

MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ

PROJESİ SONUÇ RAPORU

HAZIRLAYANLAR

Yrd. Doç. Dr. Özgür AVŞAR

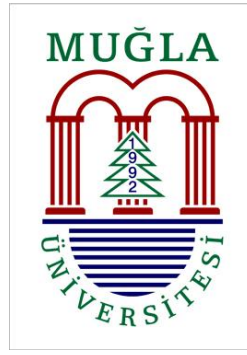
Yrd. Doç. Dr. Bedri KURTULUŞ

Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU

Doç. Dr. Gonca KUŞCU

Doç. Dr. Semih GÜRSU

NİSAN 2012



MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ

PROJESİ SONUÇ RAPORU

HAZIRLAYANLAR

Yrd. Doç. Dr. Özgür AVŞAR

Yrd. Doç. Dr. Bedri KURTULUŞ

Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU

Doç. Dr. Gonca KUŞCU

Doç. Dr. Semih GÜRSU

30/04/2012

www.mu.edu.tr

Muğla Üniversitesi Rektörlüğü 48000 Kötekli/MUĞLA

Bu rapor T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın desteklediği "MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ" projesi kapsamında hazırlanmıştır. İçerik ile ilgili tek sorumluluk Muğla Üniversitesi'ne aittir ve T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın görüşlerini yansıtmaz.

TEŞEKKÜR

Projemize gösterdiği ilgiden ve verdiği destekten dolayı Muğla Valisi Sayın Fatih Şahin'e teşekkür ederiz.

Arazi çalışmalarında bize yardımcı ve yol gösterici olan başta köy muhtarları ile belde ve ilçe belediye başkanları olmak üzere emeği geçen tüm yerel yöneticilere ve Muğla halkına teşekkür ederiz. Onların katkıları ve yol gösterici yaklaşımları olmasaydı çalışma bu kadar kısa sürede tamamlanamazdı.

Valilik Özel Kalem Müdürü Sayın Baki Gencil'e her başvurduğumuzda nazik ve yol gösterici olduğu için teşekkür ederiz.

Hacettepe Üniversitesi Su Kimyası ve Çevresel Tiryum Laboratuvarı sorumlusu Sayın Prof. Dr. Serdar Bayarı başta olmak üzere, Doç. Dr. N. Nur Özyurt, Esin Öncel, Füsun Muslu'ya çalışma boyunca gösterdikleri titizlik ve sabırlarından dolayı teşekkür ederiz.

Hacettepe Üniversitesi Çevresel Tiryum Laboratuvarı ile Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (UKAM) laboratuvarının sorumlusu Sayın Prof. Dr. Mehmet Ekmekçi'ye çalışma boyunca gösterdiği titizlik ve sabırlarından dolayı teşekkür ederiz.

Jeoloji Mühendisliği 4. Sınıf öğrencisi Göksu Uslular'a arazi ve ofis çalışmalarında 2. sınıf öğrencisi Ali Aluç'a yer bulduru haritasının sayısallaştırılmasına katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Bodrum Karaada'da yaptığımız arazi çalışmasında proje ekibineulaşım imkanı sağlayan koyan T.C.S.G-101 Komutanlığı personeline teşekkür ederiz.

Yatağan'da yapılan arazi çalışmalarında ekibin bir parçası/üyesi olarak çalışan Sayın Tarcan Oğuz'a teşekkürü bir borç biliriz.

Köyceğiz Kaymakamı Sayın Yücel Gemici'ye projemize/çalışmalarımıza gösterdiği hassasiyetten dolayı teşekkür ederiz.

Projenin başvuru aşamasından sonuç raporunun teslimine kadar yardımlarını esirgemeyen GEKA personeline teşekkür ederiz.

Başta rektörümüz Sayın Prof. Dr. Mansur Harmandar ve rektör yardımcımız Sayın Prof. Dr. Mustafa Işıloğlu olmak üzere Mühendislik Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Tuğrul Yılmaz'a ve emeği geçen tüm Muğla Üniversitesi personeline teşekkürü bir borç biliriz.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç ve Kapsam	1
1.2 Materyal ve Metod.....	1
1.2.1 Arazi Çalışmaları.....	2
1.2.2 Hidrojeokimyasal Analizler	5
1.2.3 Mineralojik Petrografik Analizler	5
1.2.4 Veri Değerlendirme	5
2. MUĞLA BÖLGESİNİN JEOLJİSİ.....	7
3. SULARIN GENEL KİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	10
3.1 Jeotermal Sular (Kıyı Suları)	11
3.2 Mineralli Sular (İç Bölge Suları)	23
3.3 Duraylı İzotop Analizleri	28
3.4 Jeotermometre Hesaplamaları.....	30
3.5 Akışkan – Mineral Dengesi Hesaplamaları	33
4. SAHALAR	36
4.1 Karahayıt (Milas).....	36
4.1.1 Jeoloji	38
4.1.2 Su kimyası	43
4.2 Narhisar (Milas).....	46
4.2.1 Jeoloji	46
4.2.2 Su kimyası	49
4.3 Sepetçiler (Milas).....	51
4.3.1 Jeoloji	53
4.3.2 Su kimyası	55
4.4 Kıyıkışlacık (Milas)	57
4.4.1 Jeoloji	61
4.4.2 Su kimyası	64
4.5 Bahçeburun (Milas)	67

4.5.1 Jeoloji	67
4.5.2 Su kimyası	68
4.6 Bozhöyük (Yatağan)	71
4.6.1 Jeoloji	76
4.6.2 Su kimyası	76
4.7 Hacıbayramlar-Hisarardı (Yatağan)	79
4.7.1 Jeoloji	83
4.7.2 Su kimyası	84
4.8 Mesken (Yatağan)	86
4.8.1 Jeoloji	89
4.8.2 Su kimyası	91
4.9 Kapubağ (Yatağan)	94
4.9.1 Jeoloji	96
4.9.2 Su kimyası	97
4.10 Mentеше (Kavaklıdere)	99
4.10.1 Jeoloji	102
4.10.2 Su kimyası	103
4.11 Dağdibi (Merkez)	105
4.11.1 Jeoloji	107
4.11.2 Su kimyası	110
4.12 Karaada (Bodrum)	112
4.12.1 Jeoloji	114
4.12.2 Su kimyası	116
4.13 Gümüşlük-Dereköy (Bodrum)	119
4.13.1 Jeoloji	123
4.13.2 Su kimyası	125
4.14 Ilıca-Kargı (Datça)	128
4.14.1 Jeoloji	135
4.14.2 Su kimyası	136
4.15 İçmeler (Marmaris)	139
4.15.1 Jeoloji	141
4.15.2 Su kimyası	141
4.16 Sultaniye-Delibey-Kelgirme (Köyceğiz)	143
4.16.1 Jeoloji	150
4.16.2 Su kimyası	155

4.17 Toparlar (Köyceğiz).....	159
4.17.1 Jeoloji	160
4.17.2 Su kimyası	162
4.18 Ortaca-Dalaman (Ortaca-Dalaman)	164
4.18.1 Jeoloji	177
4.18.2 Su kimyası	183
4.19 Girmeler (Fethiye)	186
4.19.1 Jeoloji	192
4.19.2 Su kimyası	192
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	196
5.1 Sonuçlar	196
5.2 Öneriler	197
YARARLANILAN KAYNAKLAR	198

EKLER

EK-1 Yer Bulduru Haritası

EK-2 Muğla ve Civarının Jeoloji Haritası

EK-3 Muğla İli Jeoloji Haritası

EK-4 İnceleme Alanındaki Temsili Suların Dairesel Diyagramları

1. GİRİŞ

1.1 Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada Muğla ili sınırları içinde bulunan mineralli su ve jeotermal kaynaklarının fizikokimyasal parametrelerin ölçümü, hidrojeokimyasal analizleri, jeolojik özelliklerinin envanterinin çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Muğla ili sınırları içindeki doğal kaynaklar ve sondajlardan su örnekleri toplanmış ve ilgili analizler Hacettepe Üniversitesi (Ankara) Laboratuvarları'nda yaptırılmıştır. Ayrıca kaynaklar çevresinin jeolojik özelliklerinin ortaya konması amacıyla yüzey kayaçlarından örnekler alınmış, ince kesitleri hazırlanarak mineralojik ve petrografik analizler yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçları, aşağıda belirtilen özelliklerin/süreçlerin belirlenmesi/irdelenmesinde kullanılmıştır.

- hidrojeokimyasal fasiyesler (su tipleri)
- kökensele özellikler (meteorik, magmatik vb.)
- jeotermometre uygulamaları (jeotermal potansiyel tespiti)
- kabuklaşma potansiyelleri (kalsit ve silika kabuklaşması)

Envanter çalışmasının temeli itibariyle jeotermal ve mineralli sulara ait fiziksel ve kimyasal analizler verilmiş, sadece sayısal verilerin daha kolay anlaşılması için bazı diyagramlarla görselleştirilmiştir.

Bu envanter çalışmasına Muğla Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Özgür AVŞAR, Yrd. Doç. Dr. Bedri Kurtuluş, Prof. Dr. Fikret Kaçaroğlu, Doç. Dr. Gonca Kuşcu ve Doç. Dr. Semih Gürsu katılmışlardır.

1.2 Materyal ve Metod

Proje çalışmaları başlıca 4 aşamada gerçekleştirilmiştir: i) arazi çalışmaları, ii) hidrojeokimyasal analizler, iii) jeolojik, mineralojik ve petrografik analizler iv) veri değerlendirme.

1.2.1 Arazi Çalışmaları

Örnekleme çalışmaları Muğla ili sınırları içindeki 19 sahada, 29 termal kaynak, 14 mineralli su kaynağı ve 10 adet sondaj kuyusundan olmak üzere toplam 53 noktadan yapılmıştır (EK-1, EK-2, EK-3 ve EK-4). Sahada örnek alınan lokasyonlara ait bilgiler Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Yatağan Gökgedik köyünde 2 (Girme Deresi ve Akdere), Yava köyünde 1 (Kayırlı mevki) olmak üzere toplam 3 lokasyondan yoğun yağışlar nedeniyle örnekleme yapılamamıştır (EK-1 ve EK-3). Su örneklemelerinin yapıldığı dönemlerde bölgede aşırı yağış olması nedeniyle Köyceğiz Gölü taşmış, Sultaniye kaplıcasından örnek alınamamıştır. GEKA'ya yapılan başvuru neticesinde proje süresi yaklaşık 1 ay uzatılmış, Sultaniye kaplıcalarından bu sürede örnek alınmış ancak Gökgedik, Hacıveliler ve Yava'da yağış sularının çekilmemesi nedeniyle örnek alınamamıştır.

Literatürde bulunmasına rağmen, bazı şifalı su lokasyonlarında kaynağın kuruduğu gözlenmiştir. Bu alanların başında Bodrum Tavşanburnu içmesi, Bodrum Akçabükü içmesi ve Fethiye Kalemyel içmesi gelmektedir (EK-1 ve EK-3). Fethiye Ölüdeniz beldesinde yer aldığı belirtilen Belceğiz içmesi ise çalışma kapsamında bulunamamıştır. Ölüdeniz ilçesinde ikamet edenler böyle bir kaynağı hiç bilmediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Ölüdeniz Belediyesi İmar İşleri Müdürlüğü de böyle bir kaynağın varlığından haberdar olmadıklarını belirtmişlerdir.

Proje süresinin kısıtlı olmasından dolayı, öncelikle Muğla Valisi Sayın Fatih Şahin'den randevu alınmış, Muğla ve civarında bilinen minerali su ve jeotermal kaynakların lokasyonları hakkında bilgi talebinde bulunulmuştur. Proje kapsamında yürütülecek arazi çalışması ile İl Jandarma Komutanlığı, İl Emniyet Müdürlüğü ve İlçe Kaymakamlıkları da bilgilendirilmiştir. Ayrıca Devlet Su İşleri ve İl Özel İdaresi gibi kamu kurumları ile de proje çalışması ile ilgili bilgi alışverişinde bulunulmuştur. Arazi çalışmasının güvenlikle yürütülmesi konusunda İl Jandarma Komutanlığı ile iletişim kurulmuştur.

Sayın Valimizin kaymakamlıklara ve ilgili kurumlara yazdığı yazı yanıtlanmış, özellikle Yatağan ve Milas kaymakamlıkları tarafından konuya çok hassas yaklaşılmıştır. Kaymakamlıklar ilçelerindeki kaynakları Valiliğe liste halinde sunmuşlardır. Yatağan Kaymakamlığı ilçede bulunan bütün köy muhtarlarından mineralli su ve jeotermal kaynakları hakkındaki bilgileri istemiş ve detaylı bilgiler göndermiştir.

Projenin arazi çalışmaları Ocak ve Şubat aylarında büyük ölçüde tamamlanmıştır. Ayrıca Muğla Orman Bölge Müdürlüğü ile yapılan görüşmelere bağlı olarak Kavaklıdere ve Yeşilyurt (Yatağan) bölgelerinde yüzeylenen sırasıyla Mentеше ve Dağdibi kaynakları çalışma alanına dahil edilmiştir.

Jeotermal kaynaklardan ve sondajlardan elde edilen suların örneklenmesinde plastik polietilen şişeler kullanılmıştır. Örnekleme her bir kaynaktan veya sondajdan kimyasal analizler ve izotop analizleri için ayrı örneklerin alınması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Alınan her örnek tarih, analiz amacı, örnek numarası verilerek tanımlanmıştır. Arazi çalışmalarında alınan su örnekleri analiz amacı ile ilgili laboratuvara (Hacettepe Üniversitesi, Ankara) gönderilmiştir. Çalışma kapsamında örnekleme öncelikle ilçe, saha ve lokasyon özelliklerini içeren etiketleme sistemi ile kayıt altına alınmıştır. Bu sisteme göre örnek numarasının ilk harfi örneğin alındığı ilçenin ilk harfini, (örn.: Köyceğiz için “K”), ikinci harfi sahanın ilk harfini (örn.: Sultaniye için “S”), ve üçüncü harfi ise su örneğinin türünü vermektedir. Eğer örnek jeotermal kaynaktan alındı ise “K”, mineralli su özeliğinde ise “M”, sondajdan alındı ise “S” harfi üçüncü harf olarak etiketlemede kullanılmıştır. Eğer bölgede birden fazla örnekleme yapıldı ise numaralandırma birden başlayarak verilmiştir.

Arazi çalışması kapsamında, su örneklerinin iletkenlik, pH, sıcaklık, toplam çözünmüş katı madde (TÇK) miktarı ve tuzluluk değerleri gibi fiziko-kimyasal parametreleri yerinde bölümümüz bünyesinde bulunan Horiba (U-52B model) çoklu dijital ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca her örnek noktası GPS ile UTM sisteminde koordinatlandırılmıştır. Çalışmanın her aşaması resimlendirilmiştir.

Çalışmada jeotermal ve mineralli kaynakların yüzeylendiği kayaçların jeolojik özellikleri saptanmış ve örnekleme yapılmıştır. Öncel çalışmalarda detaylı haritaları yapılmış olan alanlar, çalışma amacı ile uyumlu olarak yeniden düzenlenmiş, jeotermal mineralli su ve sondaj lokasyonlarının yüzeylendiği alanların stratigrafik özellikleri ve tektonik süreçlerle ilgili ilişkileri ortaya konmuştur. Muğla ve civarında yer alan jeotermal, mineralli sular ve sondaj lokasyonlarının genel jeolojik özellikleri ve jeolojik haritalarının hazırlanmasında, MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli jeolojik veriler dikkate alınmış, çalışma kapsamında arazi gözlemlerine bağlı olarak yeni düzenlemeler yapılmıştır.

Çizelge 1.1 Proje kapsamında alınan örneklere ait genel bilgiler.

İlçe	Lokasyon	ÖRNEK NO	T (°C)	Tipi*	KOORDİNAT (UTM / ED50)		Yükseklik (m)	Gaz
					D	K		
Milas	Karahayıt	MKS-1	33.06	Sondaj	551434	4148803	335	Yok
Milas	Narhisar	MNM-1	15.36	Mineral	562356	4144891	670	Yok
Milas	Sepetçiler-1	MSM-1	18.63	Mineral	565084	4129465	5	Yok
Milas	Sepetçiler-2	MSM-2	18.50	Mineral	565255	4129076	10	Yok
Milas	Kıyıkışlacık	MKK-1	20.98	Kaynak	552160	4127031	5	Yok
Milas	Asın-1	MAM-1	20.98	Kaynak	552356	4127035	2	Yok
Milas	Asın-2	MAM-2	21.17	Kaynak	552442	4127017	2	Yok
Milas	Bahçeburun	MBM-1	14.31	Mineral	568693	4137875	100	Yok
Yatağan	Bözhöyük	YBS-1	33.33	Sondaj	598009	4127081	430	Var
Yatağan	Hacıbayramlar-1	YHM-1	18.61	Mineral	591853	4142464	315	Var
Yatağan	Hacıbayramlar-2	YHM-2	19.95	Mineral	591853	4142464	315	Var
Yatağan	Hisarardı-1	YHS-1	18.80	Sondaj	594713	4142209	290	Var
Yatağan	Hisarardı-2	YHS-2	18.10	Sondaj	594811	4142282	290	Var
Yatağan	Mesken-1	YMM-1	10.02	Mineral	611350	4148733	460	Var
Yatağan	Mesken-2	YMM-2	16.40	Mineral	611355	4148735	461	Yok
Yatağan	Kapubağ	YKS-1	15.50	Sondaj	599095	4128942	350	Var
Kavaklıdere	Menteşe	KMS-1	14.31	Sondaj	629529	4143523	710	Var
Merkez	Dağdibi	MDM-1	9.30	Mineral	609616	4113442	820	Var
Bodrum	Karaada	BKK-1	29.67	Kaynak	540168	4093599	2	Yok
Bodrum	Gümüşlük	BGS-1	26.87	Sondaj	522062	4099238	10	Yok
Bodrum	Dereköy-1	BDS-1	22.35	Sondaj	524985	4099736	85	Yok
Bodrum	Dereköy-2	BDS-2	23.80	Sondaj	524976	4099996	75	Yok
Bodrum	Dereköy-3	BDS-3	19.39	Sondaj	525387	4099520	40	Yok
Datça	Ilıca-1	DIK-1	26.49	Kaynak	561396	4064336	2	Yok
Datça	Ilıca-2	DIK-2	18.27	Kaynak	561388	4064175	5	Yok
Datça	Ilıca-3	DIK-3	22.15	Kaynak	561338	4064090	15	Yok
Datça	Ilıca-4	DIK-4	23.50	Kaynak	561286	4064172	20	Yok
Datça	Ilıca-5	DIK-5	24.55	Kaynak	561468	4064467	2	Yok
Datça	Kargı-1	DKM-1	20.00	Mineral	560398	4061674	10	Yok
Datça	Kargı-2	DKM-2	19.17	Mineral	560447	4061659	10	Yok
Datça	Kargı-3	DKM-3	20.50	Mineral	560169	4062016	10	Yok
Marmaris	İçmeler	MİM-1	16.55	Mineral	610529	4073537	5	Yok
Köyceğiz	Sultaniye-1	KSK-1	19.70	Kaynak	642788	4082305	10	Yok
Köyceğiz	Sultaniye-2	KSK-2	39.20	Kaynak	642853	4082265	10	Var
Köyceğiz	Sultaniye-3	KSK-3	37.00	Kaynak	642805	4082293	10	Var
Köyceğiz	Delibey-1	KKK-1	29.88	Kaynak	644920	4080156	5	Yok
Köyceğiz	Kelgirme	KKK-2	36.89	Kaynak	645593	4078489	35	Yok
Köyceğiz	Delibey-2	KKK-3	30.50	Kaynak	644921	4080156	5	Yok
Köyceğiz	Toparlar	KTM-1	16.35	Mineral	645446	4095192	10	Yok
Ortaca	Çürükardı-1	OÇK-1	28.70	Kaynak	656671	4065767	10	Var
Ortaca	Çürükardı-2	OÇK-2	28.76	Kaynak	656677	4065767	10	Var
Ortaca	Musalar	OMK-1	25.79	Kaynak	654393	4068427	15	Var
Dalaman	Thermemaris-1	DTK-1	26.94	Kaynak	660150	4062773	10	Var
Dalaman	Thermemaris-2	DTK-2	26.90	Kaynak	660168	4062670	10	Var
Dalaman	Thermemaris-3	DTK-3	26.93	Kaynak	660187	4062623	20	Var
Dalaman	Thermemaris-4	DTK-4	25.90	Kaynak	660198	4062602	20	Var
Dalaman	Thermemaris-5	DTK-5	26.22	Kaynak	660101	4062827	5	Var
Dalaman	Kapukargın-1	DKK-1	28.78	Kaynak	661828	4066361	11	Var
Dalaman	Kapukargın-2	DKK-2	27.81	Kaynak	661869	4066291	10	Var
Dalaman	Kapukargın-3	DKK-3	27.40	Kaynak	662087	4066249	9	Var
Dalaman	Kapukargın-4	DKK-4	28.41	Kaynak	662072	4066232	9	Var
Fethiye	Girmeler-1	FGK-1	36.10	Kaynak	713277	4052077	170	Yok
Fethiye	Girmeler-2	FGK-2	33.30	Kaynak	713256	4052139	145	Yok

*Kaynak: jeotermal kaynak, Mineral: mineralli su, Sondaj: jeotermal veya mineralli su sondajı.

