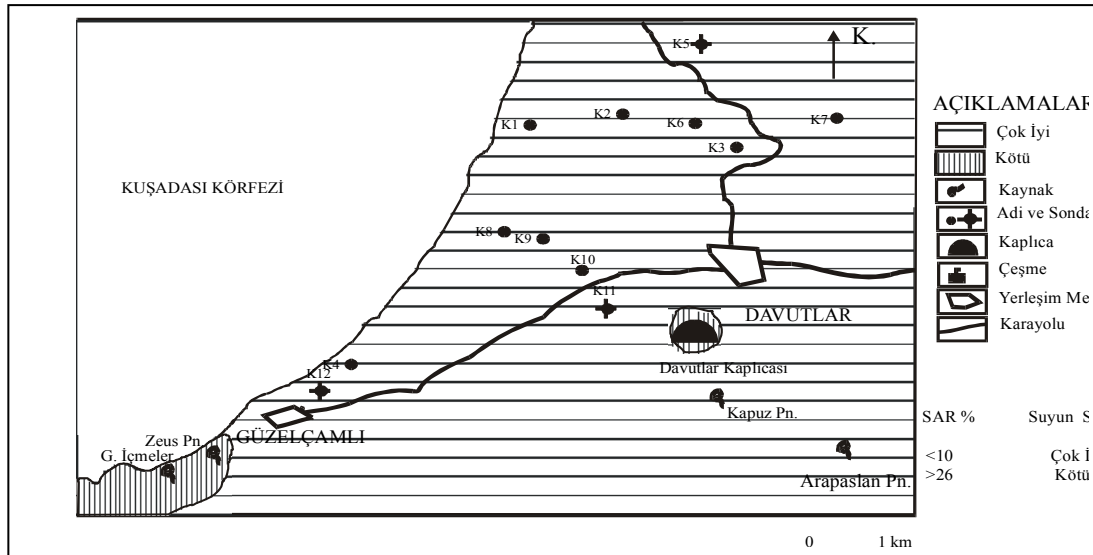
İnceleme alanındaki yeraltı sularının akım yönündeki hidrojeokimyasal evrimi Ca, Mg, HCO₃ su tipinden Na, Cl'li su tipine doğrudur. Bu durumdan inceleme alanının coğrafik konumu (deniz kıyısında olması) ve hidrojeolojik yapısının yanısıra artan yapılaşmaya koşut olarak etkin yağışın (yeraltına süzülmenin) azalması ve yeraltı suyunun aşırı kullanılması gibi etkenler de sorumludur. İnceleme alanında yer alan suların elektriksel iletkenlik (EC), sertlik, ve SAR (Sodyum ad.oranı) değerleri dikkate alınarak yapılmış olan hidrojeokimyasal haritalarda da bu durum ve deniz sularından kaynaklanan tuzluluk problemi görülmektedir (Şekil 6, 7 ve 8).

Haritalardan da görüldüğü gibi Davutlar ve çevresindeki alüvyon biriminde açılmış kuyulardan alınan sular sertlik, elektriksel iletkenlik ve SAR değerlerine göre tarımda kullanılabilen sulardır. SAR değerlerine göre çok iyi, elektriksel iletkenlik değerlerine göre kullanılabilir-iyi kalitede ve sertliklerine göre de oldukça sert-az sert sular sınıfına girerler. Davutlar Kaplıcası, Güzelçamlı İçmeleri ve Zeus Pınarı kaynaklarından alınan sular ise SAR değerlerine göre kötü, elektriksel iletkenlik değerlerine göre kullanılmaz ve sertliklerine göre de çok sert sular sınıfında olup, tarımda kullanılmaları uygun değildir (Wilcox ve ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramlarına göre). Çizelge ve haritalar incelendiğinde deniz

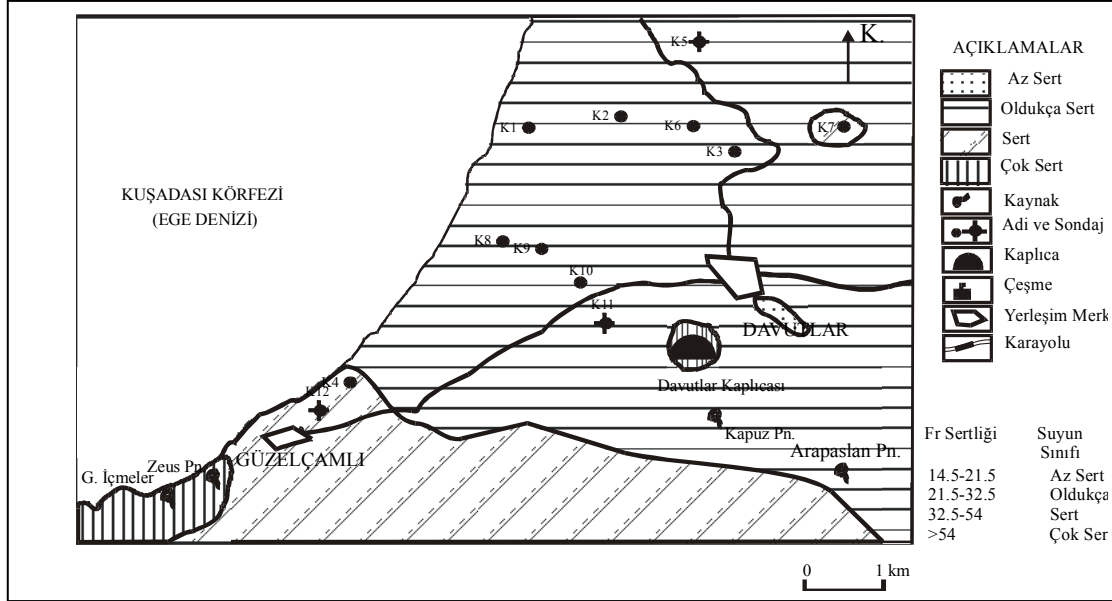
kenarında bulunan ve aşırı yapılaşma nedeniyle etkin yağışın azalması ve buna bağlı olarak da aşırı miktarda yeraltı suyu kullanılması sonucunda, akiferler tuzlu su kirlenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmışlardır. İnceleme alanındaki 21 su noktasına ait verilerle yapılan doğrusallık analizi sonucunda gözlenen Na – Cl iyonları arasındaki çok iyi doğrusal ilişki de deniz suyu girişiminden kaynaklanan bu tuzlanmayı kanıtlamaktadır (Çizelge 3).