1.2.2 Hidrojeokimyasal Analizler

Hidrojeokimyasal analizler, su örneklerinin anyon, katyon ve iz element içeriklerinin ve duraylı izotop bileşimlerinin ($\delta^{18}\text{O}$, δD) belirlenmesi amacıyla, hizmet alımı çerçevesinde, yurtiçi laboratuvarlarda yaptırılmıştır. Kimyasal analizler (anyon, katyon, iz metaller, SiO_2 ve bor içerikleri) Hacettepe Üniversitesi Su Kimyası ve Çevresel Tiryum Laboratuvarı'nda, duraylı izotop analizleri ise Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM) Duraylı İzotop Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Karbonat (CO_3^{2-}) ve Bikarbonat (HCO_3^-) iyonları titrasyon ile belirlenmiştir. Diğer iyonlar, florür (F^-), klorür (Cl^-), nitrit (NO_2^-), bromür (Br^-), nitrat (NO_3^-), fosfat (PO_4^-), sülfat (SO_4^{2-}), lityum (Li^+), sodyum (Na^+), amonyum (NH_4^+), potasyum (K^+), magnezyum (Mg^{2+}), ve kalsiyum (Ca^{2+}) analizleri yüksek performanslı iyon kromatografi cihazı ile iletkenlik dedektörü kullanılarak analiz edilmiştir. SiO_2 ve B analizleri spektrofotometrik yöntem ile yapılmıştır. İz element analizleri, rapor edilen tüm elementler için ICP-MS (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer) cihazı ile yapılmıştır. Duraylı izotop analizleri ise EA-IRMS (Element Analyzer-Isotope Ratio Mass Spectrometer) cihazı ile yapılmıştır.

1.2.3 Mineralojik Petrografik Analizler

Jeotermal ve mineralli su kaynaklarının yüzeylendiği birimlerden alınan kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik özellikleri, suların petrojenetik özelliklerinin ortaya çıkarılmasında olası kayaç-su etkileşiminin belirlenmesinde önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında yirmi üç (23) adet kayaç örneğinden ince kesit yapılmış, araştırma mikroskobu kullanılarak mineralojik ve petrografik özellikler belirlenmiştir.

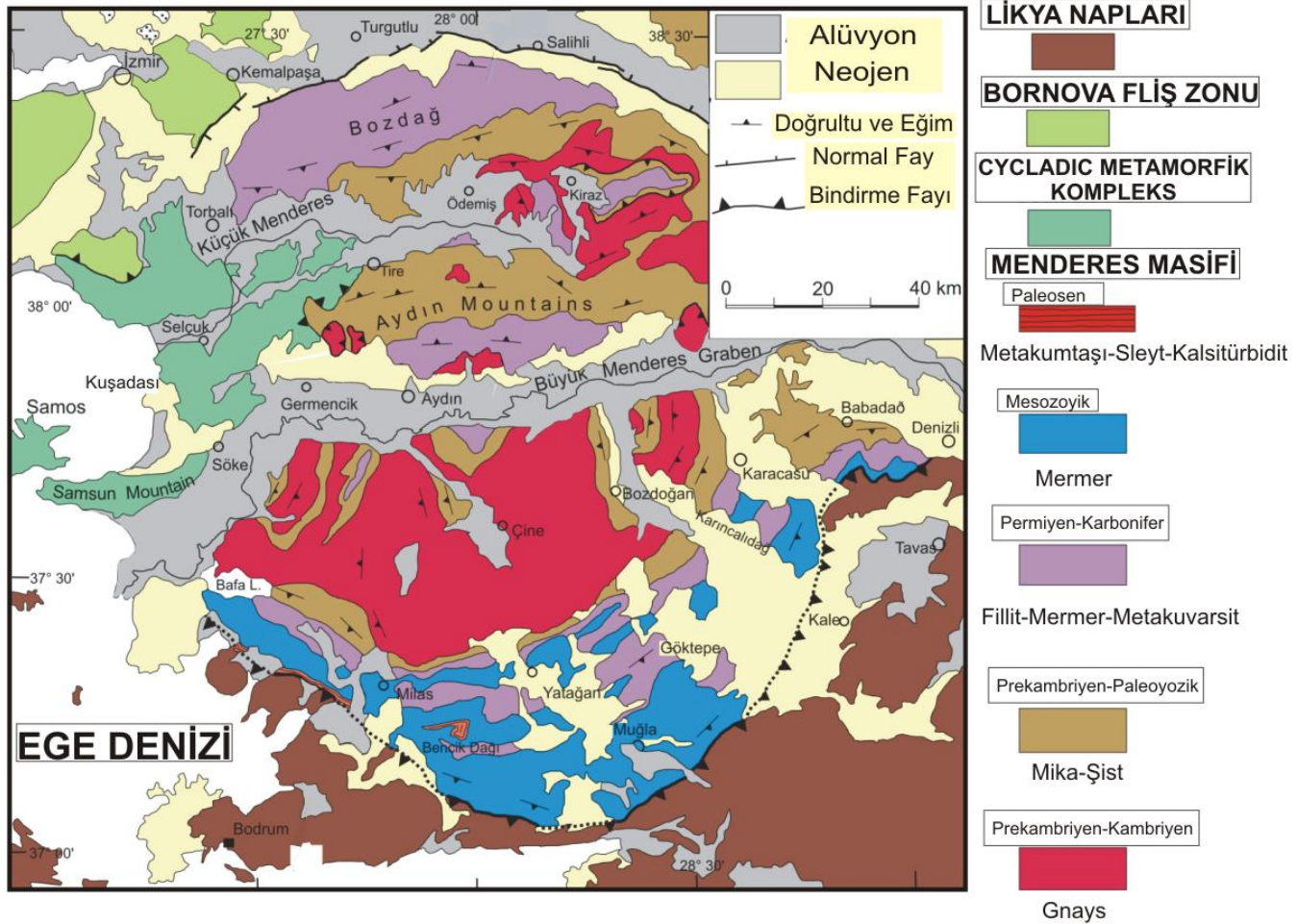
1.2.4 Veri Değerlendirme

Veri değerlendirme aşamasında jeotermal ve mineralli suların yüzeylendiği alanlardaki arazi gözlemleri (stratigrafik konumları, mineralojik ve petrografik özellikleri), suların fizikokimyasal parametre ölçümleri değerlendirilmiş, açıklanmış ve envanter özelliğinde raporlanmıştır.

Su tipleri ve hidrojeokimyasal fasiyeslerin belirlenmesinde ve jeotermometre uygulamalarında jeotermal ve mineralli suların anyon-kasyon analiz sonuçları, duraylı izotop analizleri ise jeotermal ve mineralli suların kökensele özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Jeolojik, mineralojik ve petrografik analizler ile termal ve mineralli suların yüzeylendiği kayaların stratigrafik özellikleri detaylandırılmıştır. Proje çalışmasında jeokimyasal analizlerin değerlendirilmesinde PHREEQC, EXCEL ve AqQA, haritaların hazırlanmasında ArcGIS ve CorelDraw gibi bilgisayar programları kullanılmıştır.

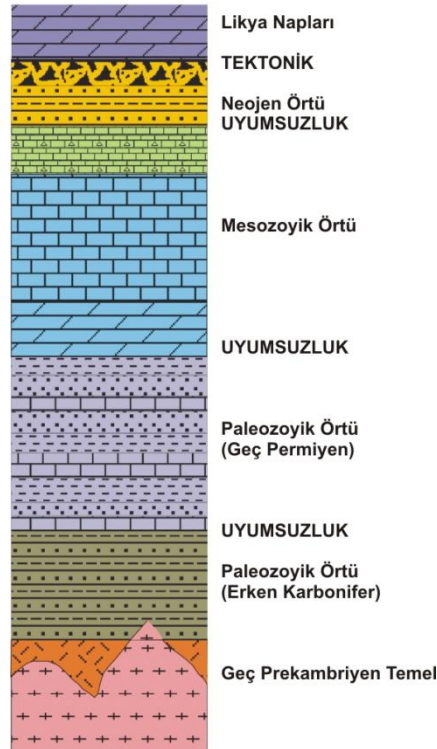
2. MUĞLA BÖLGESİNİN JEOLJİSİ

Muğla ve civarında belirlenen jeotermal kaynaklar, mineralli sular ve jeotermal sondaj kuyuları, Muğla ilinin kuzeyinde Menderes Masifi'nin güney kolunu oluşturan Çine Alt Masifinin temel birimleri, Paleozoyik-Mezozoyik-Neojen örtüleri içinde bulunurlar (Şekil 2.1 ve EK-2). Kaynak alanları Muğla ilinin güney kesiminde doğu-batı doğrultusunda uzanan Likya Napları ve Beydağları Otoktonu'nun Mezozoyik-Neojen örtüleri içinde gözlenirler (Şekil 2.1 ve EK-2). Çalışma alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası ve kolon kesiti Şekil 2.1'de verilmiştir. Menderes Masifi Çine Alt Masifi'nin temel ve Paleozoyik-Mezozoyik ve Neojen örtü birimleri içindeki kaynaklar; Milas (Karahayıt, Narhisar, Bahçeburun), Yatağan (Hacıbayramlar-Hisarardı, Mesken, Kapubağ), ilçelerinde gözlenirler (EK-2).



Şekil 2.1 Çalışma bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası ve kolon kesiti (Okay, 2001'den alınmıştır).

Likya Napları ve Beydağları Otoktonu'nun Mesozoyik-Neojen örtü birimleri içinde gözlenen kaynaklar ise Milas (Kıyıkışlacık, Sepetçiler), Kavaklıdere (Menteşe), Merkez (Dağdibi), Bodrum (Gümüşlük-Dereköy, Karaada), Köyceğiz (Toparlar, Sultaniye-Delibey-Kelgirme), Marmaris (İçmeler), Ortaca (Musalar, Çürükardı), Dalaman (Kapukargın, Thermemaris), Fethiye (Girmeler) bölgesinde yer alırlar (EK-2). Muğla ilinin kuzeyinde Milas ve Yatağan bölgelerindeki jeotermal ve mineralli su kaynakları, Menderes Masifi Çine Alt Masifi'nin temel ve örtü kayaçları içinde gelişmiştir. Bu alanda yüzeylenen Menderes Masifi Çine Alt Masifinin genelleştirilmiş kolon kesiti Şekil 2.2'de verilmiştir (Okay, 2002). Bu alandaki temel kayaçları; Geç Prekambriyen yaşlı migmatitler, gözlü gnayslar, para-ortognayslar, amfibolitler, granülitler, eklojitler ve meta-granitoyidler ile temsil edilirler (M.T.A. 1/100.000 ölçekli Aydın M18, M19, M20, Aydın N19, N20, N21 paftaları). Paleozoyik yaşlı örtü birimleri ise temel birimleri uyumsuz olarak üzerleyen meta-konglomera, granat-mikaşist, kuvarsit, granat amfibolit ile kalkışist ve fillitik kayaçlar ile devam eder (Okay, 2001). İstif, uyumsuz olarak Mesozoyik yaşlı platform tipi mermer, kalkışist ve dolomitler ile üzerlenir (Okay, 2001). Neojen yaşlı birimler tüm istif uyumsuz olarak örter. Tüm birimler bölgede Likya Napları tarafından tektonik olarak üzerlenir (Okay, 2002). İnceleme alanındaki birimleri Kuvarterner yaşlı karasal çökeller örter.



Şekil 2.2 Menderes Masifi Çine Alt Masifi'nin genelleştirilmiş kolon kesiti (Okay, 2002'den alınmıştır).

Muğla ilinin güneyinde belirlenen jeotermal kaynaklar, mineralli sular ve sondaj amaçlı açılan jeotermal kuyular Milas, Bodrum, Marmaris, Köyceğiz, Dalaman ve Fethiye bölgelerinde geniş alanlarda yüzlek veren Likya Napları ve üzerinde gözlenen Mesozoyik-Neojen örtü birimleri içinde gelişmiştir (EK-2). Kuvarterner yaşlı karasal çökeller ile üzerlenir. Bölgede geniş alanlar kaplayan Üst Kratese yaşlı Likya Napları, Toros-Anatolit Platformunun kuzeyinde gelişen İzmir-Ankara okyanusunun kapanmasına bağlı olarak gelişmiştir (Okay, 2008). Ofiyolitik melanj, ofiyolitik kayalar ve onları üzerleyen sedimanter dilimlerden meydana gelen Likya Napları, İzmir-Ankara Okyanusu'nun kapanmasına bağlı olarak güneydoğuya doğru hareket ederek, Beydağları Otokton birimine bindirmiştir (Hayward ve Robertson, 1982; Hayward, 1984; Okay, 2008; van Hinsbergen ve diğ., 2010) (Şekil 2.1, EK-2). Likya Napları'nın güneydoğuya doğru bindirmesi, Menderes Masifi'nin temel ve örtü birimlerinin metamorfizma geçirmesine neden olurken, çeşitli bindirme düzlemleri ve tektonik yapıların, kırık hatlarının gelişmesine yol açmıştır. Muğla ilinin kuzeyinde ve güneyinde gözlenen kaynakların büyük bir kısmı fay kontrollü ve kırık sistemine bağlı olarak gelişmişlerdir. Bu tektonik yapıların gelişimi, Likya Napları'nın Erken Miyosen dönemde (Hayward ve Robertson, 1982; Hayward, 1984; van Hinsbergen ve diğ., 2010) güneye bindirmesi sonucunda gelişmiştir. Bölgede saptanan jeotermal suların 30-40 °C sıcaklık aralığında olması, kaynakların kırık kontrollü olarak jeotermal gradyana bağlı geliştiğini ve kırık hatlar boyunca yüzlek verdiğini göstermektedir.

3. SULARIN GENEL KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Yeraltısuları, beslenme bölgelerine, geçtikleri yollara ve ortama, kirletici faaliyetlere bağlı olarak çok sayıda çözünmüş inorganik madde, organik madde, gazlar ve mikroorganizmalar içerir. Çözünmüş maddelerin miktarı; suyun geçtiği kayaçların mineralojik bileşimine, minerallerin çözünürlüğüne, suyun kayaçlarla değinim süresine, akış hızına, sıcaklığa, ortamın basıncına ve yeraltında meydana gelen kimyasal ve biyolojik süreçlere bağlı olarak değişir.

Arazi çalışmaları sırasında, inceleme alanındaki jeotermal kaynak, sondaj kuyu sularının ve mineralli suların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, sıcaklık (T), pH, elektriksel iletkenlik (EC) miktarları arazide ölçülmüş, ayrıca laboratuvar analizleri için su örnekleri alınmıştır. Arazi ölçümlerinde ve laboratuvar analizlerinde literatürde standart yöntemler olarak verilen (APHA ve diğ., 1995) ölçüm ve analiz yöntemleri uygulanmıştır. Alınan su örnekleri üzerinde ana (majör) katyon ve anyonlar ile çok sayıda elementin analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.1, 3.2, 3.3, 3.4).

Bilindiği üzere literatürde sıcaklığı sürekli olarak ortalama yıllık hava sıcaklığının 4-5 °C üzerinde olan sular “jeotermal su” olarak tanımlanmaktadır. 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu’nda (Resmi Gazete, 2007) ise Jeotermal kaynak “Jeolojik yapıya bağlı olarak yer kabuğu ısısının etkisiyle sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, çevresindeki sulara göre daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen, doğal olarak çıkan veya çıkarılan su, buhar ve gazlar ile yeraltına insan düzenlemeleri vasıtasıyla gönderilerek yer kabuğu veya kızgın kuru kayaların ısısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların elde edildiği yerler” şeklinde tanımlanmaktadır. Türkiye’de ortalama yıllık hava sıcaklığı 16 °C civarında olup sıcaklığı 20 °C civarında ve daha yüksek olan yeraltısuları “jeotermal su” olarak adlandırılmaktadır.

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu’nda (Resmi Gazete, 2007) Doğal Mineralli Su, “Yerkabuğunun farklı derinliklerinde, uygun jeolojik şartlarda doğal olarak oluşan bir veya daha fazla kaynaktan yeryüzüne kendiliğinden çıkan ya da çıkartılan, mineral içeriği ve diğer bileşenleri ile tanımlanan; tedavi, şifa amaçlarıyla da kullanılan içmece suyu, şifalı su ve benzeri adlarla anılan soğuk ve sıcak doğal sular” olarak tanımlanmaktadır.

Su noktalarında yapılan ölçümler ve su analiz sonuçları göz önüne alınarak incelemesi yapılmış olan 53 adet su örnek noktası (EK-3) iki gruba ayrılarak değerlendirilmiştir. Çizelge 3.1 ve 3.2 de sıcaklığı çoğunlukla 20 °C'nin üzerinde olan (birkaç su hariç), diğer bir deyişle jeotermal özelliğe sahip, suların analizleri verilmiştir. İnceleme alanında jeotermal özellikteki sular genellikle kıyı kesimindeki sahalarda yer almaktadır. Sıcaklığı 20 °C'nin altında olan ve "mineralli su" niteliklerine sahip suların analizleri Çizelge 3.3 ve 3.4 de verilmiştir. İnceleme alanında bu tür sular genellikle iç kesimlerdeki sahalarda yer almaktadır.

Suların kimyasal analizlerini topluca görebilmek, iyonlar arası karşılaştırmaları kolaylaştırmak, suları birbirleri ile kıyaslamak, benzerlik ve farklılıkları vurgulamak ve böylece suların kimyasal özelliklerini daha iyi yorumlayabilmek amacıyla analizler diyagramlarla gösterilir. Literatürde su kimyası analizlerini göstermede kullanılan çok sayıda diyagram bulunmaktadır. Piper diyagramı, yarı logaritmik ve üçgen diyagramlar proje çalışmaları kapsamındaki su analizlerinin gösteriminde kullanılmıştır. Bu diyagramların hazırlanmasında sulardaki ana (majör) katyonlar (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) ve anyonlar (CO_3^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^-) dikkate alınmaktadır.

3.1. Jeotermal Sular (Kıyı Suları)

İnceleme alanında jeotermal sularda ölçüm ve analizi yapılan bazı parametrelerin değerleri şöyledir: T=18.3-39.2 °C, pH=5.04-7.54, EC=688-58200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Na=32-46616 ppm, K=3-639 ppm, Ca=73-4204 ppm, Mg=28-1772 ppm, $\text{HCO}_3=127-1419$ ppm, Cl=30-24087 ppm, $\text{SO}_4=129-2621$ ppm, $\text{SiO}_2=7-60$ ppm, $\text{NO}_3=0-31$ ppm, B=0-5.6 ppm (Çizelge 3.1).

MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ

Çizelge 3.1 Suların kimyasal analizleri-1 (Jeotermal sular).

Sıra no	Örnek no.	Ölçüm ve örnekleme tarihi	Suyun (kaynak/kuyu) adı	T (°C)	pH	EC (µS/cm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	HCO ₃ (ppm)	Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	SiO ₂ (ppm)	NO ₃ (ppm)	B (ppm)
1	YBS-1	07.01.2012	Bozhöyük	33.3	5.45	2240	145	20	375	57	1419	27	191	44	0.0	5.0
2	OÇK-1	08.01.2012	Çürükardı-1	28.7	6.71	23235	3963	213	943	560	860	7873	950	16	1.5	1.9
3	OÇK-2	08.01.2012	Çürükardı-2	28.8	6.23	23680	4092	218	912	590	857	8153	978	15	0.0	1.1
4	DTK-1	08.01.2012	Thermemaris-1	26.9	6.94	26400	4092	235	708	543	857	8463	1011	16	0.0	2.3
5	DTK-2	08.01.2012	Thermemaris-2	26.9	6.54	27050	4188	236	769	583	834	9195	1069	16	0.0	2.2
6	DTK-3	08.01.2012	Thermemaris-3	26.9	6.49	26500	4534	265	841	610	828	8935	1044	16	0.0	2.4
7	DTK-4	08.01.2012	Thermemaris-4	25.9	5.28	12970	4462	100	469	328	616	3921	464	15	0.0	0.9
8	DTK-5	08.01.2012	Thermemaris-5	26.2	5.85	21325	1972	250	822	548	803	6985	849	16	1.9	1.5
9	FGK-1	09.01.2012	Girmeler-1	36.1	7.38	4150	401	19	365	93	347	708	695	22	0.0	0.8
10	FGK-2	09.01.2012	Girmeler-2	33.3	7.54	3606	377	18	323	92	334	684	648	20	0.0	0.7
11	DIK-1	10.01.2012	Ilıca-1	26.5	6.19	56600	9988	570	1502	1504	173	20753	2621	8	12	5.0
12	DIK-2	10.01.2012	Ilıca-2	18.3	6.93	22000	3525	198	722	578	289	6999	914	8	8.5	1.3
13	DIK-3	10.01.2012	Ilıca-3	22.2	7.11	17785	2644	144	636	445	295	5335	681	8	5.2	1.0
14	DIK-4	10.01.2012	Ilıca-4	23.5	7.07	19100	1972	219	684	513	295	6196	823	9	8.3	1.0
15	DIK-5	10.01.2012	Ilıca-5	24.6	5.68	27750	3593	201	820	689	263	9274	1167	10	14	2.2
16	DKM-1	10.01.2012	Kargı-1	20.0	7.16	15092	2250	116	562	314	321	4384	579	7.6	9.5	0.8
17	DKM-2	10.01.2012	Kargı-2	19.2	6.86	3090	335	17	199	48	360	670	85	7.4	1.2	0.0
18	DKM-3	10.01.2012	Kargı-3	20.5	6.56	8130	1197	68	301	163	315	2567	317	7.7	2.4	0.3
19	MKS-1	11.01.2012	Karahayıt	33.1	5.57	1920	32	9.6	282	53	552	30	427	60	0.0	0.1
20	BKK-1	12.01.2012	Karaada	29.7	7.53	58200	11383	639	1316	1772	520	24087	2597	11	9.2	5.6
21	BGS-1	12.01.2012	Gümüşlük	26.9	5.32	26730	858	30	4204	1033	128	10214	705	32	8.0	0.0
22	DKK-1	18.01.2012	Kapukargın-1	28.8	6.21	21300	3613	214	889	487	835	7018	842	15	5.2	2.5
23	DKK-2	18.01.2012	Kapukargın-2	27.8	6.25	20900	3319	188	850	449	854	6408	781	14	10	2.2
24	DKK-3	18.01.2012	Kapukargın-3	27.4	6.17	19500	3313	379	837	406	841	6497	755	14	20	1.8
25	DKK-4	18.01.2012	Kapukargın-4	28.4	6.25	19400	3283	168	873	459	834	6276	767	14	20	1.7

MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ

Çizelge 3.1 Suların kimyasal analizleri-1 (Jeotermal sular) (devam ediyor).

Sıra no	Örnek no.	Ölçüm ve örnekleme tarihi	Suyun (kaynak/kuyu) adı	T (°C)	pH	EC (µS/cm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	HCO ₃ (ppm)	Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	SiO ₂ (ppm)	NO ₃ (ppm)	B (ppm)
26	MKK-1	19.01.2012	Kıyıkışlacık	21.0	6.91	14600	2038	110	530	388	424	4190	510	7.4	9.9	1.0
27	MAM-1	16.02.2012	Asın-1	21.0	6.76	31300	5204	310	594	845	347	10655	1262	7.2	23	2.0
28	MAM-2	16.02.2012	Asın-2	21.2	6.84	32500	5023	275	594	840	340	10238	1226	6.9	12	2.5
29	KSK-1	18.01.2012	Sultaniye-1	19.7	8.66	5950	818	42	255	111	276	1671	228	7	1.0	0.0
30	KSK-2	21.01.2012	Sultaniye-2	39.2	5.04	44590	6904	387	1543	877	347	13583	1936	18	8.6	4.6
31	KSK-3	24.03.2012	Sultaniye-3	37.0	6.46	38404	6043	335	1436	732	299	12203	1811	17	0.0	3.6
32	KKK-1	21.01.2012	Delibey-1	29.9	6.43	16300	2503	140	734	363	353	4997	742	11	12	1.4
33	KKK-2	31.01.2012	Kelgirme	36.9	6.39	46616	7808	442	1802	1031	318	15697	2205	16	31	0.0
34	KKK-3	24.03.2012	Delibey-2	30.5	6.59	42850	7344	561	1465	907	292	14548	2088	18	21	4.4
35	BDS-1	25.01.2012	Dereköy-1	22.4	7.22	688	35	3	73	28	210	33	129	55	0.0	0.1
36	BDS-2	25.01.2012	Dereköy-2	23.8	7.27	867	53	3	105	31	318	46	135	30	0.1	0.0
37	BDS-3	25.01.2012	Dereköy-3	19.4	6.71	1208	56	6	157	39	127	77	404	34	1.6	0.1
38	OMK-1	30.01.2012	Musalar	25.8	6.15	25153	4065	217	851	582	858	7960	943	19	6.7	1.2

MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ

Çizelge 3.2 Suların kimyasal analizleri-2 (Jeotermal sular).

Sıra no	Örnek no.	Ölçüm ve örnekleme tarihi	Suyun (kaynak/kuyu) adı	Al (ppb)	As (ppb)	Ba (ppb)	Br (ppb)	Cr (ppb)	Cu (ppb)	F (ppb)	Fe (ppb)	Mn (ppb)	Ni (ppb)	P (ppb)	Se (ppb)	Th (ppb)
1	YBS-1	07.01.2012	Bozhöyük	126.9	30.9	281.6	0.0	<0.001	6.2	2.19	329	129.3	3.4	347.3	<0.001	0.02
2	OÇK-1	08.01.2012	Çürükardı-1	3335	248.8	1609	20.48	71.4	99.7	2.83	1202	47.4	53.7	2189	46.2	0.20
3	OÇK-2	08.01.2012	Çürükardı-2	1454	244.6	1462	20.28	12.6	93.6	0.0	1046	24.1	20.4	2306	40.8	0.13
4	DTK-1	08.01.2012	Thermemaris-1	1171	222.6	1417	22.47	<0.001	81.1	1.39	1037	38.2	12.9	2165	42.1	0.15
5	DTK-2	08.01.2012	Thermemaris-2	863	231	1419	23.72	<0.001	36.5	0.0	995	19.9	6.2	2022	41.6	0.18
6	DTK-3	08.01.2012	Thermemaris-3	960.7	226.4	1461	26.45	<0.001	40	3.04	1027	25.6	9.4	2110	47	0.07
7	DTK-4	08.01.2012	Thermemaris-4	305.7	77.6	468.6	9.30	<0.001	23.6	0.0	361.7	28.9	7.5	784.8	20.9	0.04
8	DTK-5	08.01.2012	Thermemaris-5	896.1	228.4	1455	18.83	<0.001	39.1	3.91	1047	8.5	9.4	2186	37.4	0.11
9	FGK-1	09.01.2012	Girmeler-1	128.3	355.7	251.3	0.52	<0.001	5.6	2.74	185.2	0.4	1.7	388.2	1.1	0.04
10	FGK-2	09.01.2012	Girmeler-2	115.9	284.8	228.6	0.56	<0.001	7.7	2.33	184.6	0.1	0.9	371.3	<0.001	0.02
11	DIK-1	10.01.2012	Ilıca-1	976.4	232	1551	56.02	<0.001	40.8	0.0	1206	37.3	17.2	2373	173.2	0.16
12	DIK-2	10.01.2012	Ilıca-2	871.2	212.6	1428	21.97	<0.001	38.6	3.40	1145	<0.001	3.8	2124	50	0.09
13	DIK-3	10.01.2012	Ilıca-3	282.2	67.2	503.3	14.26	<0.001	22.9	0.0	391.5	<0.001	7.1	705.5	39.6	0.05
14	DIK-4	10.01.2012	Ilıca-4	248.1	68.6	528.8	18.27	<0.001	21.7	0.0	401.2	<0.001	6.1	714.9	40.2	0.03
15	DIK-5	10.01.2012	Ilıca-5	940.6	219.8	1486	23.06	<0.001	33.6	0.0	1255	<0.001	23.9	2026	63.7	0.13
16	DKM-1	10.01.2012	Kargı-1	276.2	68.4	520.8	14.88	<0.001	30.3	0.0	414.6	<0.001	8.9	731.2	38.9	0.02
17	DKM-2	10.01.2012	Kargı-2	87.8	26.2	244.2	1.71	<0.001	7.9	0.0	199.7	<0.001	0.9	333.4	4.3	0.01
18	DKM-3	10.01.2012	Kargı-3	80.9	28.4	268.2	6.75	<0.001	6	0.0	200.4	<0.001	0.7	334.7	15.6	0.01
19	MKS-1	11.01.2012	Karahayıt	254.4	64	445.1	0.0	<0.001	29.4	1.05	417.9	671.3	8.9	629	<0.001	0.03
20	BKK-1	12.01.2012	Karaada	938.1	229.9	1575	62.2	<0.001	37.4	4.96	1254	<0.001	3.7	1995	143.6	0.12
21	BGS-1	12.01.2012	Gümüşlük	807.7	247.7	1632	28.72	<0.001	41.3	0.0	2994	1095	34.9	1960	65.1	0.07
22	DKK-1	18.01.2012	Kapukargın-1	1510	289.2	1628	18.41	6.1	128.9	6.20	1365	20.3	17.8	2182	32.6	0.17
23	DKK-2	18.01.2012	Kapukargın-2	1225	343.3	1547	15.95	<0.001	97.1	6.88	1313	2.5	16.3	1970	35.7	0.14
24	DKK-3	18.01.2012	Kapukargın-3	367.3	191.9	545.6	18.14	1.4	27	68.80	461	15.8	3.7	639	35.9	0.05
25	DKK-4	18.01.2012	Kapukargın-4	343.4	210.1	534.2	15.32	1.9	29.7	14.27	475.4	13.9	6.4	628.1	38.6	0.03

MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ

Çizelge 3.2 Suların kimyasal analizleri-2 (Jeotermal sular) (devam ediyor).

Sıra no	Örnek no.	Ölçüm ve örnekleme tarihi	Suyun (kaynak/kuyu) adı	Al (ppb)	As (ppb)	Ba (ppb)	Br (ppb)	Cr (ppb)	Cu (ppb)	F (ppb)	Fe (ppb)	Mn (ppb)	Ni (ppb)	P (ppb)	Se (ppb)	Th (ppb)
26	MKK-1	19.01.2012	Kıyıkışlacık	218.3	66.2	497.5	11.68	3.7	8.8	9.36	466.7	<0.001	0.7	759.9	31.8	0.04
27	MAM-1	16.02.2012	Asın-1	<0.001	<0.001	<0.001	30.25	1.3	<0.001	0.0	<0.001	<0.001	<0.001	1610	64.1	<0.001
28	MAM-2	16.02.2012	Asın-2	<0.001	1.5	<0.001	28.84	<0.001	<0.001	0.0	<0.001	<0.001	<0.001	1469	67	<0.001
29	KSK-1	18.01.2012	Sultaniye-1	123.7	37	314.6	4.54	<0.001	8.4	0.34	230.1	24.5	<0.001	388.5	10.6	0.02
30	KSK-2	21.01.2012	Sultaniye-2	886.2	304.8	1636	38.52	6.3	32.8	0.0	1397	18.8	17.3	2116	104.4	0.18
31	KSK-3	24.03.2012	Sultaniye-3	<0.001	62.1	<0.001	27.64	<0.001	<0.001	0.0	<0.001	33.6	4.7	1478	124.2	<0.001
32	KKK-1	21.01.2012	Delibey-1	233.6	85.2	519.5	13.78	2.33	6.2	3.97	460.3	9.3	18	636.6	34	0.03
33	KKK-2	31.01.2012	Kelgirme	486.7	245.4	1533	43.08	8.4	16.6	17.56	1269	108.6	9	1661	114.1	0.12
34	KKK-3	24.03.2012	Delibey-2	5213	0.3	36	36.73	12.8	1.3	21.4	7933	686.1	156.7	557.2	1.5	16.3
35	BDS-1	25.01.2012	Dereköy-1	<0.001	8.9	14.6	0.12	1.7	<0.001	0.84	110.7	869.9	<0.001	115.9	<0.001	<0.001
36	BDS-2	25.01.2012	Dereköy-2	<0.001	13.3	24	0.17	2.7	<0.001	0.84	69.2	186.9	<0.001	58.1	0.212	0
37	BDS-3	25.01.2012	Dereköy-3	<0.001	<0.001	16.7	0.33	1.3	<0.001	0.47	94.6	741.8	2.3	57.1	0.306	<0.001
38	OMK-1	30.01.2012	Musalar	521.3	219.4	1496	20.31	23	23.3	0.97	1364	510.6	14.7	1714	68.5	0.14

Jeotermal suların analiz değerlerinden görüldüğü üzere (Çizelge 3.1) içerdikleri çözünmüş majör iyon ve elementlerin miktarları geniş bir aralıkta değişmektedir (EK-4). EC, Na ve Cl değerleri deniz suyu etkilerinin görüldüğü kıyıda veya kıyıya yakın noktalardan boşalım yapan sularda (Çürükardı, Thermemaris, Ilıca, Karaada, Gümüşlük, Kapukargın, Kıyıkışlacık, Asın, Sultaniye, Delibey ve Kelgirme) en yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Jeotermal sahalar, literatürde yaygın olarak kullanılan sınıflamaya göre akışkan (sıcak su) sıcaklığı dikkate alınarak üç gruba ayrılmaktadır (Koçak, 2001). Bunlar; a) Düşük sıcaklıklı sahalar (sıcaklığı 20-70 °C), b) Orta sıcaklıklı sahalar (sıcaklığı 70-150 °C) ve c) Yüksek sıcaklıklı (sıcaklığı 150 °C den yüksek) sahalarıdır. Bu sınıflamaya göre, Muğla ilindeki jeotermal sahalar düşük sıcaklıklı sahalarıdır.

Elektriksel iletkenlik (EC), suyun elektrik akımını iletebilme özelliğidir. Suda çözünmüş iyonların (TÇK) miktarının (yaklaşık) göstergesidir ve mikroSimens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) olarak belirtilir. Su elektrik akımını çözünmüş iyonlar aracılığıyla iletir, bundan dolayı suyun elektriksel iletkenliği toplam çözünmüş iyon miktarı (tuzluluk) ile doğru orantılıdır. EC ölçülerek sudaki toplam iyon miktarı yaklaşık olarak belirlenebilir. Suyun elektriksel iletkenliği, toplam çözünmüş katı madde (TÇK) miktarı ile de doğru orantılıdır.

İnceleme alanındaki jeotermal suların EC miktarı çoğunlukla 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'den yüksektir (Çizelge 3.1). Bu, Muğla'daki jeotermal suların toplam çözünmüş katı madde (TÇK) yönünden zengin olduğunu göstermektedir. EC değerlerinin yükselmesine paralel olarak sulardaki ana (majör) katyon (Na, K, Ca, Mg) ve anyon (HCO_3 , Cl, SO_4) derişimleri de artmaktadır.

Suların sınıflanmasında yaygın olarak kullanılan ve Piper (1944) tarafından geliştirilmiş olan diyagramda (Piper diyagramı), sulardaki ana (majör) katyon ve anyonlar, iyonların (mek/L) derişimlerinden hesaplanan yüzde (%) miktarlarına göre ayrı üçgenler üzerinde gösterilir. Piper diyagramı yardımıyla suların hidrokimyasal sınıflanması yapılabilir. Katyon ve anyonları gösteren noktalar suyun kimyasal karakterini (tipini) belirtir. Katyon ve anyon üçgenleri % 50 değerlerinden geçen sınırlarla küçük üçgenlere ayrılmıştır. Suyun adlandırılması, suyun içine düştüğü küçük üçgenler göz önüne alınarak yapılır. Bu diyagram, suların birbirleri ile karşılaştırılmasında, benzer ve farklı kökenli suların ayırtlanmasında kullanılır.

Jeotermal suların Piper diyagramında sınıflanması Şekil 3.1 ve 3.2'de verilmiştir. Bu diyagramlarda ayrıca Bayarı ve diğ. (1993)'ten alınan deniz suyu da gösterilmiştir. Şekillerden görüldüğü üzere Na ve Cl iyon derişimleri yüksek olan sular (Çürükardı, Thermemaris, Ilıca, Kargı, Karaada, Kapukargın, Kıyıkışlacık, Asın, Sultaniye, Kelgirme, Delibey ve Musalar) deniz suyunun da yer aldığı sodyum klorürlü sular (Na-Cl tipi) sınıfında yer almaktadır. Gümüşlük suyu (BGS-1) kalsiyum klorürlü (Ca-Cl tipi) sudur. Bozhöyük suyu (YBS-1) ve Dereköy sularının iki tanesi (BDS-1 ve BDS-2) kalsiyum bikarbonatlı (Ca-HCO₃ tipi) sulardır. Dereköy sularının biri (BDS-3) ve Karahayıt suyu kalsiyum sülfatlı (Ca-SO₄ tipi) sudur. Girmeler suları (FGK-1 ve FGK-2) karışık klorürlü-sülfatlı (Ca-Mg-Na-Cl-SO₄ tipi) sulardır.

Suların sınıflanmasında yaygın olarak kullanılan diyagramlardan bir diğeri, Schoeller (1955) tarafından geliştirilen yarı logaritmik diyagramdır. Bu diyagramda, yatay eksene belirli aralıklarla iyonlar sıralanır, logaritmik ölçekli düşey eksende iyon miktarları mek/L olarak işaretlenir. İyonlara ait noktalar düz çizgilerle birleştirilerek su analizine ait grafik elde edilir. Yarı logaritmik diyagram, benzer ve farklı kökenli suları belirlemede, suları gruplandırmada, suyun geldiği kayacın tahmininde yardımcı olmaktadır. Diyagramda grafikleri birbirine paralel olan sular, genellikle aynı tür litolojik birimlerden gelen ve dolayısıyla birbirine benzer kimyasal bileşime sahip olan sulardır.

Jeotermal suların yarı logaritmik diyagramda (Schoeller diyagramı) gösterimi Şekil 3.3 ve 3.4'te verilmiştir. Diyagramlardan görüldüğü üzere sulara ait çizgiler genellikle paralel gidişler göstermektedir. Bu durum suların kimyasal bileşim ve iyonların birbirlerine göre oranları açısından genellikle benzer özelliklere sahip olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, Na ve Cl iyonlarının hakim durumda olduğu jeotermal sular ile genellikle karbonatlı litolojik birimlerden boşalan ve nispeten çözünmüş iyonlar açısından da fazla zenginleşmemiş olan jeotermal sular arasında bir farklılık göze çarpmaktadır. Çözünmüş iyonlarca zengin olan jeotermal sular diyagramların üst kısımlarında, nispeten daha az iyon içerenler ise diyagramların alt kısımlarda gruplanmıştır.

Yüzey ve yeraltısularındaki nitrat (NO₃) çoğunlukla organik veya insan (antropojen) kaynaklıdır. Bununla birlikte, magmatik kayalar ve volkanlardan çıkan malzemeler (sıcak su, buhar, gaz) sularındaki nitrate lokal olarak kaynaklık edebilir (McNeely ve diğ, 1979). İncelenen jeotermal sularda NO₃ miktarı 0-31 ppm arasında değişmekte olup, çoğunlukla

10 ppm den azdır. Kapukargın, Delibey ve Kelgirme sularında en yüksek değerlerin ölçüldüğü dikkati çekmektedir.

Volkanik gazlar bor (B) bileşikleri içerir, bu nedenle volkanik kayalarla teması olan sular ve sıcak kaynak suları önemli miktarda bor içerebilir (Hem, 1985). Jeotermal suların sıcaklığı yükseldikçe genellikle B derişimleri de artmaktadır. Özkara ve Şener (1986) tarafından yüksek sıcaklığa sahip Denizli Sarayköy ve Kızıldere, ve Aydın Germencik ve Ömerbeyli jeotermal alanlarında yapılan araştırmada kuyulardan üretilen buhardaki B derişimlerinin 21-36 ppm arasında olduğu saptanmıştır. İnceleme alanındaki jeotermal sularda B derişimleri 0.0-5.6 ppm arasında değişmektedir. Yüksek B miktarları Bozhöyük, Thermemaris, Ilıca, Karaada, Kapukargın, Sultaniye ve Karaada sularında ölçülmüştür.

Doğal sularda majör iyonlar (Ca, Mg, Na, HCO₃, SO₄, Cl) genellikle 5 ppm den yüksek derişimlerde bulunur ve suyun içerdiği çözünmüş maddelerin % 90'ını oluşturur. Sular majör iyonlar dışında çözünmüş iyon ve elementler içerir. Ağır metaller de doğal sularda minör ve eser düzeyde bulunan maddelerdendir. Demir dışındaki diğer ağır metaller sularda genellikle 1 ppm'den düşük derişimlerde bulunur (Freeze ve Cherry, 1979). Jeotermal sular, genellikle soğuk yeraltısularından daha yüksek ağır metal derişimlerine sahiptir.

İnceleme alanında jeotermal sularda analizi yapılan ve çoğunlukla yeraltısularında çok düşük derişimlerde bulunan bazı minör ve eser element derişimlerinin aralıkları (en küçük ve en büyük) şöyledir (Çizelge 3.2): Al=<0.001-5213 ppb, As=<0.001-343.3 ppb, Ba=<0.001-1619 ppb, Br=0.0-56.0 ppb, Cr=<0.001-71.4 ppb, Cu=<0.001-128.9 ppb, F=0.0-68.8 ppb, Fe=<0.001-7933 ppb, Mn=<0.001-1095 ppb, Ni=<0.001-156.7 ppb, P=58.1-2373 ppb, Se=<0.001-173.2 ppb, Th=<0.001-16.3 ppb. Bu değerlere göre jeotermal sularda element derişimlerinin çok geniş aralıklarda değiştiği görülmektedir.

Tatlı sulardaki tipik arsenik (As) 10 ppb'den azdır. Özellikle yeraltısularında daha yüksek miktarlar bulunur. Jeotermal kaynakların veya yüksek As içerikli yeraltısularının katkıları su kaynaklarında yüksek As derişimlerine neden olabilir. Jeotermal alanlardaki akarsulardaki tipik As derişimleri 10-70 ppb civarında rapor edilmiştir (Smedly ve Kinniburgh, 2002). İnceleme alanındaki jeotermal sularda As derişimleri <0.001-343.3 ppb arasındadır. Çürükardı, Thermemaris, Ilıca, Karaada, Kapukargın, Sultaniye, Kelgirme ve Musalar sularında 200 ppb'den yüksek değerler ölçülmüştür.