Şekil 6. Davutlar ve çevresinin elektriksel iletkenlik haritası



Şekil 7: Davutlar ve çevresindeki suların SAR haritası



Şekil 8: Davutlar ve çevresindeki suların sertlik haritası

Çizelge 3. İnceleme alanındaki suların kimyasal parametreleri arasındaki doğrusallık ilişkileri (Derişimler meq/l)

	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	pH	EC
Na ⁺	1.0	0.968	0.759	0.991	1.0	0.105	0.98	0.087	0.998
K ⁺		1.0	0.796	0.959	0.969	0.169	0.919	0.014	0.977
Ca ⁺⁺			1.0	0.678	0.748	0.682	0.627	-0.479	0.793
Mg ⁺⁺				1.0	0.994	-0.016	0.992	0.183	0.983
Cl ⁻					1.0	0.083	0.982	0.099	0.996
HCO ₃ ⁻						1.0	0.078	-0.725	0.159
SO ₄ ⁼							1.0	0.223	0.965
PH								1.0	0.043
EC									1.0

Burada iyonlar arasında oluşturulan doğru denklemlerinden ziyade doğrusal ilişki olup, olmadığı ele alınmıştır. Bilindiği gibi $y = ax + b$ şeklinde tanımlanan bir doğruya a doğrunun eğimini, b ise doğrunun y eksenindeki kestiği noktayı, yansıtır. Korelasyon katsayısı sıfır ile bir arasında değişen ($0 \leq r \leq 1$) bir parametre olup, 1'e yaklaşan değerler iyi bir doğrusal ilişki olduğunu belirtir. Doğrunun iyi bir doğrusallık ilişkisinde olup olmadığı hesaplanan korelasyon katsayılarının (r) değerlendirilmesiyle anlaşılır. Pozitif korelasyon iki parametre arasındaki doğru orantıyı, negatif korelasyon ise ters orantıyı belirtir. Çizelge 3'de görüldüğü gibi deniz suyunun başlıca iyonları olan klorür ve sodyum ile (bikarbonat dışındaki) bütün iyonlar arasında iyi bir doğrusal ilişki ve pozitif korelasyon vardır. Yani bütün iyonların (bikarbonat hariç) sudaki bolluk miktarları tuzluluk ile doğrusal olarak artmaktadır. Ayrıca Na ve Cl iyonları arasında da 1 değerinde yuvarlaklaştırılabilecek denli mükemmel bir doğrusal ilişki bulunmaktadır. Bütün bunlar da alandaki tuzluluk kirlenmesinin kanıtlanmaktadır.

Bu kirlenme deniz suyunun karalar içine sokulmasıyla oluşan deniz suyu girişiminden ileri gelir. Özellikle mermer gibi çok çatlaklı ve çatlakları birbiriyle bağlantılı ve çözünme boşluklu (karstik) akiferlerde deniz suyunun karalar içine ilerlemesi çok daha kolay

olmaktadır. Nitekim hazne kayası mermer olan Davutlar Kaplıcası, Güzelçamlı İçmeleri ve Zeus Pınarı gibi kaynaklar değişik oranlarda deniz suyu katkısı içermektedirler. Bu oranlar deniz suyunun ve tatlı suların ortalamalarının toplam iyon miktarları gözetilerek, suların hacmine ve derişimine bağılı aşağıdaki global bağıntılar kullanılarak yapılmıştır.

$V_1 = V_3 (C_2 - C_3) / (C_2 - C_1)$ (Şahinci, 1991) $V_3=1$ litrelik hacmi belirlediğinden 1 kabul edilirse, yöredeki deniz suyu toplam iyon miktarı (C_2) = 658 meq/l ve Davutlar çevresindeki tatlı su ortalama değeri (C_1)=14.6 meq/l dir. C_3 değeri de her su noktası için toplam iyon miktarını belirtir. V_1 değeri yüzde olarak karışımın yüzdesini tanımlar. Tüm kimyasal bileşenlerin dikkate alındığı Hydrowin 95 (Calmbach, 1995) bilgisayar proramına göre adı geçen bu üç kaynaktaki deniz suyu ve tatlı su oranı aşağıdaki gibidir.