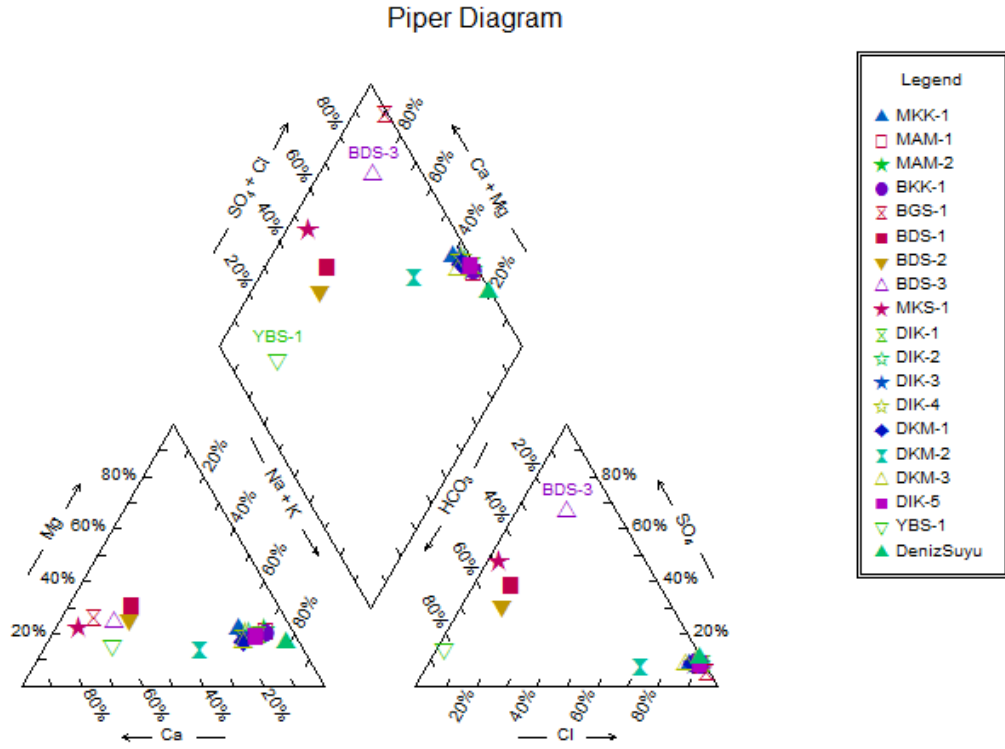
Krom (Cr) magmatik kayalarda, özellikle bazik ve ultrabazik kayalarda bulunur. Kromit bu kayalarda en fazla bulunan krom mineralidir (Hem, 1985). İnceleme alanındaki jeotermal sularda derişimleri çoğunlukla 0.001 ppb'den düşüktür. Çürükardı, Kapukargın, Kelgirme, Delibey, Dereköy ve Musalar sularında diğerlerine oranla oldukça yüksek değerler ölçülmüştür.

Demir (Fe) magmatik, metamorfik ve sedimanter kayalardaki birçok mineralin yapısında ve toprakta yaygın olarak bulunan bir elementtir. Yeraltısularındaki demir derişimleri genellikle 0.5 ppm'den (500 ppb) yüksek olup, bazı jeotermal kaynaklarda 10-100 ppm arasında değişmektedir (McNeely ve diğ., 1979). Demir derişimleri inceleme alanındaki jeotermal sularda <0.001-7933 ppb arasında değişmektedir. Fe açısından zenginleşmeler Çürükardı, Thermemaris, Karaada, Gümüslük, Kapukargın, Kelgirme, Delibey ve Musalar sularında dikkat çekmektedir. En yüksek Fe miktarı KKK-3 kaynağında ölçülmüştür.

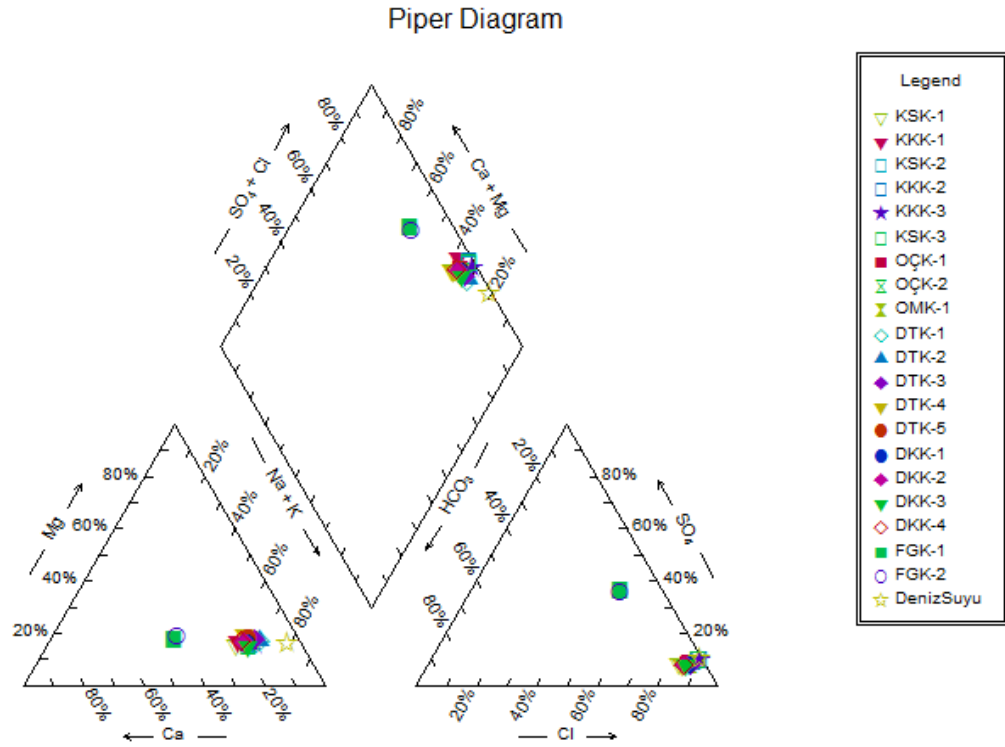
Doğal sularda bakır (Cu), genellikle eser miktarlarda (0.05 ppm'e kadar) bulunur. Yeraltısularındaki Cu derişimi 12 ppm'e kadar ulaşabilir (McNeely ve diğ., 1979). İncelenen jeotermal sularda Cu derişimleri <0.001-128.9 ppb arasında değişmektedir. Yüksek değerler Çürükardı, Thermemaris ve Kapukargın sularında ölçülmüştür.

Yeraltısularında mangan (Mn) bazı koşullar altında 1 ppm'i aşar. Yüksek miktarda mangan içeren yeraltısularının çoğu termal kaynak sularıdır (Hem, 1985). İnceleme alanındaki jeotermal sularda Mn derişimleri <0.001-1095 ppb arasında değişmektedir. Yüksek değerler Gümüslük, Karahayıt, Çürükardı, Dereköy ve Musalar sularında ölçülmüştür.

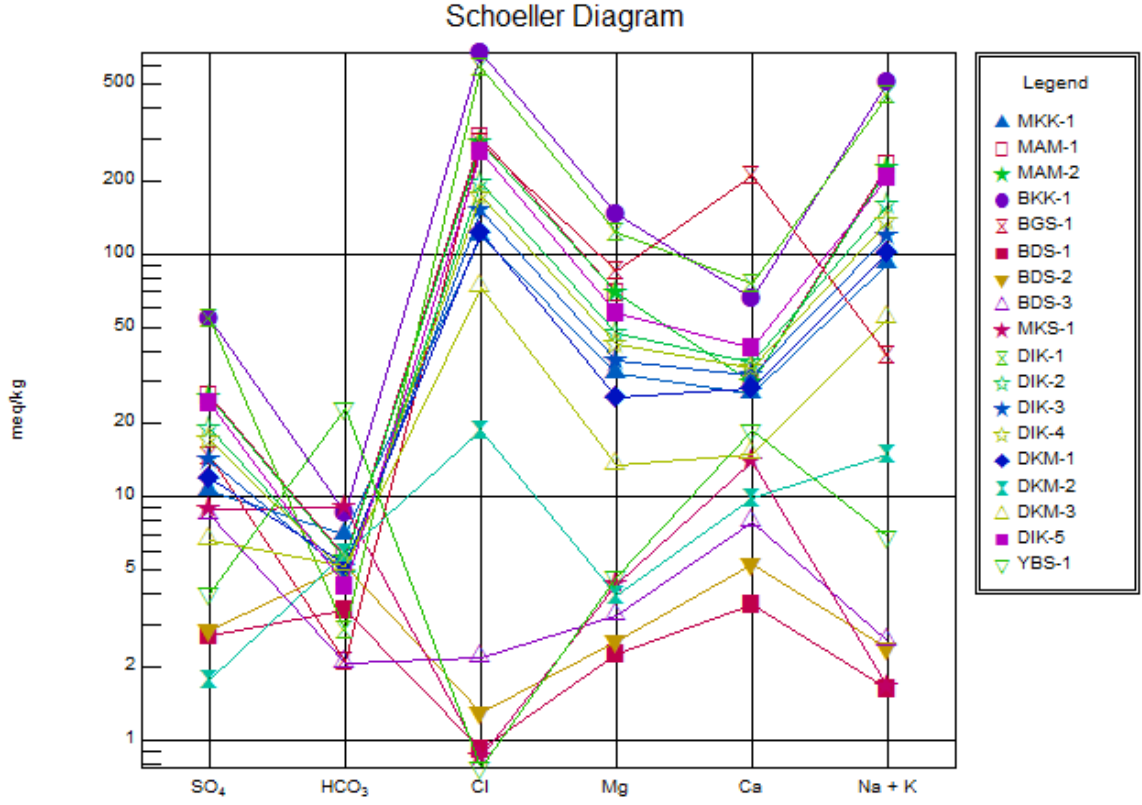
Nikel (Ni), özellikle mafik ve ultramafik magmatik kayalarda bulunan pek çok mineralin yapısında yer alır. Olivin ve hipersten nikel içeren başlıca minerallerdir. Birçok sülfür mineralinin yapısında nikel bulunur (Goldschmidt, 1958). İnceleme alanındaki jeotermal sularda Ni miktarları çoğunlukla 1-10 ppb aralığındadır. Çürükardı, Ilıca, Gümüslük, Delibey ve Kelgirme sularında yüksek değerler ölçülmüştür.



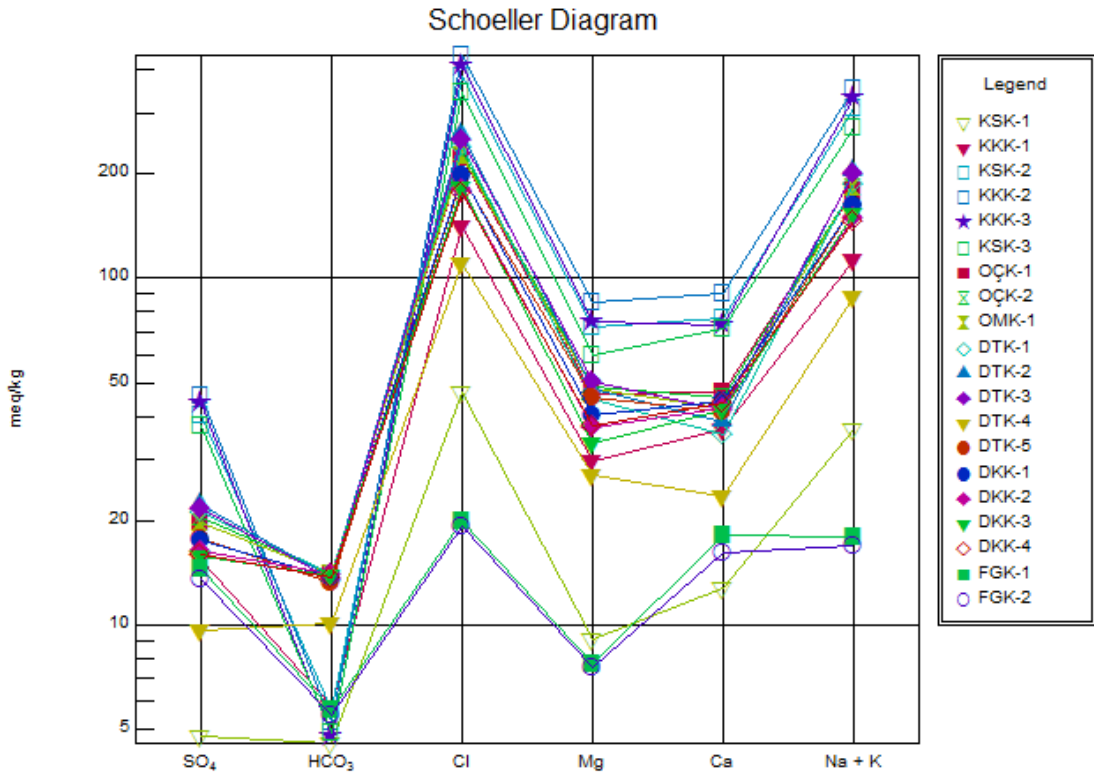
Şekil 3.1 Jeotermal suların Piper diyagramında gösterimi-1.



Şekil 3.2 Jeotermal suların Piper diyagramında gösterimi-2.



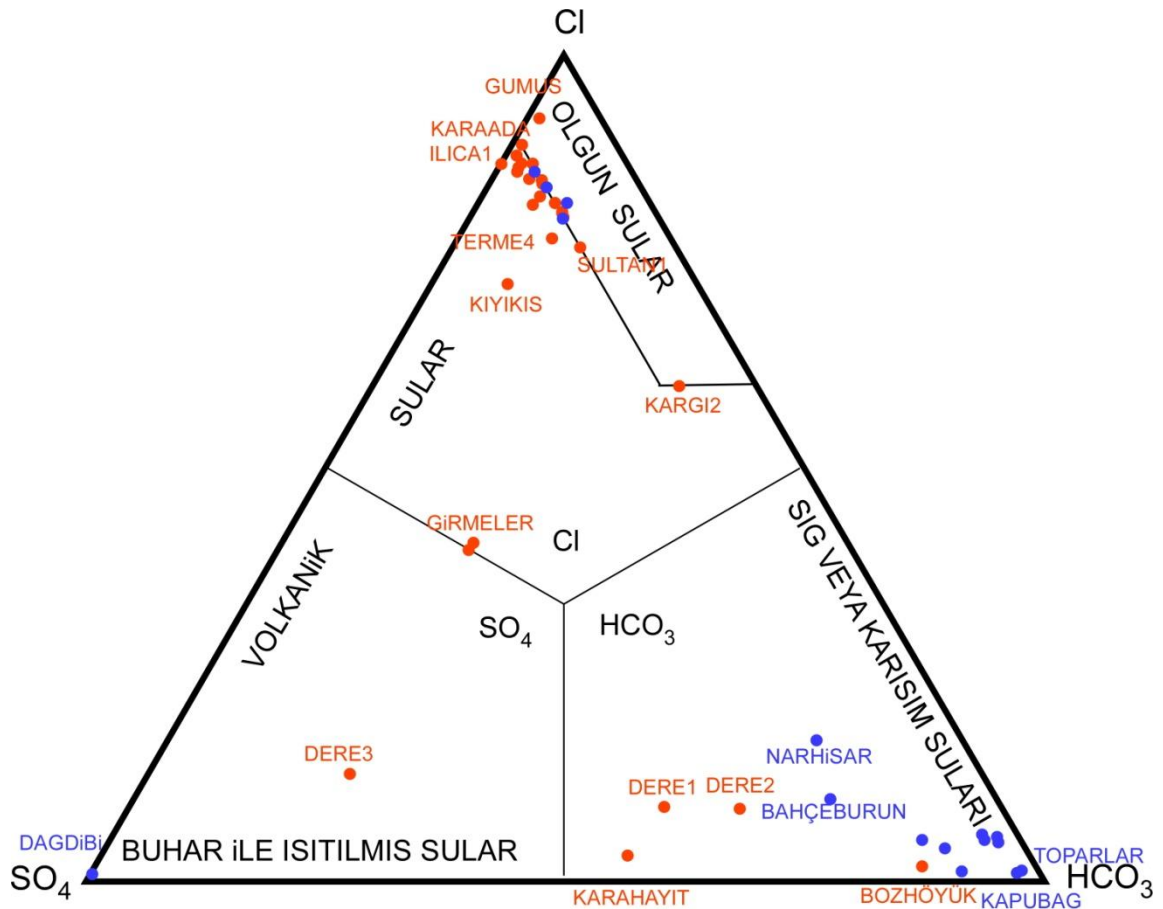
Şekil 3.3 Jeotermal suların yarı logaritmik diyagramda (Schoeller diyagramı) gösterimi-1



Şekil 3.4 Jeotermal suların yarı logaritmik diyagramda (Schoeller diyagramı) gösterimi-2

Sularda çözülmüş selenyum (Se) bileşikleri selenit (SeO_3) ve selenat (SeO_4) şeklindedir. Sulardaki selenyum seviyeleri büyük ölçüde sedimanlara adsorblama ve çözeltiden çökeltme mekanizmaları ile kontrol edilir (Hem, 1985). Jeotermal sulardaki Se miktarları genellikle 20-50 ppb arasında değişmektedir. Ilıca, Karaada, Sultaniye ve Kelgirme sularında 100 ppb'nin üzerinde derişimler saptanmıştır.

Jeotermal suların sınıflanmasında kullanılan diyagramlardan bir diğeri ise Giggenbach (1991) tarafından geliştirilmiş olan üçgen diyagramdır. Sular diyagramda klorür (Cl), sülfat (SO_4) ve bikarbonat (HCO_3) iyonlarının derişimleri (mg/kg olarak) dikkate alınarak sınıflanmaktadır (Şekil 3.5). Bu sınıflamada üçgen diyagram Cl, SO_4 ve HCO_3 iyonlarına göre üç bölgeye ayrılmıştır. İnceleme alanında kıyı bölgesinde yer alan, majör iyon içeriği açısından Na ve Cl hakim durumda (Piper diyagramına göre Na-Cl tipi) olan Gümüşlük suyu Olgunlaşmış Sular sınıfında; Çürükardı, Kargı, Karaada, Kapukargın, Asın, Sultaniye, Kelgirme ve Delibey suları ise Olgunlaşmış Sular sınıfının sınırında yer almaktadır. Sıcaklıkları 20 °C'nin altında olan ve çoğunlukla Muğla ilinin iç kesimlerinde yer alan sular Sığ veya Karışım Suları alanına düşmektedir.



Şekil 3.5 İnceleme alanı sularının üçgen diyagramda gösterimi (kırmızı: sıcak sular, mavi: soğuk sular) (Giggenbach, 1991) .

3.2. Mineralli Sular (İç Bölge Suları)

Büyük çoğunluğu inceleme alanının iç kesimlerinde yer alan, sıcaklıkları jeotermal sulardan düşük, içerdikleri çözülmüş madde miktarları jeotermal sulara kıyasla oldukça düşük olan sular “mineralli su” olarak gruplanmıştır.

İnceleme alanında mineralli sularda arazide ölçülen parametreler ile majör katyon ve anyonların değerleri Çizelge 3.3 de, bazı eser elementlerin derişimleri Çizelge 3.4’te verilmiştir. Çizelge 3.3’te görüldüğü gibi mineralli sular olarak sınıflanmış olan sular EC, toplam çözülmüş iyonlar ve majör iyonlar yönünden jeotermal sulara oranla oldukça fakir bileşime sahiptir.

İnceleme alanında mineralli sulardaki bazı parametrelerin değerleri şöyledir: T=9.3-19.9 °C, pH=4.10-7.61, EC=127-22622 μ S/cm, Na=0.8-3789 ppm, K=1-226 ppm, Ca=5.2-507 ppm, Mg=3-619 ppm, HCO₃=0.1-1277 ppm, Cl=5.6-5275 ppm, SO₄=6-830 ppm, SiO₂=4.3-62 ppm, NO₃=0-24 ppm, B=0-4.6 ppm (Çizelge 3.3). Mineralli suların analiz değerlerinden görüldüğü üzere içerdikleri çözülmüş iyon ve elementlerin miktarları geniş bir aralıkta değişmektedir.

Mineralli suların Piper diyagramında sınıflanması Şekil 3.6’da verilmiştir. Diyagramda görüldüğü üzere Sepetçiler (MSM-1 ve MSM-2) ve İçmeler (MİM-1) suları sodyum klorürlü (Na-Cl tipi), Dağdibi (MDM-1) suyu kalsiyum-magnezyum sülfatlı (Ca-Mg-SO₄ tipi) sudur. Hacıbayramlar suları (YHM-1 ve YHM-2) sodyum bikarbonatlı (Na-HCO₃ tipi), Hisarardı suları (YHS-1 ve YHS-2) sodyum-kalsiyum bikarbonatlı (Na-Ca-HCO₃ tipi) sulardır. Narhisar (MNM-1) suyu karışık tip (Na-Ca-HCO₃-SO₄ tipi) sudur. Bahçeburun (MBM-1) suyu sodyum bikarbonatlı-sülfatlı (Na-HCO₃-SO₄ tipi) sudur. Bunların dışındaki mineralli sular ise kalsiyum bikarbonatlı (Ca-HCO₃ tipi) sular sınıfına girmektedir.

Mineralli suların yarı logaritmik diyagramda (Schoeller diyagramı) gösterimi Şekil 3.7’de verilmiştir. Diyagramda sulara ait grafiklerin genellikle paralellik gösterdiği, Sepetçiler (MSM-1 ve MSM-2), İçmeler (MİM-1), Toparlar (KTM-1), Bahçeburun (MBM-1) ve Narhisar (MNM-1) sularının ise bunlardan farklılık arz ettiği görülmektedir.

Suların çözülmüş majör iyonlarının miktarı Schoeller diyagramındaki yerlerini belirlemektedir. Çözülmüş iyonlar yönünden zengin olan sular diyagramın üst kısmında,

fakir olan sular ise alt kısmında yer alır. Narhisar suyu (MNM-1) toplam çözünmüş maddeler yönünden en fakir mineralli sudur. Toplam çözünmüş madde miktarı en fazla olan mineralli su ise İçmeler (MİM-1) suyudur (Şekil 3.7).

İncelenen mineralli sulara nitrat (NO_3) miktarı 0-24 ppm arasında değişmekte olup, çoğunlukla 1 ppm den azdır. İçmeler suyu en büyük değerin (24 ppm) ölçüldüğü mineralli sudur. Mineralli sulara B derişimleri 0.0-2.7 ppm arasında değişmektedir. Bu sulardaki B miktarları yeraltısularında gözlenen olağan değerlerdir. En yüksek B miktarları (2.7 ppm) Bahçeburun suyunda ölçülmüştür.

Mineralli sulara analizi yapılan minör ve eser elementlerin değerleri şöyledir (Çizelge 3.2): Al= <0.001 -38320 ppb, As= <0.001 -468.3 ppb, Ba= <0.001 -1579 ppb, Br=0.0-29910 ppb, Cr= <0.001 -19.52 ppb, Cu= <0.001 -62.96 ppb, F=0.04-7.11 ppb, Fe= <0.001 -66420 ppb, Mn= <0.001 -5061 ppb, Ni= <0.001 -540.4 ppb, P=47.2-2063 ppb, Se= <0.001 -107.4 ppb, Th= <0.001 -17.7 ppb.

Menteşe suyu, EC ve toplam çözünmüş madde miktarı dikkate alındığında, diğer mineralli sulara kıyasla birçok minör ve eser element açısından dikkat çekici bir zenginleşme arz etmektedir. Zenginleşme Al, Br, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, P, Se ve Th elementlerinde gözlenmektedir. Mineralli sular içinde bu elementler açısından en yüksek değerler Mentese suyunda ölçülmüştür.

İnceleme alanındaki mineralli sulara arsenik (As) derişimleri <0.001 -468.3 ppb arasında olup, çoğu suda derişim 0.001 ppb'den düşüktür. Bahçeburun, Sepetçiler, İçmeler ve Dağdibi sularında yüksek değerler saptanmıştır.

Mineralli sulara krom (Cr) derişimleri <0.001 -19.2 ppb arasındadır. Kapubağ, Hisarardı, Sepetçiler ve Mentese sularında diğerlerine oranla oldukça yüksek değerler ölçülmüştür. Demir derişimleri mineralli sulara <0.001 -66420 ppb arasında değişmekte olup, çoğunlukla birkaç yüz ppb civarındadır. Fe açısından zenginleşmeler Hacıbayramlar, Bahçeburun, Kapubağ, İçmeler, Hisarardı, Sepetçiler ve Mentese sularında dikkat çekmektedir.

Mineralli sulara Cu derişimleri çoğunlukla 0.001 ppb'den azdır. Mentese, Sepetçiler ve Bahçeburun sularında diğerlerine kıyasla yüksek değerler ölçülmüştür. Mn derişimleri <0.001 -5061 ppb arasında değişmekte olup, çoğunlukla birkaç yüz ppb düzeyindedir. Yüksek değerler Hacıbayramlar, Hisarardı ve Mentese sularında ölçülmüştür.

MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ

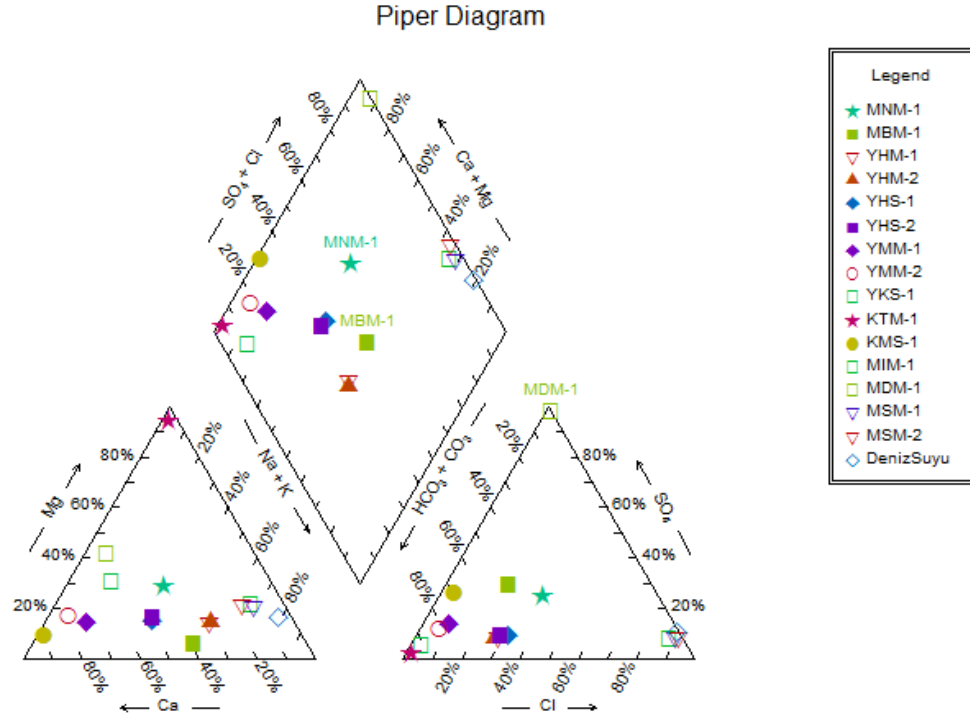
Çizelge 3.3 Suların kimyasal analizleri-3 (Mineralli sular).

Sıra no	Örnek no.	Ölçüm ve örnekleme tarihi	Suyun (kaynak/kuyu) adı	T (°C)	pH	EC (µS/cm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	HCO ₃ (ppm)	Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	SiO ₂ (ppm)	NO ₃ (ppm)	B (ppm)
1	YHM-1	07.01.2012	Hacıbayramlar-1	18.6	4.01	1034	139	22	68	20	584	40	16	59	0.0	0.7
2	YHM-2	07.01.2012	Hacıbayramlar-2	19.9	3.70	1023	143	24	67	20	597	40	14	62	0.0	0.7
3	MNM-1	11.01.2012	Narhisar	15.4	4.39	127	6.1	1.3	6.7	3	32	7.7	7	7	0.2	0.0
4	MSM-1	19.01.2012	Sepetçiler-1	18.6	7.19	22622	3789	226	507	615	340	7485	896	5.2	0.0	4.6
5	MSM-2	19.01.2012	Sepetçiler-2	18.5	7.15	17518	2632	155	514	471	360	5275	657	57	13	1.6
6	MBM-1	22.01.2012	Bahçeburun	14.3	6.39	1430	159	22	106	9	506	69	121	34	0.3	2.7
7	YKS-1	25.01.2012	Kapubağ	15.5	6.23	1765	74	7.2	252	85	1233	14	25	46	3.6	0.3
8	KTM-1	26.01.2012	Toparlar	16.4	7.50	635	4.2	1	5.2	94	438	5.6	6	20	2.0	0.0
9	MİM-1	27.01.2012	İçmeler	16.6	7.19	7656	1200	74	185	208	254	2499	283	4.3	24	0.3
10	YHS-1	29.01.2012	Hisarardı-1	18.8	5.61	1071	98	8.0	116	22	642	32	12	37	0.1	0.0
11	YHS-2	29.01.2012	Hisarardı-2	18.1	5.74	956	86	6.2	101	21	553	30	12	36	0.1	0.0
12	YMM-1	05.02.2012	Mesken-1	10.0	7.14	578	21	2.2	92	11	285	17	34	11	3.1	0.0
13	YMM-2	05.02.2012	Mesken-2	16.4	7.00	673	12	1.2	114	15	356	15	32	15	1.8	0.0
14	MDM-1	16.03.2012	Dağdibi	9.3	2.05	1675	7.7	1.2	46.2	23.4	0.0	12	830	36.4	0.1	0.0
15	KMS-1	24.03.2012	Menteşe	14.3	5.9	1992	13	2.4	449	28	1277	17	114	19	0.7	0.3

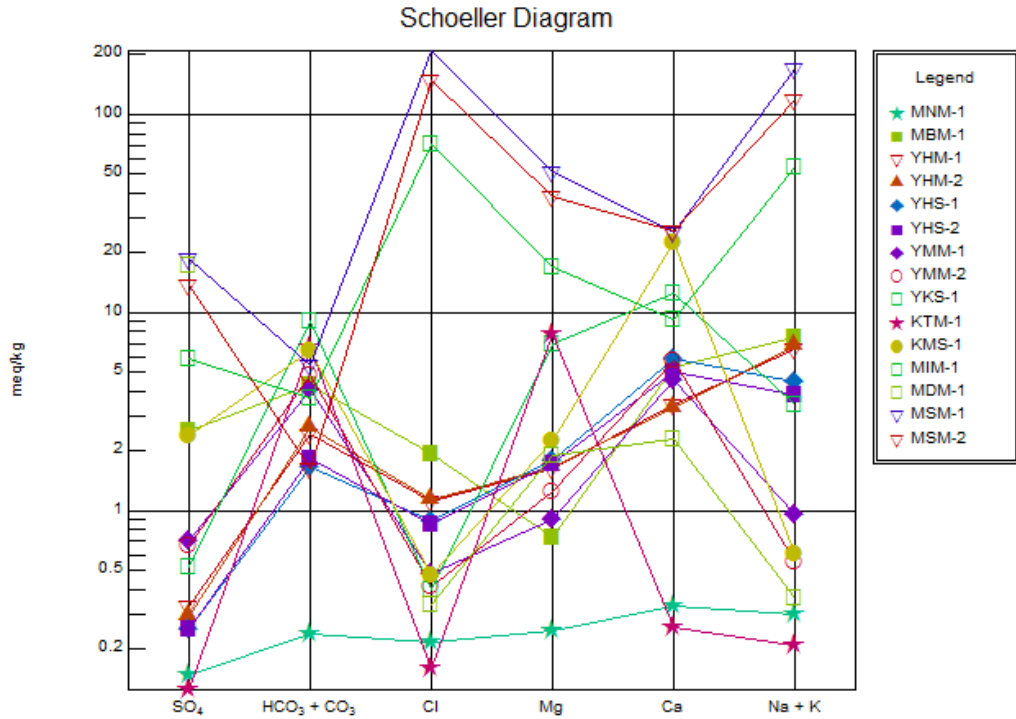
MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ

Çizelge 3.4 Suların kimyasal analizleri-4 (Minerali sular).

Sıra no	Örnek no.	Ölçüm ve örnekleme tarihi	Suyun (kaynak/kuyu) adı	Al (ppb)	As (ppb)	Ba (ppb)	Br (ppb)	Cr (ppb)	Cu (ppb)	F (ppb)	Fe (ppb)	Mn (ppb)	Ni (ppb)	P (ppb)	Se (ppb)	Th (ppb)
1	YHM-1	07.01.2012	Hacıbayramlar-1	133.3	<0.001	12.4	0	<0.001	<0.001	0.96	145	249.8	<0.001	77.9	0.1	<0.001
2	YHM-2	07.01.2012	Hacıbayramlar-2	163.5	<0.001	14.3	0.19	0.76	<0.001	0.94	402.3	227.1	<0.001	272.5	0.2	0.01
3	MNM-1	11.01.2012	Narhisar	4.9	<0.001	0.2	0.04	<0.001	<0.001	0.04	38.2	13.81	<0.001	62.7	<0.001	<0.001
4	MSM-1	19.01.2012	Sepetçiler-1	958.9	217.1	1619	22.0	9.2	83.5	0.0	1346	<0.001	13.2	1839	44.1	0.14
5	MSM-2	19.01.2012	Sepetçiler-2	808.4	213.3	1579	19.72	5.9	58.4	7.11	1379	<0.001	20	2063	31	0.12
6	MBM-1	22.01.2012	Bahçeburun	96	468.3	211.9	0.39	3.21	3.01	1.50	361.8	161.7	2.2	387.9	<0.001	0.03
7	YKS-1	25.01.2012	Kapubağ	78.8	27.1	734.5	0	14.98	0.16	0.37	226.2	166.6	11.4	335.4	<0.001	0.02
8	KTM-1	26.01.2012	Toparlar	<0.001	<0.001	<0.001	0	6.51	<0.001	0.25	47.7	1.4	35.8	58.5	<0.001	<0.001
9	MİM-1	27.01.2012	İçmeler	87.1	29.8	216.6	7.1	2.24	0.81	0.08	212.8	<0.001	<0.001	293.3	14.6	0.01
10	YHS-1	29.01.2012	Hisarardı-1	<0.001	5.4	511.2	0.08	19.52	<0.001	0.37	406.2	373.2	<0.001	95.1	<0.001	<0.001
11	YHS-2	29.01.2012	Hisarardı-2	<0.001	7.1	431.9	0.14	16.57	<0.001	0.35	504.5	162.4	0.4	143.7	<0.001	<0.001
12	YMM-1	05.02.2012	Mesken-1	<0.001	<0.001	2.8	44.5	<0.001	<0.001	0.08	<0.001	0.5	<0.001	49.7	0.3	0.01
13	YMM-2	05.02.2012	Mesken-2	<0.001	<0.001	0.8	38.1	<0.001	<0.001	0.21	<0.001	<0.001	<0.001	47.2	0.7	<0.001
14	MDM-1	16.03.2012	Dağdibi	<0.001	53.3	<0.001	29910	<0.001	<0.001	1.39	<0.001	<0.001	<0.001	1325	107.4	<0.001
15	KMS-1	24.03.2012	Menteşe	38320	<0.001	<0.001	145.6	19.2	62.96	0.43	66420	5061	540.4	234.5	2.2	17.7



Şekil 3.6 Mineralli suların Piper diyagramında gösterimi



Şekil 3.7 Mineralli suların yarı logaritmik diyagramda (Schoeller diyagramı) gösterimi

3.3 Duraylı İzotop Analizleri

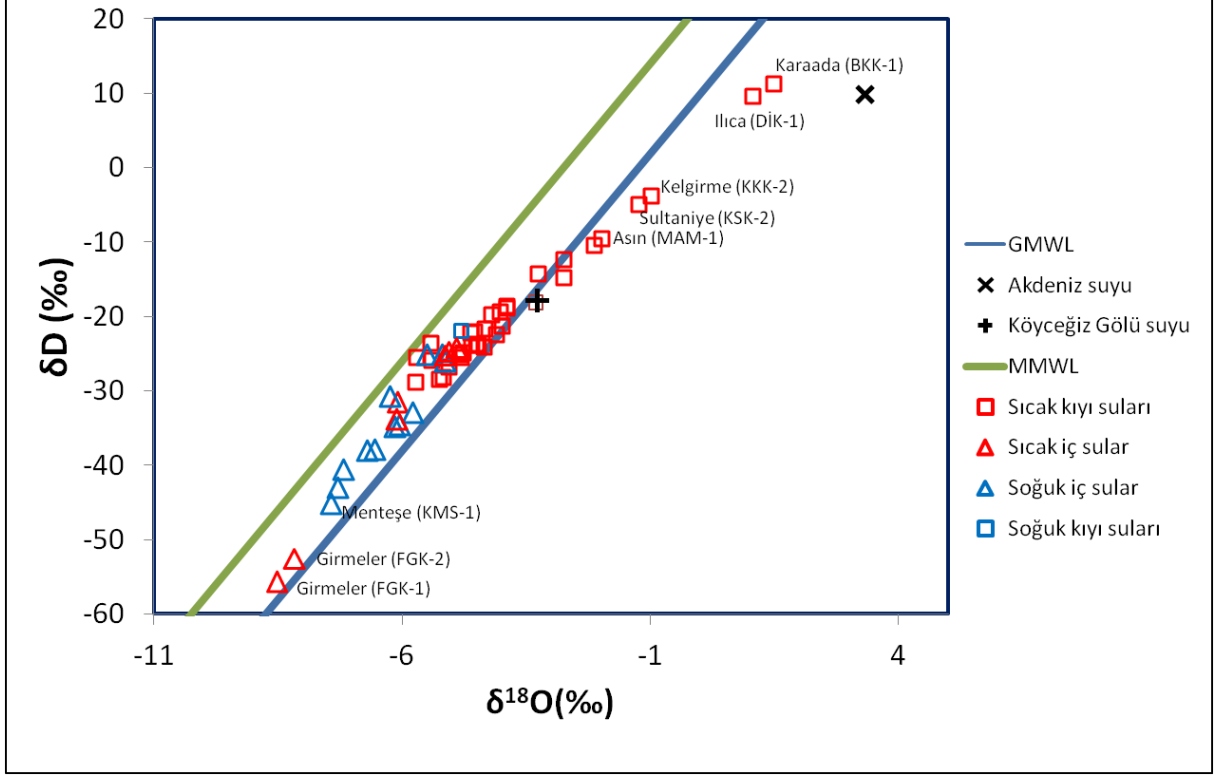
İzotoplar su kaynaklarının kökeninin, beslenme alanlarını ve yaşlarının (yeraltında dolaşım sürelerinin) araştırılmasında son 60 yıl içinde gittikçe artan şekilde kullanılmaktadır. Kararlı izotoplar, jeotermal ve mineralli suların araştırılmasında kullanılan yararlı unsurlardandır. Hidrojen ve oksijenin kararlı izotoplarından olan döteryum ve oksijen-18 miktarlarındaki değişimler hidrotermal çözeltilerin kökeni hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır.

Muğla ilindeki jeotermal ve mineralli suların incelendiği bu projenin arazide yapılan ölçüm ve su örnekleme çalışmaları sırasında suların kökenlerini ve beslenme koşullarını saptamak amacıyla oksijen-18 (^{18}O) ve döteryum (D, ^2H) analizleri için ayrıca özel örnekleme şişeleri kullanılarak su örnekleri alınmış ve izotop analizleri yaptırılmıştır (Çizelge 3.5). ^{18}O ve D (^2H) izotoplarının değerleri kullanılarak oksijen-18 (^{18}O)-döteryum (D) grafiği çizilmiştir (Şekil 3.8). Şekil 3.8'de ayrıca Global Meteorik Su Doğrusu (GMWL), Akdeniz Meteorik Su Doğrusu (MMWL) ile Bayarı ve diğ.'nin (1993) çalışmalarından alınmış olan Akdeniz ve Köyceğiz Gölü sularının izotop değerleri işaretlenmiştir.

$\delta^{18}\text{O}$ - δD grafiğinden (Şekil 3.8) görülebileceği gibi inceleme alanı sularının büyük bölümü iki meteorik su doğrusu arasında yer almakta ve çoğunlukla GMWL yakınlarına düşmektedir. Bu, söz konusu suların meteorik kökenli olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, bazı sular (Ilıca-1, Karaada, Asın-1, Asın-2, Sultaniye-2 ve Kelgirme) grafikte GMWL altında Köyceğiz Gölü suyu ile deniz suyu arasında yer almaktadır. GMWL altında kalan bu sular, daha önce belirtildiği üzere, aynı zamanda Na ve Cl iyonlarınca zengin olan (Na-Cl tipi) sular olup, $\delta^{18}\text{O}$ - δD grafiğindeki (Şekil 3.8) konumları bileşimlerine bir miktar olası deniz suyu katkısına işaret etmektedir. Şekil 3.8'de verilen grafikte görüleceği üzere kıyıya yakın olan kaynaklar ağır izotoplarca ($\delta^{18}\text{O}$ ve δD) daha zenginleşmişken, iç sular ağır izotoplarca fakirleşmiş görünmektedir. Bu durum, iç suların yüksek kotlarda yağın yağmur suyuyla (meteorik su), kıyı sularının ise daha düşük kotlarda yağın yağmur sularıyla beslendiği şeklinde yorumlanabilir.

Çizelge 3.5 İnceleme alanı sularının duraylı izotop değerleri.

Sıra no.	Örnek no.	Suyun adı	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	δD (‰)	Sıra no.	Örnek no.	Suyun adı	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	δD (‰)
1	MKS-1	Karahayıt	-6.10	-31.53	28	DKM-2	Kargı-2	-5.74	-28.79
2	MNM-1	Narhisar	-6.25	-30.76	29	DKM-3	Kargı-3	-5.43	-23.57
3	MSM-1	Sepetçiler-1	-3.90	-18.63	30	MİM-1	İçmeler	-4.81	-21.94
4	MSM-2	Sepetçiler-2	-4.34	-21.68	31	KSK-1	Sultaniye-1	-5.72	-25.49
5	MKK-1	Kıyıkışlacık	-4.54	-22.06	32	KSK-2	Sultaniye-2	-1.23	-5.03
6	MAM-1	Asın-1	-1.98	-9.60	33	KSK-3	Sultaniye-3	-2.75	-12.44
7	MAM-2	Asın-2	-2.13	-10.48	34	KKK-1	Delibey-1	-5.41	-25.97
8	MBM-1	Bahçeburun	-5.14	-26.05	35	KKK-3	Delibey-2	-3.31	-18.15
9	YBS-1	Bözhöyük	-6.11	-33.87	36	KKK-2	Kelgirme	-0.98	-3.82
10	YHM-1	Hacıbayramlar-1	-6.16	-34.79	37	KTM-1	Toparlar	-5.20	-25.10
11	YHM-2	Hacıbayramlar-2	-6.06	-34.64	38	OÇK-1	Çürükardı-1	-4.78	-24.86
12	YHS-1	Hisarardı-1	-7.18	-40.65	39	OÇK-2	Çürükardı-2	-4.47	-23.92
13	YHS-2	Hisarardı-2	-6.71	-38.03	40	OMK-1	Musalar	-4.11	-22.49
14	YMM-1	Mesken-1	-7.31	-43.04	41	DTK-1	Thermemaris-1	-4.36	-24.17
15	YMM-2	Mesken-2	-5.79	-32.95	42	DTK-2	Thermemaris-2	-4.00	-21.36
16	YKS-1	Kapubağ	-6.56	-37.92	43	DTK-3	Thermemaris-3	-4.63	-22.18
17	BKK-1	Karaada	1.48	11.18	44	DTK-4	Thermemaris-4	-5.07	-26.80
18	BGS-1	Gümüşlük	-4.85	-25.10	45	DTK-5	Thermemaris-5	-4.61	-23.84
19	BDS-1	Dereköy-1	-5.13	-25.24	46	DKK-1	Kapukargın-1	-4.50	-23.72
20	BDS-2	Dereköy-2	-5.06	-24.73	47	DKK-2	Kapukargın-2	-4.82	-25.47
21	BDS-3	Dereköy-2	-4.90	-24.21	48	DKK-3	Kapukargın-3	-5.18	-28.27
22	DIK-1	Ilıca-1	1.06	9.54	49	DKK-4	Kapukargın-4	-5.25	-28.43
23	DIK-2	Ilıca-2	-3.27	-14.31	50	FGK-1	Girmeler-1	-8.53	-55.63
24	DIK-3	Ilıca-3	-4.03	-19.44	51	FGK-2	Girmeler-2	-8.17	-52.55
25	DIK-4	Ilıca-4	-3.90	-18.84	52	KMS-1	Menteşe	-7.43	-45.14
26	DIK-5	Ilıca-5	-2.75	-14.77	53	MDM-1	Dağdibi	-5.50	-25.12
27	DKM-1	Kargı-1	-4.21	-19.73					



Şekil 3.8 Muğla sularının $\delta^{18}\text{O}$ 'e karşı δD grafiği. [M.M.W.L: Mediterranean Meteoric Water Line (IAEA, 1981); G.M.W.L: Global Meteoric Water Line (Craig, 1961).