Çizelge 4. Bazı su noktalarında tatlı su deniz suyu karışım oranları

Su Noktası	Tatlı Su Oranı (%)	Deniz Suyu Oranı (%)
Güzelçamlı İçmeleri	61	39
Davutlar Kaplıcası	71	29
Zeus Pınarı	67	33

3.3. Sıcak Suların Oluşumu ve Hazne Sıcaklıklarının Tahmini

İnceleme alanında yer alan jeotermal sistem, deniz ve meteorik suların Menderes Masifi'ne ait şist ve mermerlerin kırıklarından yeraltına süzülerek burada ısınması ve tekrar tektonik hatlar boyunca yeryüzüne ulaşması şeklinde gelişen devirli sistem özelliğindedir. Pliyosen yaşlı bazaltik volkanitlerin varlığı ve ana kırık sistemi boyunca yüzeye yaklaşmış olan mağmanın yarattığı jeotermal gradyan ısı kaynağını oluşturur. Bu soğumakta olan mağmanın da yüksek hazne sıcaklığı veremeyeceği de açıktır. Zaten bu jeotermal alanın düşük entalpili akışkan içeren bir alan olduğu jeofiziksel çalışmalarla da belirtilmiştir (Ercan, vd., 1992). Hazne kayası Mesozoyik yaşlı Menderes Masifi'ne ait karstik akiferleri oluşturan mermer ve rekristalize kireçtaşlarıdır. Bu birimler alanda hidrotermal karst sistemini oluşturmaktadırlar. Yapılan hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal çalışmalar bu hidrotermal karst sisteminin beslenmesinin yağış suları ve deniz sularının karışımından kaynaklandığını göstermektedir. Örtü kaya ise Neojen yaşlı tortul kayaçların içinde aralanma şeklinde bulunan az geçirimli killi düzeylerdir.

Alandaki tek sıcak su noktası Davutlar Kaplıcası olarak adlandırılmış olan 203 metre derinlikli ve 42 °C sıcaklı (yüzey ölçümü) olan sondaj kuyusudur. Ercan vd. (1992) kuyunun açımı sırasında ölçülen sıcaklık değerlerinin 25 ile 63 °C arasında değiştiğini ve derinlik olarak; 80 metrede 43 °C, 100 metrede 46 °C, 120 metrede 51 °C, 140 metrede °C, 203 metrede 63 °C olarak kaydedildiğini, 40 ile 59 metre derinliklerde kuyuya doğru soğuk su girişi olduğunu belirtirler. Yüzeyde kaydedilen 42 °C lik su da bu soğuk sular ile sıcak akışkanların karışım sonrası sıcaklığını belirtmektedir. Davutlar Kaplıcası sularının kimyasal analiz sonuçları 13 numara olarak Çizelge 1 ve 2'de belirtilmiştir. Kalsiti ve dolomiti çökeltici, jipsi ise çözüldürücü özellikte olan bu suların SiO₂ değeri 43 ppm (mg/l) dir. Yukarıda değinilmemesine karşın yapılan doygunluk indeksi hesaplamaları kalsedon (SI=0.224), kuvars (SI=0.603) gibi silisyumlu mineralleri de çökeltici özellikte olduğunu göstermektedir.

Termal kaynak sularının sıcaklıkları genellikle rezervuar sıcaklıklarından daha düşüktür. Sıcak suların yüzeye erişirken soğuk yeraltı suları ile karışmaları, dokanakta buldukları kayalarla ısı alışverişi, örtü kayanın kalın veya ince oluşu gibi nedenler suların sıcaklıklarının azalmasında başlıca etkenlerdir. Jeotermal sistemlerin hazne kaya sıcaklıklarının doğrudan

ölçülmesi ancak hazne kayaya kadar inen kuyularla yapılabilmektedir. Sondajların pahalı ve bazı durumlarda ekonomik olmaması, her zaman hazne kayaya kadar inilememesi gibi nedenlerden dolayı hazne kaya sıcaklığının tahmin edilmesinde kimyasal jeotermometreler, doğal izotop jeotermometreleri, hidrotermal bozunum jeotermometreleri kullanılmaktadır. Davutlar Kaplıcası'nın hazne kaya sıcaklığının saptanmasında kimyasal jeotermometrelerden yararlanılmıştır. Çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan global bağıntılar aracılığıyla sınırlanan jeotermometre sonuçları ortak olarak değerlendirildiğinde yukarıda diğer verilerin de desteklediği gibi alanda düşük entalpili bir hidrotermal karst sistemi bulunmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Davutlar Kaplıcası'nın hazne kaya sıcaklığının saptanmasında kullanılan bazı jeotermometreler ve hesaplanan hazne sıcaklıkları (HS) (tüm derişimler mg/l, * =mol/l, ** = meq/l)

Uygulanan Jeotermometreler	Bağıntılar	HS	Değinen Belgeler
1. SiO ₂ (Amorf silis)	$t = 731 / (4.52 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	-20	Fournier, (1977)
2. SiO ₂ (α Kristobalit)	$t = 1000 / (4.78 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	45	Fournier, (1977)
3. SiO ₂ (β Kristobalit)	$t = 781 / (4.51 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	-2	Fournier, (1977)
4. SiO ₂ (Kalsedon)	$t = 1032 / (4.69 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	64	Fournier, (1977)
5. SiO ₂ (Kuvars)	$t = 1309 / (5.19 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	95	Fournier, (1977)
6. SiO ₂ (Kuvars buhar kaybı)	$t = 1522 / (5.75 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	96	Fournier, (1977)
7. SiO ₂ (Kalsedon, cond. soğ.)	$t = 1112 / (4.91 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	66	Arnorsson vd., (1983)
8. SiO ₂ (Kuvars buhar kaybı)	$t = 1264 / (5.31 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	71	Arnorsson vd., (1983)
9. SiO ₂ (Kuvars buhar kaybı)	$t = 1021 / (4.69 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	61	Arnorsson vd., (1983)
10. SiO ₂ (Kuvars buhar kaybı)	$t = 1164 / (4.9 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	83	Arnorsson vd., (1983)
11. SiO ₂ (Kuvars buhar kaybı)	$t = 1498 / (5.7 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	95	Arnorsson vd., (1983)
12. Na/K	$t = 933 / (0.933 + \log \text{Na/K}) - 273.15$	121	Arnorsson vd., (1983)
13. Na/K	$t = 1319 / (1.699 + \log \text{Na/K}) - 273.15$	148	Arnorsson vd., (1983)
14. Na/K	$t = 777 / (0.70 + \log \text{Na/K}) - 273.15$	91	Arnorsson vd., (1983)
15. Na/K	$t = 855.6 / (0.857 + \log \text{Na/K}) - 273.15$	100	Truesdell, (1976)
16. Na/K	$t = 1217 / (1.483 + \log \text{Na/K}) - 273.15$	144	Fournier, (1979b)
17. Na/K	$t = 1178 / (1.470 + \log \text{Na/K}) - 273.15$	132	Nieva ve Nieva, (1987)
18. Na/K	$t = 1390 / (1.750 + \log \text{Na/K}) - 273.15$	163	Giggenbach, (1988)
17. Na/K* (mol)	$t = 908 / (0.692 + \log \text{Na/K}) - 273.15$	112	Fournier, (1979a)
18. SiO ₂ (Kalsedon) * (mol)	$t = 1101 / (0.11 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$	66	Arnorsson vd., (1983)
19. K/Mg	$t = 4410 / (13.95 - \log \text{K}^2/\text{Mg}) - 273.15$	85	Giggenbach vd., (1983)
20. Na-K-Ca * (mol)	$t = 1647 / (\log \text{Na/K} + \beta \log \sqrt{\text{a/Na}} + 2.24) - 273.15$	137 $\beta=4/3$	Fournier ve Truesdell, (1973)
21. Na-K-Ca (R) ** (meq/l) (Magnezyum düzeltilmeli)	$R = (\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Ca} + \text{K}) \times 100$	75	Fournier ve Potter, (1979)

HS= Davutlar Kaplıcası suları için tahmin edilen hazne sıcaklığı

Amorf silis ve kristobalit jeotermometreleri ölçülü su sıcaklığından bile düşük değerler verdiği için anlamsız sonuçlar içermekte olup dikkate alınmamalıdır. Bunlar dışında kalan silis jeotermometreleri genellikle düşük sıcaklık (60 ile 95 °C arasında) değerlerine işaret etmektedir. Na/K jeotermometreleri ise genellikle daha yüksek (91-163 °C arasında) sıcaklık değeri belirtirler. Deniz suyu ile yağış suyu beslenmeli olan bu sıcak suların karışımından önce ve/veya sonra soğuk sularla karışması nedeniyle bu Na/K değerleri hatalı olarak daha yüksek sıcaklığa işaret eder. Na-K-Ca jeotermometresi de 137 °C ile yüksek sıcaklık verirken Mg düzeltilmeli Na-K-Ca jeotermometresi ise 75 °C lik daha doğru hazne sıcaklığı belirtmektedir. Alandaki tüm bu kimyasal jeotermometre sonuçları değerlendirildiğinde Kuvars buhar kaybı

ve Mg düzeltmeli Na-K-Ca jeotermometrelerinin en gerçeğe yakın sonuçlar verdiği söylenebilir.

Giggenbach (1988) tarafından sıcak suların hazne kaya sıcaklıklarının saptanması ve suların ilişkide olduğu kayalarla olan denge durumlarının belirlenmesi için geliştirilmiş olan Na-K-Mg birleştirilmiş jeotermometresi ile hem sıcak suların hazne sıcaklığı hızlı olarak yorumlanabilmekte, hem de daha önce belirtilen katyon jeotermometre uygulamalarının geçerliliği sınırlanmaktadır. Fournier, (1990) bu diyagram üzerinde bazı revizyonlar yaparak, en güvenilir sonuçların bu üçgen diyagramdan oluşan jeotermometre uygulaması ile alınabileceğini öne sürmektedir. Diyagram kısaca, su-kayaç ilişkisinin dengede olmadığı (ham sular), su-kayaç ilişkisinin kısmen dengede olduğu (karışmış sular) ve su-kayaç ilişkisinin tam dengede olduğu sular olmak üzere 3 bölüme ayrılmıştır. Diyagramda kısmen olgunlaşmış sularla, olgunlaşmamış suları birbirinden ayıran eğri olgunlaşma indeksinin (MI=maturity index) $MI=2.0$ olduğu eş kimyasal özellikteki noktaların birleşimiyle oluşmuştur.