3.4 Jeotermometre Hesaplamaları

Jeotermometre uygulamaları, yeryüzü jeotermal su çıkışlarının (doğal kaynak, sondaj vb.) kimyasal veya izotopik bileşimlerini değerlendirerek rezervuar sıcaklığının tahmin edilmesinde kullanılır. Kimyasal jeotermometreler silika ve katyon jeotermometreleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu çalışmada, Muğla ili jeotermal sularının düşük çıkış sıcaklıkları (20-40 °C) göz önünde bulundurulduğunda, silika jeotermometrelerinin kullanılması uygun bulunmuştur.

Bütün kimyasal jeotermometreler, derin rezervuar koşullarında, jeotermal suların ve minerallerin kimyasal bir denge içinde olduğu fikri üzerine kuruludur ve suların kimyasal bileşimlerinin yeryüzüne çıkış sırasında değişmediği kabul edilir. Silika jeotermometrelerinde temel prensip jeotermal suların silika konsantrasyonlarına bakarak bu silika konsantrasyonlarının rezervuarda hangi denge sıcaklığında oluşabileceğini tahmin etmektir. Birçok çalışmacı değişik silika minerallerinin (kuvars, kalsedon, amorf silika vb.) sıcaklığa

bağlı çözünürlüklerini hesaplamaya çalışmış ve değişen silika konsantrasyonlarına karşı sıcaklıklar veren denklemler önermişlerdir. Çizelge 3.6’da bu çalışmalarda kullanılan Muğla ili jeotermal sularına uygun olduğu düşünülen silika jeotermometrelerinin formülleri verilmiştir. Muğla ili jeotermal suları ile ilgili silika jeotermometresi uygulamalarının sonuçları Çizelge 3.7’de verilmiş ve Şekil 3.9’daki grafik ile görselleştirilmiştir.

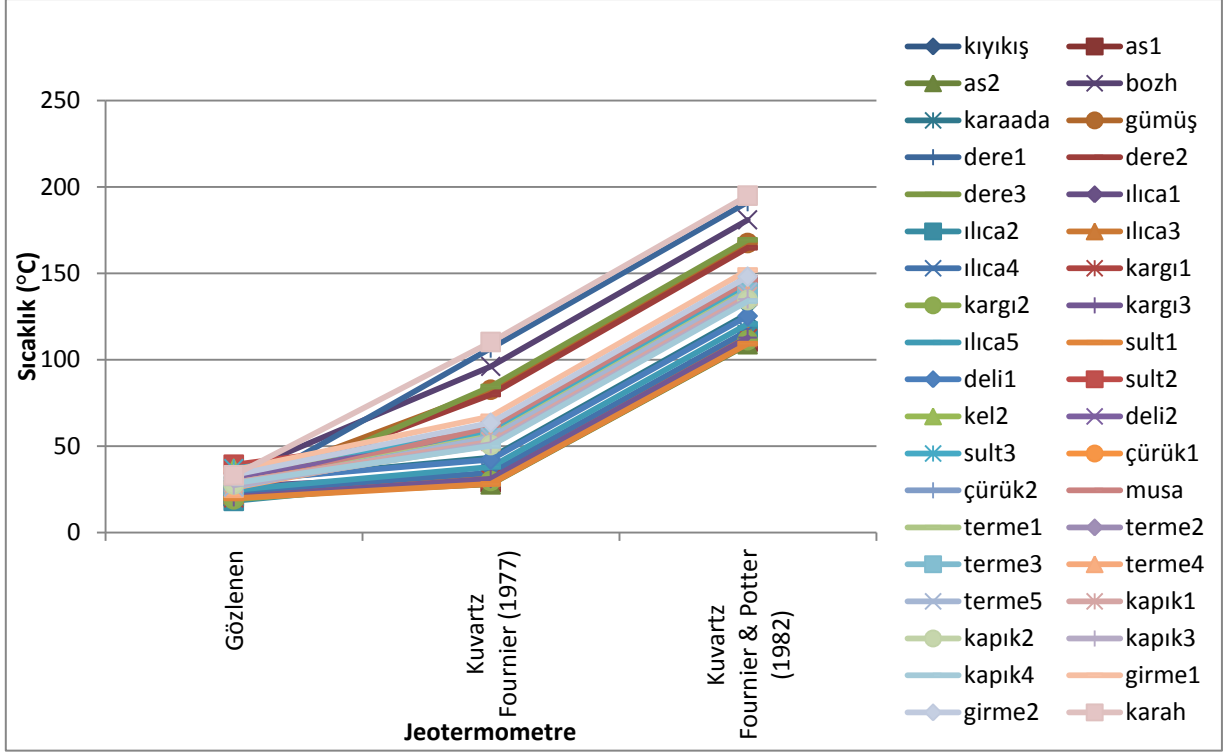
Buna göre Muğla ili jeotermal sularından Milas-Karahayıt (MKS-1), Yatağan-Bozhöyük (YBS-1), Bodrum-Gümüşlük-Dereköy (BGS-1, BDS-1, BDS-2, BDS-3) suları diğer sulara göre daha yüksek rezervuar sıcaklıklarına sahiptir.

Çizelge 3.6 Kullanılan silika jeotermometrelerinin sıcaklık denklemleri (“C” mg/l cinsinden SiO₂ konsantrasyonunu temsil etmektedir; “T” ise °C cinsinden sıcaklığı temsil etmektedir).

JEOTERMOMETRE	DENKLEM	REFERANS
Kuvars-buhar kayıpsız	$T = 1309 / (5.19 - \log C) - 273.15$	Fournier (1977)
Kuvars	$T = 42.198 + 0.28831C - 3.6686 \times 10^{-4} C^2 + 3.1665 \times 10^{-7} C^3 + 77.034 \log C$	Fournier ve Potter (1982)

Çizelge 3.7 Çalışma alanındaki jeotermal suların silika jeotermometresi sonuçları. Değerler °C cinsindedir.

İlçe	Yer	Örnek No.	Gözlenen	Kuvars Fournier (1977)	Kuvars Fournier ve Potter (1982)
Milas	Kıyıkışlacık	MKK-1	20.98	29.8	111.3
	Asın-1	MAM-1	20.98	29.1	110.4
	Asın-2	MAM-2	21.17	27.8	109.0
	Karahayıt	MKS-1	33.06	110.3	195.0
Yatağan	Bözhöyük	YBS-1	33.33	96.1	181.0
Bodrum	Karaada	BKK-1	29.67	43.4	126.6
	Gümüşlük	BGS-1	26.87	82.6	167.5
	Dereköy-1	BDS-1	22.35	106.6	191.3
	Dereköy-2	BDS-2	23.80	79.9	164.8
	Dereköy-3	BDS-3	19.39	84.5	169.4
Datça	Ilıca-1	DIK-1	26.49	33.9	116.0
	Ilıca-2	DIK-2	18.27	32.3	114.2
	Ilıca-3	DIK-3	22.15	33.1	115.1
	Ilıca-4	DIK-4	23.50	34.6	116.8
	Kargı-1	DKM-1	20.00	30.7	112.3
	Kargı-1	DKM-2	19.17	29.8	111.3
	Kargı-1	DKM-3	20.50	31.1	112.8
Köyceğiz	Ilıca-5	DIK-5	24.55	38.0	120.7
	Sultaniye-1	KSK-1	19.70	28.1	109.3
	Delibey-1	KKK-1	29.88	42.1	125.3
	Sultaniye-2	KSK-2	39.20	58.6	143.0
	Kelgirme-1	KKK-2	36.89	54.1	138.2
	Delibey-2	KKK-3	30.50	58.5	142.9
Ortaca	Sultaniye-3	KSK-3	37.00	57.6	142.0
	Çürükardı-1	OÇK-1	28.70	54.1	138.2
	Çürükardı-2	OÇK-2	28.76	52.6	136.7
Dalaman	Musalar-1	OMK-1	25.79	61.1	145.6
	Thermemaris-1	DTK-1	26.94	55.9	140.2
	Thermemaris-2	DTK-2	26.90	54.5	138.7
	Thermemaris-3	DTK-3	26.93	54.5	138.7
	Thermemaris-4	DTK-4	25.90	53.6	137.7
	Thermemaris-5	DTK-5	26.22	55.0	139.2
	Kapukargın-1	DKK-1	28.78	52.6	136.7
	Kapukargın-2	DKK-2	27.81	50.6	134.5
	Kapukargın-3	DKK-3	27.40	51.1	135.1
	Kapukargın-4	DKK-4	28.41	50.1	134.0
Fethiye	Girmeler-1	FGK-1	36.10	67.2	151.9
	Girmeler-2	FGK-2	33.30	63.5	148.1



Şekil 3.9 Çalışma alanındaki jeotermal suların silika jeotermometresi sonuçları.

3.5 Akışkan – Mineral Dengesi Hesaplamaları

Muğla ilindeki suların su-kayaç etkileşimi PHREEQC programı yardımıyla çalışılmıştır. Yapılan çalışmada “Hangi mineral, hangi sıcaklıklarda doygun hale gelir?” sorusuna yanıt aranmış ve çıkan sular; i) kabuklaşma profilleri ve ii) rezervuar sıcaklıklarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Kabuklaşma Türkiye’deki (özellikle batı Anadolu’daki) jeotermal sahalarda en önemli problemlerden biridir. Kabuklaşma yapması muhtemel mineral (kalsit, kuvars, amorf silika...) rezervuar koşullarında suda çözülmüş haldedir. Rezervuarda denge halindeki su sondaj yapılarak yeryüzüne taşındığında yeryüzündeki koşullar suda çözülmüş halde bulunan minerallerin çökmesine neden olur. Bu durum yeryüzündeki tesisatın (borular vs.) ve hatta kuyunun içinde kabuklar halinde birikerek sistemin tıkanmasıyla sonuçlanır. Kabuklaşma problemi, genelde jeotermal kuyulara inhibitör denen kimyasal madde enjekte etmek suretiyle suyun kimyasının çökelmeye izin vermeyecek hale getirilmesiyle çözülebilmektedir. Kuyu içindeki kabuklaşmanın fiziksel olarak (tekrar sondaj yaparak) temizlenmesi de yaygın kullanılan bir yöntemdir.

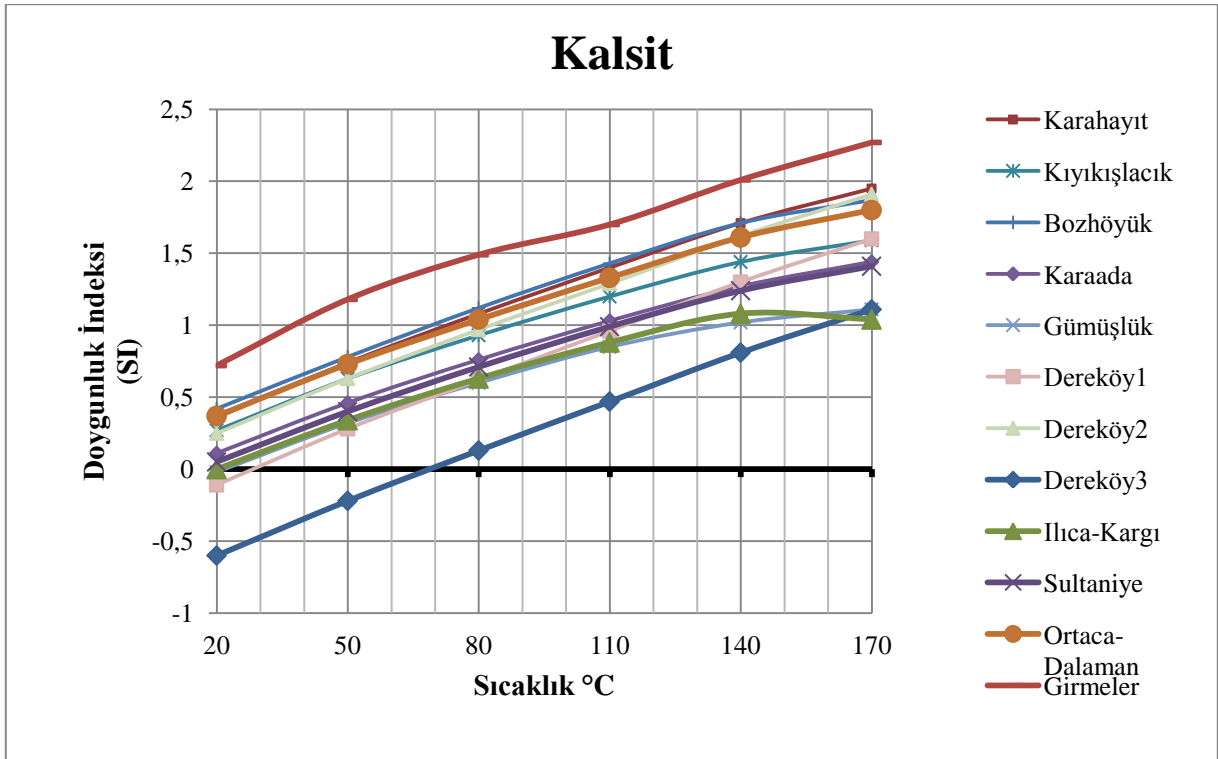
Batı Anadolu sularında en yaygın olarak görülen kabuklaşma çeşidi olan kalsit ve amorf silika kabuklaşması Muğla ili jeotermal suları için de incelenmiştir.

Şekil 3.10'daki grafik incelendiğinde Dereköy'deki BDS-3 sondajı haricindeki suların tamamının 20 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda (BDS-3 için >70 °C) kalsite doymun olduğu görülmektedir. Bu sıcaklıklarda (>20 °C) kalsit kabuklaşması muhtemeldir.

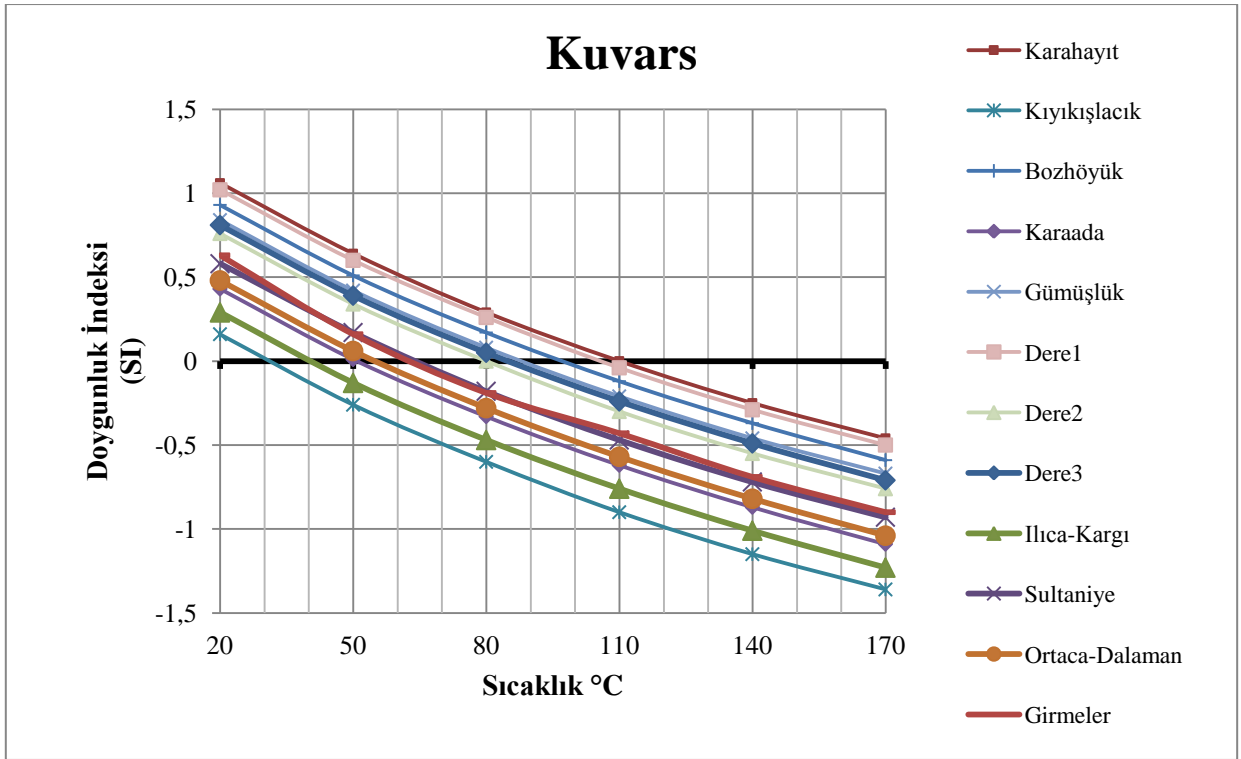
Şekil 3.11 incelendiğinde Muğla jeotermal sularının 110 °C'nin altındaki sıcaklıklarda kuvarsa aşırı doymun olduğunu göstermektedir.

Şekil 3.12'de sunulan grafiğe bakıldığında Muğla ili jeotermal sularında amorf silika kabuklaşmasının muhtemel görülmediği anlaşılmaktadır.

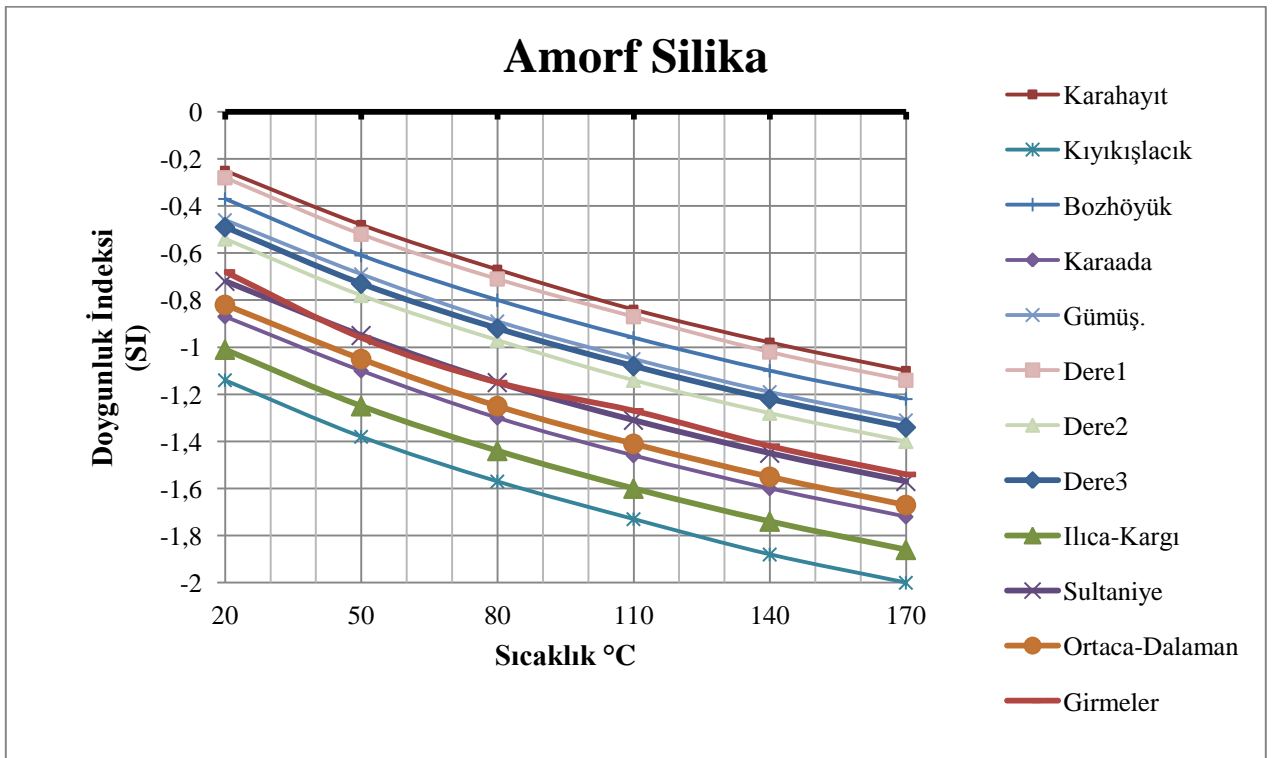
Her saha için seçilen temsili bir noktadaki su örneğinden mineral dengesi jeotermometre uygulaması yapılmış ve 4. Bölüm'de sunulmuştur.



Şekil 3.10 Jeotermal suların sıcaklığa karşı kalsit doymunluk indeksi grafiği.



Şekil 3.11 Jeotermal suların sıcaklığa karşı kuvars doygunluk indeksi grafiği.



Şekil 3.12 Jeotermal suların sıcaklığa karşı amorf silika doygunluk indeksi grafiği.