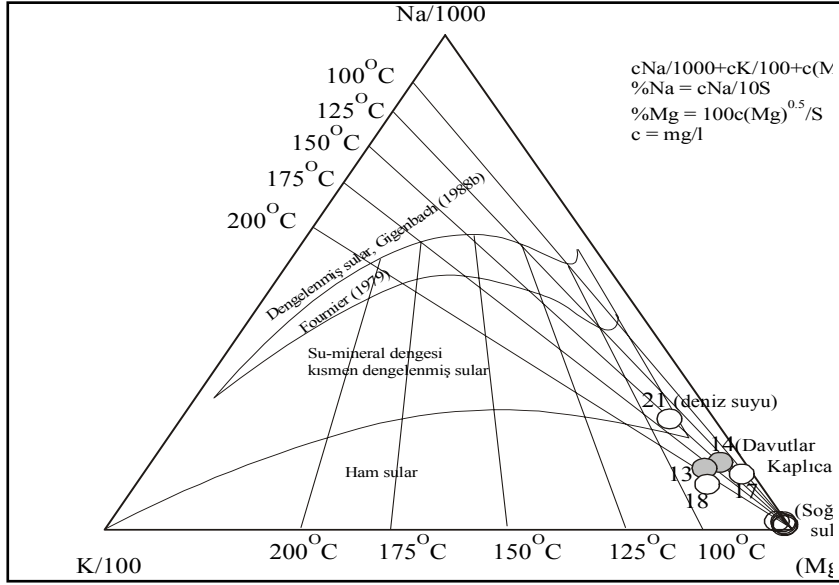
$$\text{Olgunlaşma indeksi; } MI= 0.315 \text{ Log}((K^2/Mg)-\text{Log}(K/Na)) \quad (5)$$

bağıntısıyla tanımlanmıştır. Su-kayaç ilişkisinin kısmen ve tamamen dengede olduğu (karışmış sular) alanlar ise eş kimyasal özellikteki noktalar ile K^+-Mg^{++} ve K^+-Na^+ jeotermometre eşitlikleri ile elde edilen eş sıcaklık (izoterm) değerlerinin kesişim noktalarının oluşturduğu eğriyle birbirinden ayrılmıştır. Dolayısıyla diyagram aynı anda hem su-kayaç ilişkisinin denge durumunu, hem de jeotermometre sonucunu gösterebilmektedir. Giggenbach (1988) ham sular bölümüne düşen suların katyon jeotermometre sonuçlarına şüpheyle bakılması gerektiğini belirtmektedir. Fournier, (1990) ise diyagram üzerinde benzer yorumlar yapmakta, yaptığı revizyonla kısmen dengelenmiş alan ile tam dengelenmiş alan sınırını biraz daha aşağıya kaydırmıştır (Janik vd.1992). Bu çalışmada kullanılan bu Na-K-Mg üçgen jeotermometre değerlendirmeleri sonucunda Davutlar Kaplıcası Suları Ham sular bölgesine karşılık gelmektedir (Şekil 9).

Sıcaklık izotermi olarak da 100-125 °C arasına karşılık gelmektedir. Deniz suyu ve alandaki soğuk sular da karşılaştırma kolaylığı sağlasın diye diyagrama konmuştur. Görüleceği üzere tatlı soğuk yeraltı suları ham sular bölgesinin en aşağı kesimlerinde Mg köşesinde yer almaktadır. Deniz suyu ile kısmen tuzlu sular biraz daha yukarı kesimlerde ve kısmen dengelenmiş alan sınırı civarında yer almaktadır. Davutlar kaplıcası sularının su-kayaç arasındaki dengenin sağlanmamış alana düşmesi büyük oranda soğuk sularla karışmış olması ile açıklanabilir. Bu yorum Ercan vd. (1992) de kuyu açımı sırasındaki gözlemlerde vurgulanan suyun karışımı ile çakışmaktadır. Ayrıca yine ham sular bölgesine karşılık gelmesi hazne sıcaklığı için de katyon jeotermometrelerine pek güvenilmemesi gerektiğini göstermektedir. Zaten yukarıda da katyon jeotermometre uygulamalarının yüksek değerler verdiği, bu nedenle silis jeotermometre sonuçlarının daha güvenilir olduğu, tahminen 75 °C civarında olabileceği vurgulanmıştır.

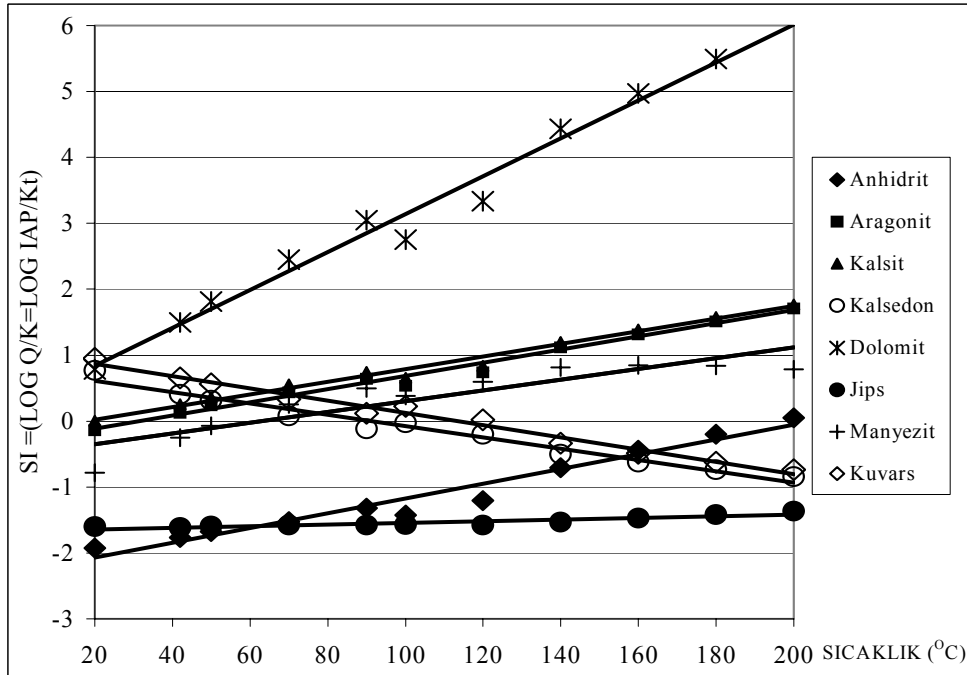
Reed ve Spycher (1984) jeotermal alanlardaki hazne sıcaklığının tahmin edilmesinin en iyi yönteminin, 'her bir suda sıcaklığın bir fonksiyonu olarak pek çok hidrotermal mineral ile denge durumları arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi' olduğunu belirtirler. Bu yöntem özetle suyun kimyasal analizi sonucunda yukarıda belirtildiği gibi çeşitli mineraller ile bu minerallerin her bir sıcaklık değerinde ayrı ayrı doygunluk indekslerinin hesaplanması ve bu sıcaklık değerleri ile doygunluk indeksi değerlerinin bire bir doğrularını içeren mineral denge diyagramlarının çizilerek yorumlanması ilişkisine dayanır. Bu yorumlamada, minerallerin çözünürlüğünün denge sabitleri sıcaklıkla yakın ilişkili olduğundan, bir grup mineral doğrusu denge doğrusunu ($SI=0$ doğrusunu) belirli bir sıcaklık değeri civarında kesiyorsa, bu

doğruların kesişim yerine karşılık gelen sıcaklık değeri en iyi hazne sıcaklığını vermektedir. Bu minerallerin sıcaklık değerlerine karşılık gelen doygunluk indeksi hesaplamaları için geliştirilmiş olan çeşitli bilgisayar programları bulunmaktadır (Solveq-Reed ve Spycher, 1984; Watch3-Arnorsson vd., 1982; Solmineq.88-Kharaka vd., 1988). Bu çalışmada Davutlar Kaplıcası için en çok çökel ürünü olarak en çok rastlanabilecek mineraller seçilmiş ve Solmineq.88 (Kharaka vd.,1988) bilgisayar programı kullanılarak, her bir mineral için çeşitli



Şekil 9. Davutlar Kaplıcası sularının Na-K-Mg üçgen diyagramındaki görünümü (Janik vd. 1992'den değiştirilerek).

sıcaklıklarda (1 atm basınç koşulunda) doygunluk indeksleri ($SI = \log Q/K$) ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu sıcaklık değerlerine karşılık gelen doygunluk indeksleri değerleri Excell 8.0 bilgisayar paket programına işlenerek, her bir mineral ve sıcaklık için en iyi doğrusal ilişki verecek şekilde doğruları çizdirilerek 'Sıcaklık-Mineral Denge' diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Davutlar Kaplıcası sularının Sıcaklık-Mineral Denge diyagramı.

Davutlar kaplıcası suları için uygulanan bu jeotermometre yöntemi yorumlandığında; Şekil 10'da görüleceği gibi doğruların yaklaşık denge durumunda kesiştikleri yer olan 70 °C alanın hazne sıcaklığı olarak yorumlanabilir. Bu sonuç diğer jeotermometre sonuçlarındaki yorumlarla da çakışmaktadır. Tüm bu jeotermometre sonuçları ortak bir değerlendirmeye yorumlanırsa alanda yaklaşık 70 °C lik düşük entalpili bir jeotermal hazneden söz edilebilir.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Davutlar çevresinde geçirimsiz temel özelliğindeki şistlerin üzerine gelen mermerler karstik akifer özelliğinde olup, aynı zamanda yöredeki sıcak suların da hazne kayasını oluşturur. İçerdiği killi düzeyler nedeniyle yöredeki jeotermal sistemin örtü kayasının oluşturan Neojen yaşlı Kuşadası biriminin içindeki çakıltası ve kireçtaşı seviyeleri soğuk sular için akifer özelliği taşırlar. Pliyosen bazaltik volkanitler de soğuk sular için akifer niteliği taşır. Davutlar Kaplıcası, Zeus Pınarı ve Güzelçalmlı içmeleri değişik oranlarda deniz suyu ile karışmış meteorik kökenli sulardır. Hazne kayasının mermerlerin oluşturduğu bu su noktaları ve bazı deniz kenarında açılmış kuyular dışındaki tüm sular bugünkü konumları ile sulama ve kullanmaya elverişli sulardır. Ancak alanda artan yazlıkların yarattığı yapılaşma nedeniyle etkin yağışın azalması ve bunlara bağlı olarak plansız aşırı yeraltı suyu kullanılması sonucunda akiferler gittikçe artan bir kirlenme tehlikesiyle karşı karşıya bulunmaktadır. İnceleme alanında kaçak sondajlara izin verilmemeli ve yetkili kurumların (DSİ'nin) belirlediği emniyetli verimin üzerinde yeraltı suyu kullanımları denetlenmelidir.