4. SAHALAR

4.1 Karahayıt (Milas)

Muğla ili Milas ilçesi Bafa beldesi yakınlarındaki Karahayıt köyü, Milas – Söke karayoluna 6 km uzaklıktadır. Rakımın 260 m olduğu köyde geçim kaynağı genellikle zeytincilik, arıcılık ve hayvancılıktır. Yeniokul ve Karahayıt köyleri tek muhtarlık yönetimi altında toplanmıştır. Muğla İl Özel İdaresi'nin 2006 yılında Yeniokul ve Karahayıt köylerinin su ihtiyacını karşılamak için açtığı kuyuda 33 °C yüzey sıcaklığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). İki köyün arasında dağlık arazide (zeytin tarlalarının içinde, rakım: 335 m) açılan kuyu halen, daha alt kotta olan Karahayıt köyü tarafından yaz aylarında kullanılmaktadır. Kuyunun içinde 70 m derinlikte dalgıç pompa olmasına rağmen, statik su seviyesi 4 m olduğu için kuyunun içine 1.5 inç çapında plastik bir boru salmak suretiyle daha alt kotta bulunan Yeniokul köyüne sifon yaptırılarak yaz aylarında kullanılmaktadır. Derinliği 100 m olan sondaj kuyusundan mevcut dalgıç pompa ile 10 l/s su çekilebilmektedir. Sondaj kuyusunun 100 m kuzeybatısında, 1950'lere kadar aktif olan bir sıcak su kaynağı bilinmektedir (Şekil 4.3). Köy muhtarından edinilen bilgiye göre 1950'li yıllarda meydana gelen bir depremden sonra kaynak kurumuştur.



Şekil 4.1 Karahayıt MKS-1 sondaj kuyusu.



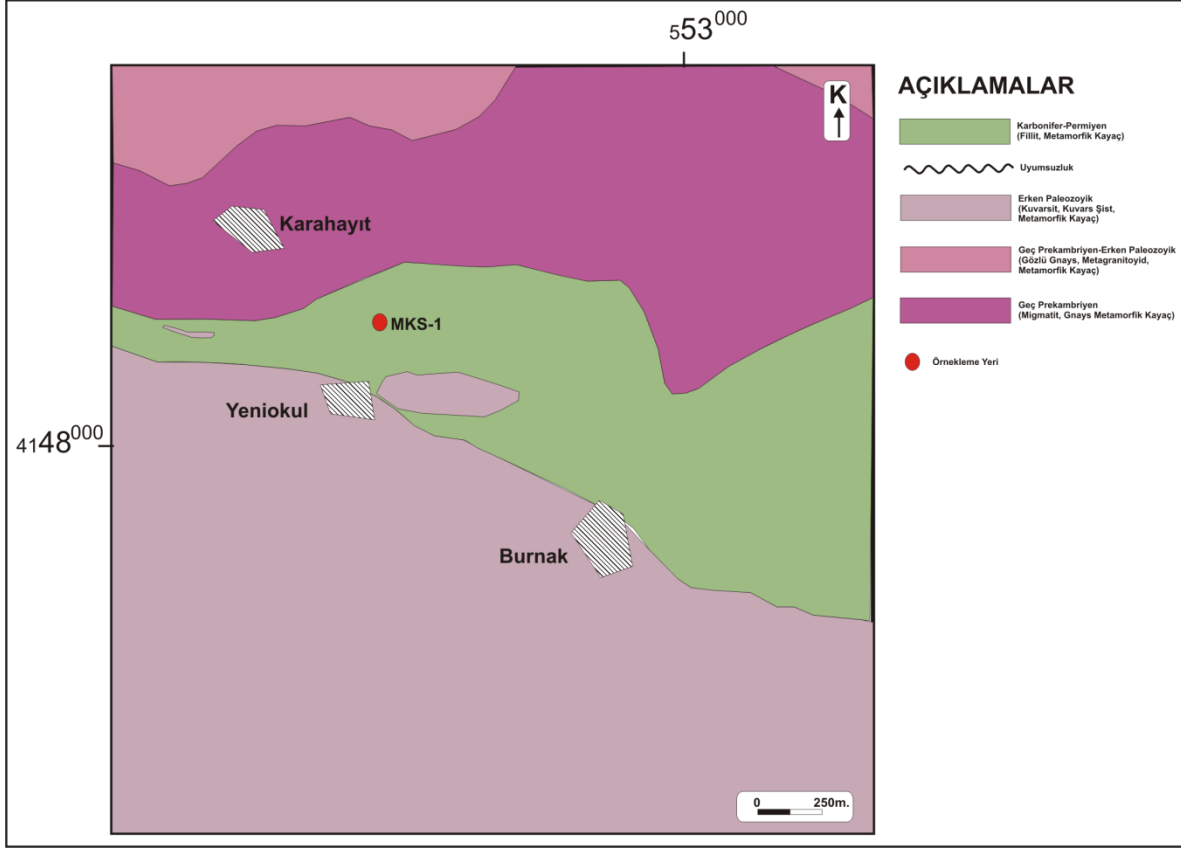
Şekil 4.2 Karahayıt MKS-1 kuyusunda ölçüm işlemi.



Şekil 4.3 Karahayit köyü eski kaynak yeri (1950'lerde bu kaynak deprem sonrasında kurumuştur).

4.1.1 Jeoloji

Karahayit sahası Aydın N19a1 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.4). Sondaj lokasyonu Bafa ilçesinin kuzeydoğusunda Yeniokul-Karahayit köyleri arasındadır. Alandaki temel birimleri Geç Prekambriyen yaşlı migmatit, gnays, gözlü gnays, meta-granitoid kayalar oluşturur ve Erken Paleozoyik yaşlı kuvarsit ve kuvars-şistlerden oluşan birim ile devam eder. İstif uyumsuz olarak fillit, granat-mika şist özellik sunan olası Karbonifer-Permiyen yaşlı meta-pelitik bir istifte uyumsuz olarak üzerler. Bölgedeki sondaj, mika şist, granat-mika şist dokanağına yakın bir kesimde açılmış olup dokanak bir bindirme düzlemini yansıtmaktadır. Petrografik çalışmalar, sondaj noktasındaki kayaların disten-mika şist ve disten-granat muskovit şist olduğunu ortaya koymaktadır. Sondaj çalışmasından elde edilen jeotermal suyun çıkışı, olasılıkla bindirme düzleminde gelişen faylanma ile ilişkilidir. Karahayit bölgesinden alınan kayaç örnekleri, disten mika şist ve disten granat muskovit şist olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.5).



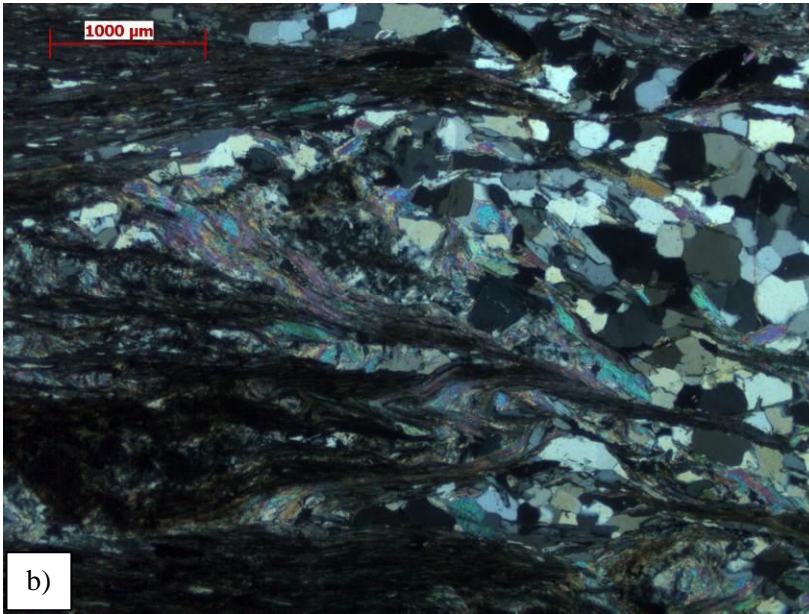
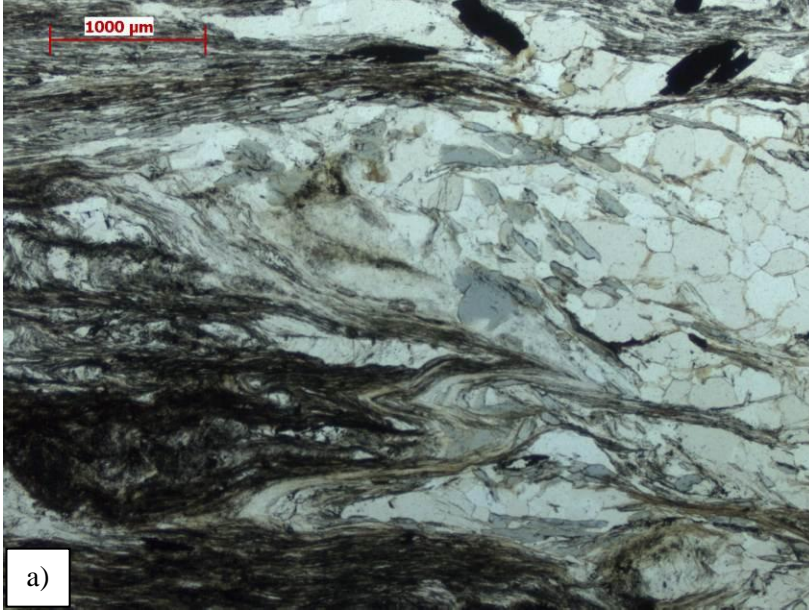
Şekil 4.4 Karahayit (Milas) alanının genelleştirilmiş jeolojik haritası (M.T.A. Aydın N19 paftasından alınmıştır).

Disten mika şist el örneğinde mavimsi-gri renkli olup foliasyon göstermektedir (Şekil 4.5a). İnce kesitte muskovit, klorit, kuvars, K-feldispat, gri-yeşil renkli prizmatik kloritoyid, mavi renkli disten mineralleri gözlenmektedir (Şekil 4.6)

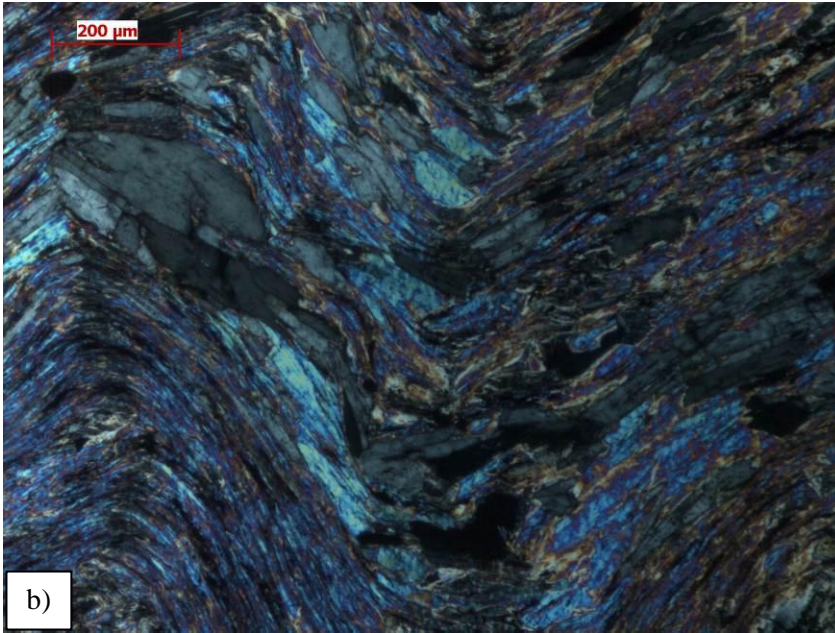
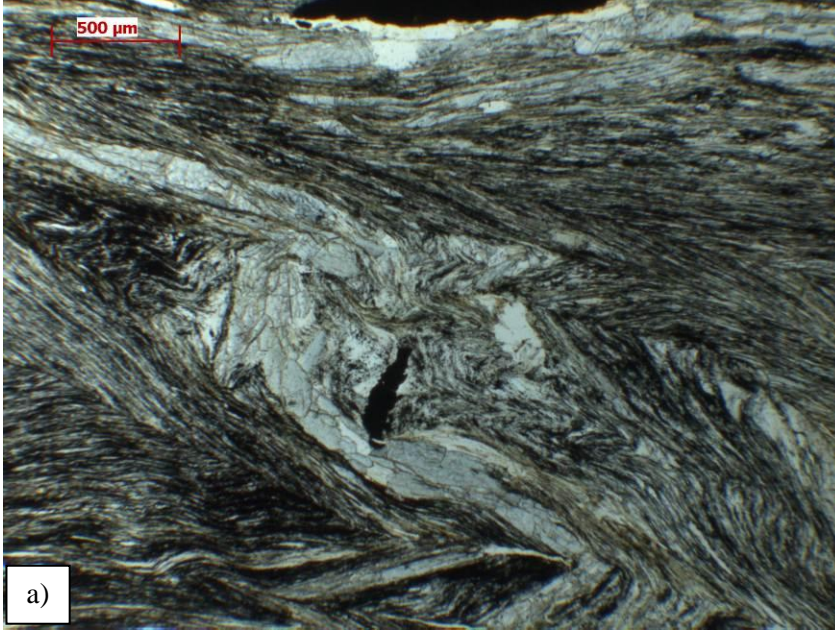
Disten granat muskovit şist el örneğinde mavimsi gri renkli, yumrular halinde tipik granat porfiroblastları içeren şistozite ve krenülasyon gelişmiştir (Şekil 4.5b). Örnek mineralojik olarak granat, disten, muskovit, kuvars, K-feldispat minerallerinden oluşmaktadır. Muskovit, kuvars ve K-feldispat kristalleri krenülasyonun tepe noktalarında, disten ise kanat kısımlarında yığılmış durumdadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.5 Milas Karahayıt'tan alınan metamorfik kayaç örnekleri; a) disten mika şist, b) disten granat muskovit şist.



Şekil 4.6 Milas Karahayit disten mika şist örneğinin a) tek nikol ve b) çift nikolde görüntüsü.



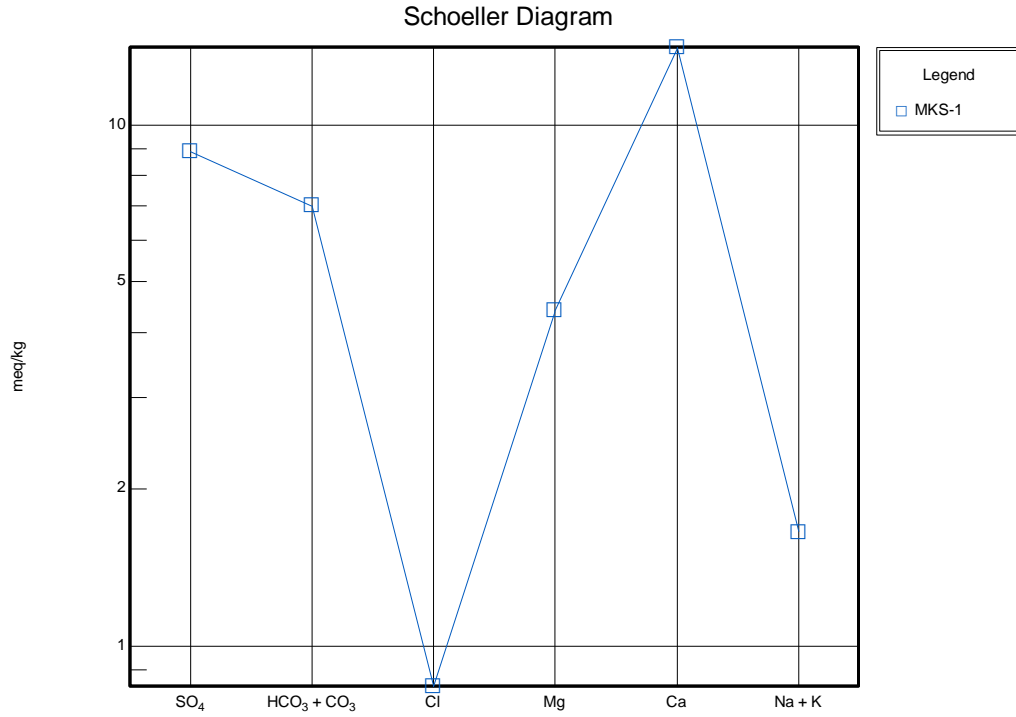
Şekil 4.7 Milas Karahayıt disten granat muskovit şist örneğinde krenülasyon klevajı ve disten mineralinin a) tek nikol ve b) çift nikolde görüntüsü.

4.1.2 Su Kimyası

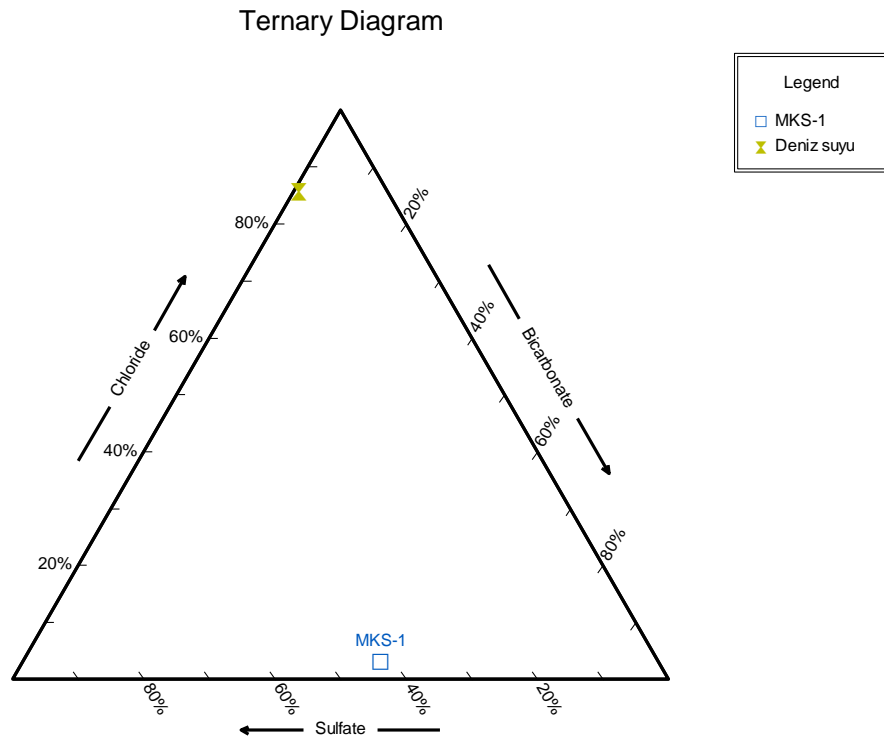
Bu kuyudaki su sıcaklığı 33.10 °C olarak ölçülmüş olup toplam çözünmüş katı madde miktarı 1450 ppm, EC'si 1920 µs/cm olarak bulunmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre majör iyon olarak Ca, HCO₃ ve SO₄ iyonları hakimdir ve suyun Ca-SO₄ tipinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.8-4.10). Yapılan jeotermometre hesapları değerlendirildiğinde Fournier (1977)'ye göre 100 °C civarında, Fournier ve Potter (1982)'e göre ise 200 °C civarında bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi silika jeotermometrelerinin yanında akışkan mineral dengesi hesaplamaları da rezervuar sıcaklığı tahmin etmede kullanılmıştır. Jeotermal sularda bulunabilecek bazı minerallerin 20 ile 170 °C arasında değişen sıcaklıklardaki doygunluk indeksleri hesaplanmış ve grafiklerle görselleştirilmiştir. Doygunluk indeksinin sıfır olduğu sıcaklık (doygunluk indeksine karşılık sıcaklık grafiğinde eğrinin x-ksenini kestiği nokta) o mineral için rezervuardaki denge sıcaklığını, dolayısıyla rezervuar sıcaklığını temsil ettiği kabul edilmiştir.

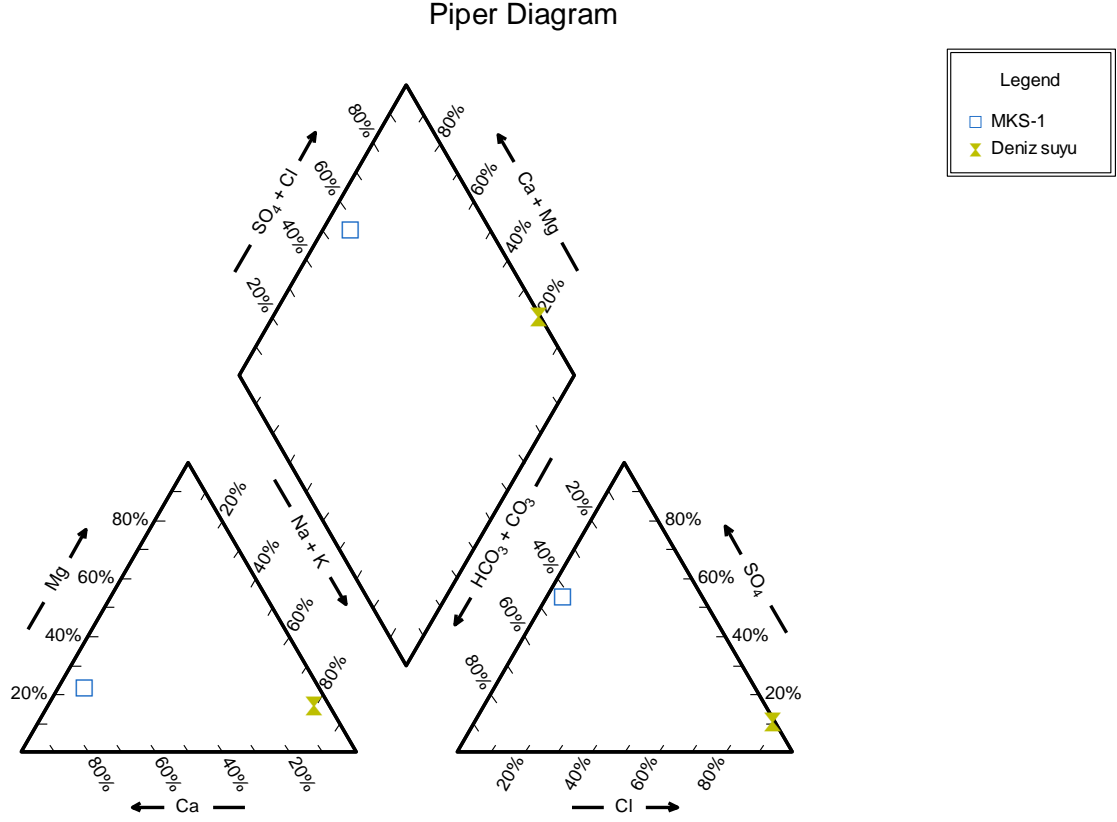
Akışkan mineral dengesi hesaplamalarından gelen sonuçlara göre, bu sahada 40 ile 110 °C arasında değişen bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir (Şekil 4.11).