Davutlar Kaplıcası suları devirli sistemde olup, meteorik ve denizel kökenli suların çeşitli oranlarda karışımından oluşan bir akışkana sahiptir. Sıcak akışkanın oluşumundan önce ve/veya sonra soğuk yeraltı sularıyla veya soğuk deniz suyu ile de değişik oranlarla karışmaktadırlar. Yapılan jeotermometre uygulamaları alanda düşük entalpili (70 °C civarında) bir sistemin varlığını göstermektedir. Katyon jeotermometre sonuçları sisteme soğuk su girişi nedeniyle pek güvenilir değildir. En güvenilir sonuçlar veren jeotermometre uygulamalarından birisi de sıcaklık ve mineral doygunluk indekslerinin denge ilişkisine bağlı jeotermometre uygulamalarıdır. Bu sıcak suların kimyasal özelliklerinin mevsimsel değişimlerinin ve soğuk sularla ilişkilerin daha ayrıntılı incelenebilmesi için eser elementleri de içeren aylık periyodik örneklemeli hidrojeokimyasal çalışmaların yapılması ve köken, beslenme boşalma ilişkilerinin daha ayrıntıyla incelenebilmesi için izotopik çalışmaların ve hidrotermal alterasyon çalışmalarının yapılması önerilir. Ayrıca bu çalışmanın yapıldığı tarihten sonra artan yapılaşma (turistik otel ve tatil siteleri) ve buna koşut yeraltı suyu kullanımlarının artması nedeniyle soğuk su akiferlerinin de nicelik ve nitelik açısından yeniden incelenmesi gerekmektedir. Bu amaçla yeni kimyasal ve bakteriyolojik analizleri içeren ve akiferlerin kirlenebilirliğine yönelik hidrojeolojik çalışmaların yapılması gerekli görülmektedir.

5. KATKI BELİRTME

Arazi çalışmaları sırasında emeği geçen öğrencimiz Şahan Altıkardeşlere ve örneklediği su noktalarının kimyasal analiz sonuçlarını kullanmamıza izin veren DSİ Aydın Bölge Müdürlüğü'nde görevli Jeo. Yük. Müh. Nail Kayahan'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Altıkardeşler, Ş. (1992): Davutlar (Kuşadası-Aydın) ve çevresinin hidrojeolojisi. D.E.Ü. Müh. Fak. Bitirme Projesi, Bornova-İzmir, 98 s.(yayınlanmamış).
- Apha-Awwa-Wpcf (1975): Standart methods for examination of water and waste water. Fourteenth edition, copyright by American Public Health Association, Washington D.C., 1193 p.
- Arnnorsson, S.; Sigurosson, S.; Svavarsson, H. (1982): The chemistry of geothermal waters in Iceland. I. Calculation of aqueous speciation from 0 to 370 oC. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Pergamon Press. USA., vol. 46, pp. 1513-1532.
- Arnnorsson, S.; Gunnlaugsson, E.; Svavarsson, H. (1983): The chemistry of geothermal waters in Iceland. III. Chemical geothermometry in geothermal investigations . *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Pergamon Press. USA., vol. 47, pp. 567-577.
- Çağlayan, M.A.; Öztürk, E.M.; Öztürk, Z.; Sav, H; Akat, U. (1980): Menderes Masifi güneyine ait bulgular ve yapısal yorum. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, no: 9, 1-17.
- Calmbach, L. (1995): Hydrowin-95 Computer Programme, Version 3.0 Institut de Minéralogie BFSH2 1015 Lausanne.
- DSİ (1978): Kuşadası-Davutlar ve Çevresi ile ilgili hidrojeolojik etüd raporu. DSİ Aydın Bölge Müdürlüğü (yayınlanmamış).
- DSİ (1988): Davutlar ve Çevresi ile ilgili açılmış bulunan sondaj kuyu verileri ve kimyasal analiz dökümanları. DSİ Aydın Bölge Müdürlüğü (yayınlanmamış).
- Ercan, A.; Yılmaz, S.; Biberoglu, S. (1991): Kuşadası'nın jeotermal potansiyeli. Kuşadası Belediyesi Yeraltı Kaynakları ve Çevre Sempozyumu Bildiri Metinleri Kitabı. Belediye yayın no:3, Kuşadası, 31-55.
- Fetter, C.W. (1994): Applied Hydrogeology Third Edition University of Wisconsin - Oshkosh. Mc Millian College Publishing Company, New York, 691 p.
- Filiz, Ş.; Tarcan, G. (1993): Kuşadası dolaylarında aşırı yeraltı suyu çekiminin hidrojeolojik değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi*, s. 7, 175-196.
- Filiz, Ş.; Tarcan, G. (1995): Kuşadası çevresinin hidrojeolojisi. *Kıyı Sorunlar ve Çevre Sempozyumu*, 10-11 Kasım 1994, Kuşadası-Türkiye, Belediye yayınları no:7, 60-70.
- Ford, D.C.; Williams, P.W. (1989): *Karst Geomorphology and Hydrology*. Unwin Hyman Ltd., London, 601 p.
- Fournier, R.O. (1977): A Review of chemical and isotopic geothermometers for geothermal systems. In : *Proceedings of the Symp. on Geoth. Energy, Cento Scientific Programme*, Ankara, 133-143.
- Fournier, R.O. (1979a): A revised equation for the Na-K geothermometer. *Geothermal Res. Council Trans.*, v. 3, p. 221-224.
- Fournier, R.O. (1979b): Geochemical and hydrological considerations and the use of enthalpy-chloride diagrams in the prediction of underground conditions in hot-spring systems. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 5, 1-16.
- Fournier, R.O. (1990): The interpretation of Na-K-Mg relations in geothermal waters. *Geoth. Res. Council Trans.*, 14, 1421-1425.
- Fournier, R.O.; Potter, R.W. (1979): Magnesium Correction to the Na-K-Ca Chemical Geothermometer. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 43 pp. 1543-1550.

- Fournier, R.O.; Truesdell, A.H. (1973): An Empirical Na-K-Ca Geothermometer for Natural Waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.37 p. 1255-1275.
- Giggenbach, W. F.; Gonfiantini, R.; Jangi, B.L.; Truesdell, A.H. (1983): Isotopic and Chemical Composition of Parbati Valley Geothermal Discharges, NW Himalaya, Indiana. *Geothermics*, v. 5, p. 51-62.
- Giggenbach, W.F. (1988): Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52., 2749 - 2765.
- Helgeson, H.C.; Kirkham, D.H.; Flower, G.C. (1981): Theoretical prediction of the behaviour of aqueous electrolytes at high pressures and temperatures: Calculation of activity coefficients, osmotic coefficients, and apparent molal and standard and relative partial molal properties to 600 °C and 5 kb: *American Journal of Science*, v. 281, p.1249-1516.
- Janik, J.C.; Goff, F.; Fahllquist, L.; Adams, A.I.; Roldan-M.A.; Chipera, J.S.; Trujillo, P.E.; Counce, D. (1992): Hydrogeochemical exploration of geothermal prospects in the Tecuamburro volcano region, Guatemala. *Geothermics*, vol. 21, No. 4, pp. 447-481.
- Kharaka, Y. K.; Gunter, W.D.; Affarwall, P.K.; Perkins, E.H.; De Braal, J. D. (1988): Solmineq 88: A computer Program Code for Geochemical Modelling of Water-Rock Interactions. In "U.S.Geological Survey Water Investigations Report 88-05.
- Nieva, D.; Nieva, R. (1987): Development in geothermal energy in Mexico, part 12-A cationic composition geothermometer for prospection of geothermal resources. *Heat recovery systems and CHP*, 7, 243-258.
- Pınar, R.; Akçığ, Z. (1991): Mağriboğlu yöresindeki yeraltı nehrinin ilişki katsayısı yöntemi ile belirlenmesi. *Kuşadası Belediyesi Yeraltı Kaynakları ve Çevre Sempozyumu Bildiri Metinleri Kitabı*. Belediye yayın no:3, Kuşadası, 89-113.
- Reed, M.; Spycher, N. (1984): Calculation of pH and mineral equilibria in hydrothermal waters with application to geothermometry and studies of boiling and dilution. *Gechim. Cosmochim. Acta* 48, 1479-1492.
- Şahinci, A. (1991): Doğal Suların Jeokimyası. Reform Matbaası, Beyler-İzmir, 548 s.
- Tarcan, G.; Filiz, Ş.; Gemici, Ü. (1999): Davutlar-Kuşadası (Aydın) Çevresinin hidrojeolojik incelenmesi. *Kıyı Sorunlar ve Çevre Sempozyumu*, 14-16 Kasım 1997, Bildiri Metinleri Kitabı, Belediye yayınları no:8, Kuşadası-Türkiye (Baskıda).
- Truesdell, A. H. (1976): Summary of section III geochemical techniques in exploration. In: *Proceedings, Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources*. San Francisco, 1975, v. 1, Washington D.C., U. S. Government Printing Office, iii-ix.
- Yılmaz, S.; Şaroğlu, F.; Özgür, R.; Açıkgöz, S.; Ercan, T.; Gevrek, A.İ.; Yıldırım, N.; Aydoğdu, Ö. (1994): Davutlar-Kuşadası arasının jeolojisi ve jeotermal enerji olanaklarının değerlendirilmesi. *Türkiye 6. Enerji Kongresi*, 17-22 Ekim 1994, İzmir, Teknik Oturma Tebliğleri c. 1, 156-167.