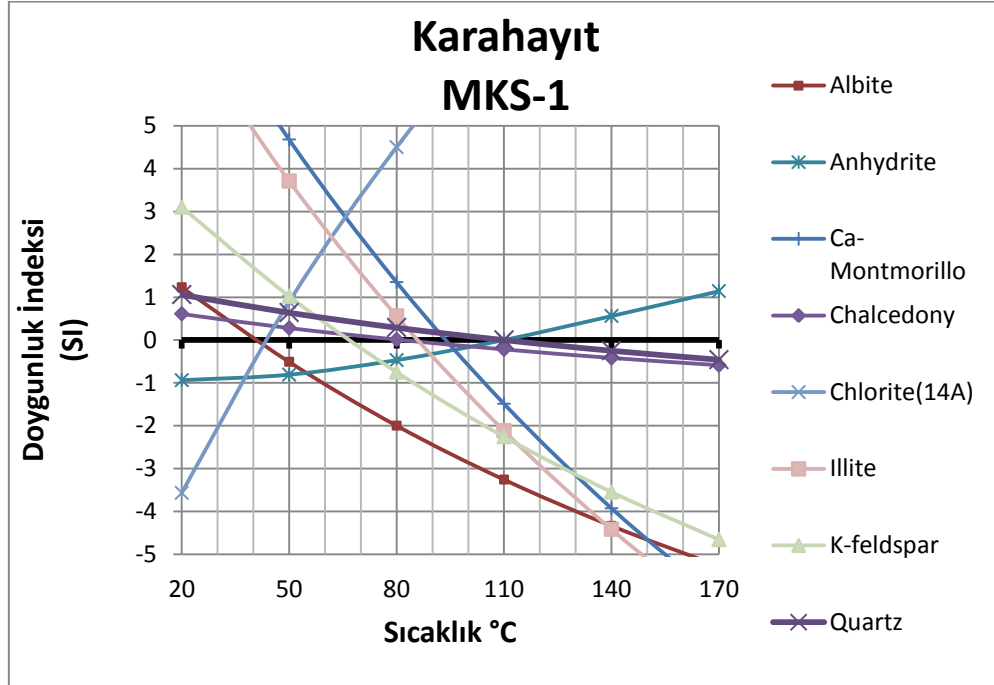
Şekil 4.8 Karahayıt MKS-1 sondaj kuyusundan alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.9 Karahayıt MKS-1 sondajından alınan su örneğine ait üçgen diyagram. Bu suda Muğla'nın iç sularına göre sülfatta bir miktar zenginleşme gözlenmektedir.



Şekil 4.10 Karahayit MKS-1 sondajından alınan su örneğinin Piper diyagramı.



Şekil 4.11 Karahayit MKS-1 kuyusunun doygunluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

4.2 Narhisar (Milas)

Milas ilçesi, Selimiye beldesinin 7 km kuzeydoğusunda yer alan Narhisar köyü yakınlarındaki kaynak 1 l/s'den daha az bir debiye sahiptir (Şekil 4.12). Bölge halkı arasında kaynak suyunun böbrek taşı düşürmeye iyi geldiği yönünde bir inanış mevcuttur.

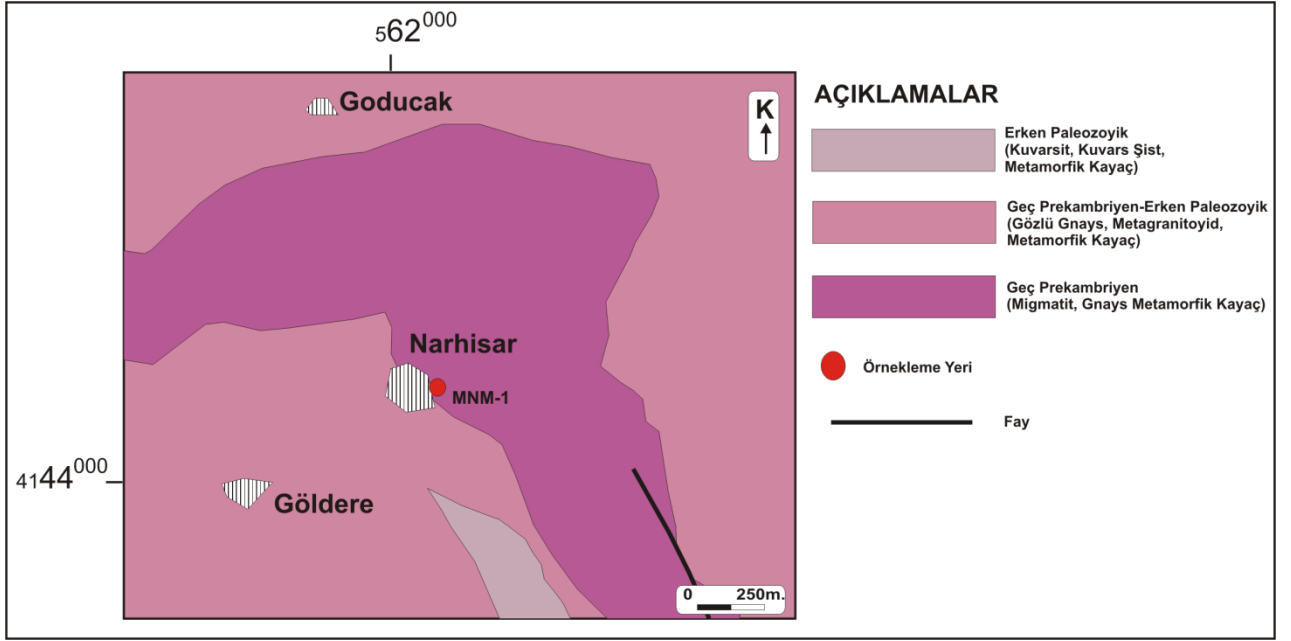


Şekil 4.12 Milas Narhisar kaynağı (MNM-1). Kaynağın etrafında beton atmak suretiyle bir miktar tadilat yapılmıştır.

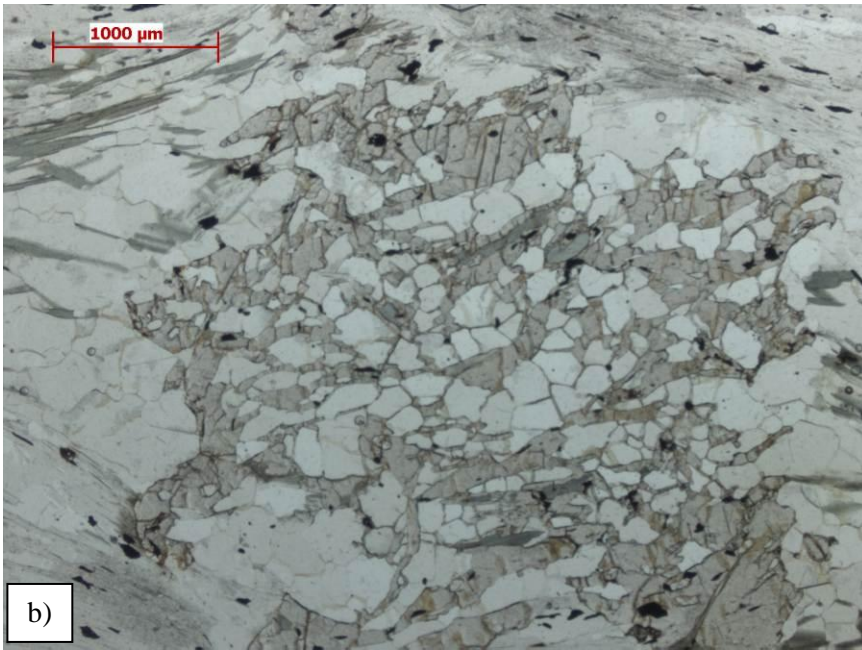
4.2.1 Jeoloji

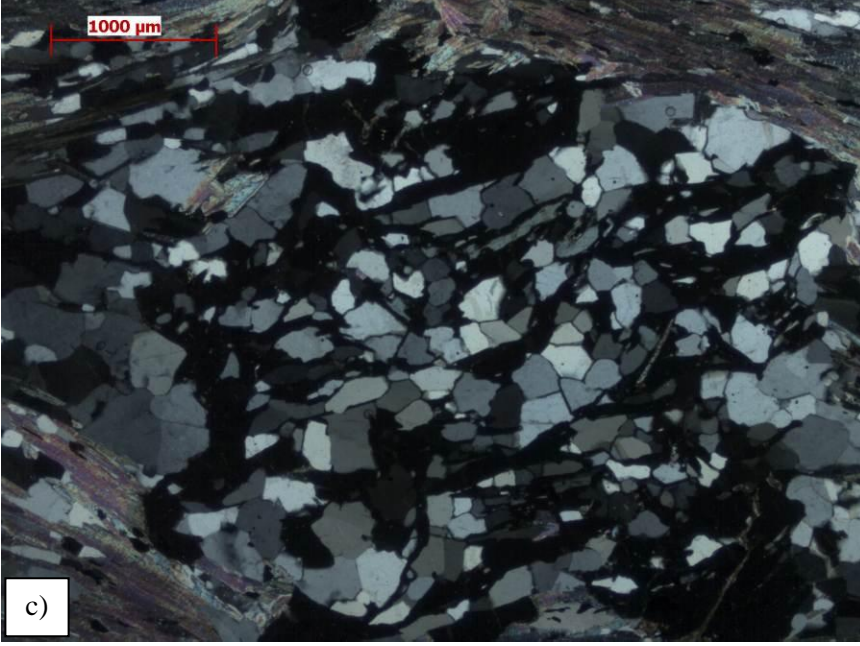
Milas Narhisar sahası Aydın N19a2 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.13). Mineralli su kaynağı Narhisar köyünün 100 m güneydoğusunda yüzlek vermektedir. Alandaki birimler temelde Geç Prekambriyen yaşlı migmatit, gnays, gözlü gnays ve meta-granitoiyid olarak tanımlanan kayaçlar ile başlar ve Erken Paleozoyik yaşlı kuvarsit, kuvars şist kayaçları ile devam eder. Mineralli su kaynakları migmatit ve gnays olarak tanımlanan birim içinde

gözlenmekte olup çatlak kontrollü olarak gelişmiştir. Petrografik çalışmalar, mineralli su çıkış noktasındaki kayaçların granat-disten-mika şist olduğunu ortaya koymaktadır. Narhisar sahasında yüzeylenen mineralli su noktasından alınan kayaç örneği, metamorfik kayaç özelliğine olup el örneğinde yapraklanma gösterir, mavimsi gri renkli, 1 cm'ye varan iri granat porfiroblastları içerir (Şekil 4.14a). İnce kesitte granat disten–mika şist olarak tanımlanan kayaç granat, muskovit, biyotit, kuvars, K-feldispat, disten, klorit minerallerinden oluşur. Granat porfiroblastları kuvars kapanımları içermeleri nedeniyle aynı zamanda poyikiloblastik dokuludurlar ve etraflarında basınç gölgeleri yer almaktadır. Klorit biyotit ve granattan sonra retrograd olarak gelişmiştir (Şekil 4.14b ve c).



Şekil 4.13 Narhisar (Milas) bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Aydın N19 paftasından alınmıştır).

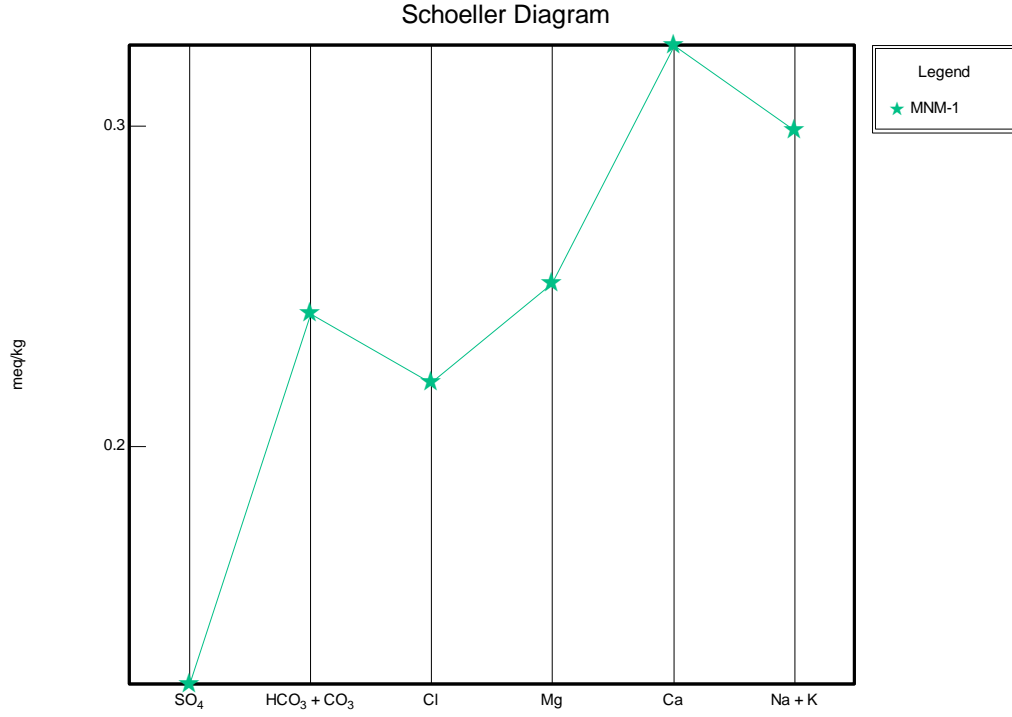




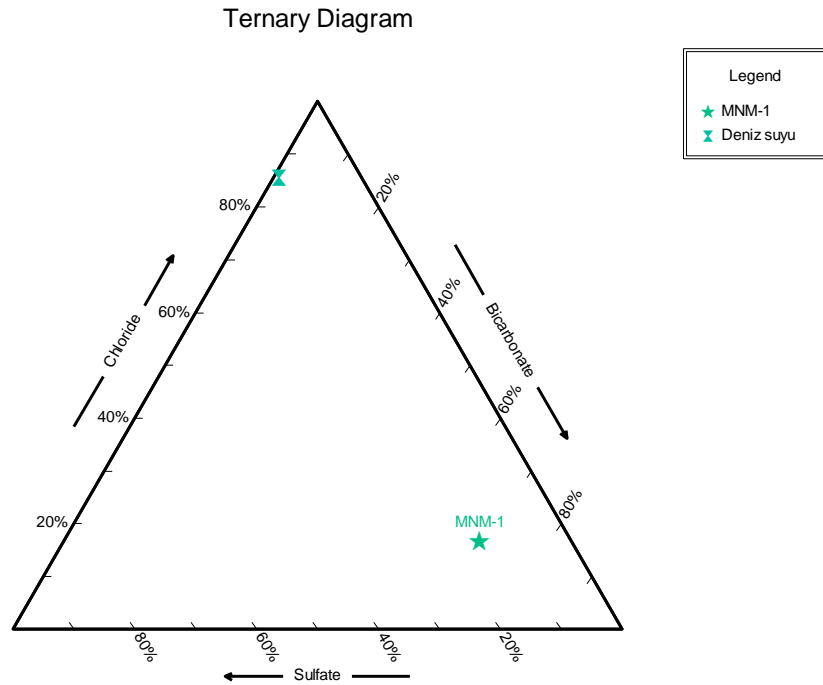
Şekil 4.14 Milas Narhisar lokasyonuna ait kayaç örneğinin a) makroskobik; b) tek nikelde ve c) çift nikelde ince kesitte görünümü. El örneğinde iri taneler halinde gözlenen granat porfiroblastları ve kuvars kapanımları, yapraksı klorit ve tek nikelde mavimsi-gri disten mineralleri gözlenmektedir.

4.2.2 Su Kimyası

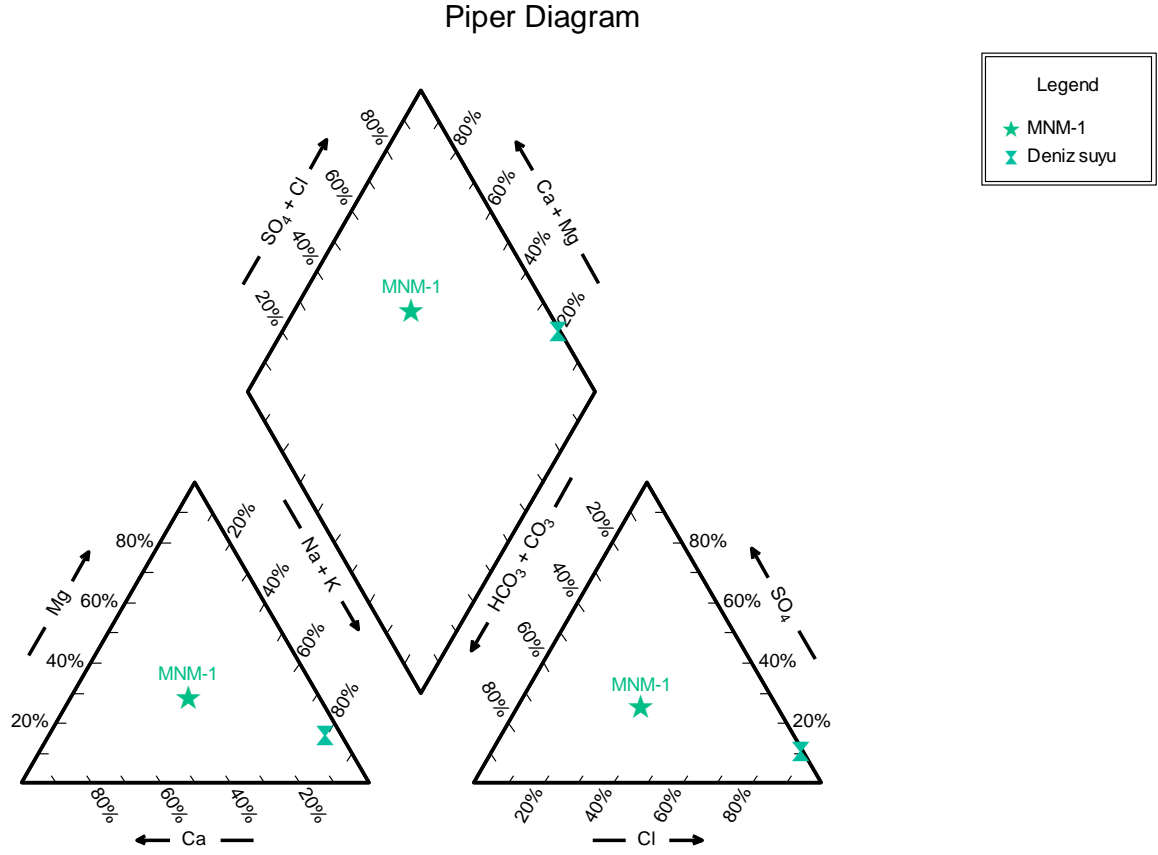
Bu kuyudaki su sıcaklığı 15.40 °C olarak ölçülmüş olup toplam çözünmüş katı madde miktarı 70 ppm, EC'si 127 µs/cm olarak bulunmuştur. Kaynak suyu çözünmüş iyonlar bakımından fakirdir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre suyun Ca-HCO₃ tipinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.15-17). Çözünmüş madde miktarına ve suyun tadına bakıldığında mineralli su olmaktan çok, kaliteli içme suyu olarak kabul edilmelidir.



Şekil 4.15 MNM-1 kaynağından alınan su örneğinin Schoeller diyagramında gösterimi.



Şekil 4.16 Narhisar MNM-1 kaynağından alınan su örneğine ait üçgen diyagram.



Şekil 4.17 Narhisar MNM-1 kaynağından alınan su örneğinin Piper diyagramı.

4.3 Sepetçiler (Milas)

Milas ilçe merkezinin 5 km batısında yer alan, yeni adı İçme eski adı Sepetçiler olan köyün yakınlarında iki adet kaynak mevcuttur. Kaynakların köy yakınında olanı (MSM-1) 150 l/s debiyle akmaktadır (Şekil 4.18). Bu kaynağın yaklaşık 400 m güneyindeki (Savran köyüne doğru) diğer kaynaktan (MSM-2) sağlıklı bir debi ölçümü yapılamamıştır (Şekil 4.19 ve Şekil 4.20). Bu kaynakların suyu içildiğinde müşil etkisi yaptığı ve bağırsakları temizlediği köy halkı tarafından belirtilmiştir.



Şekil 4.18 Sepetçiler-1 MSM-1 kaynağı.



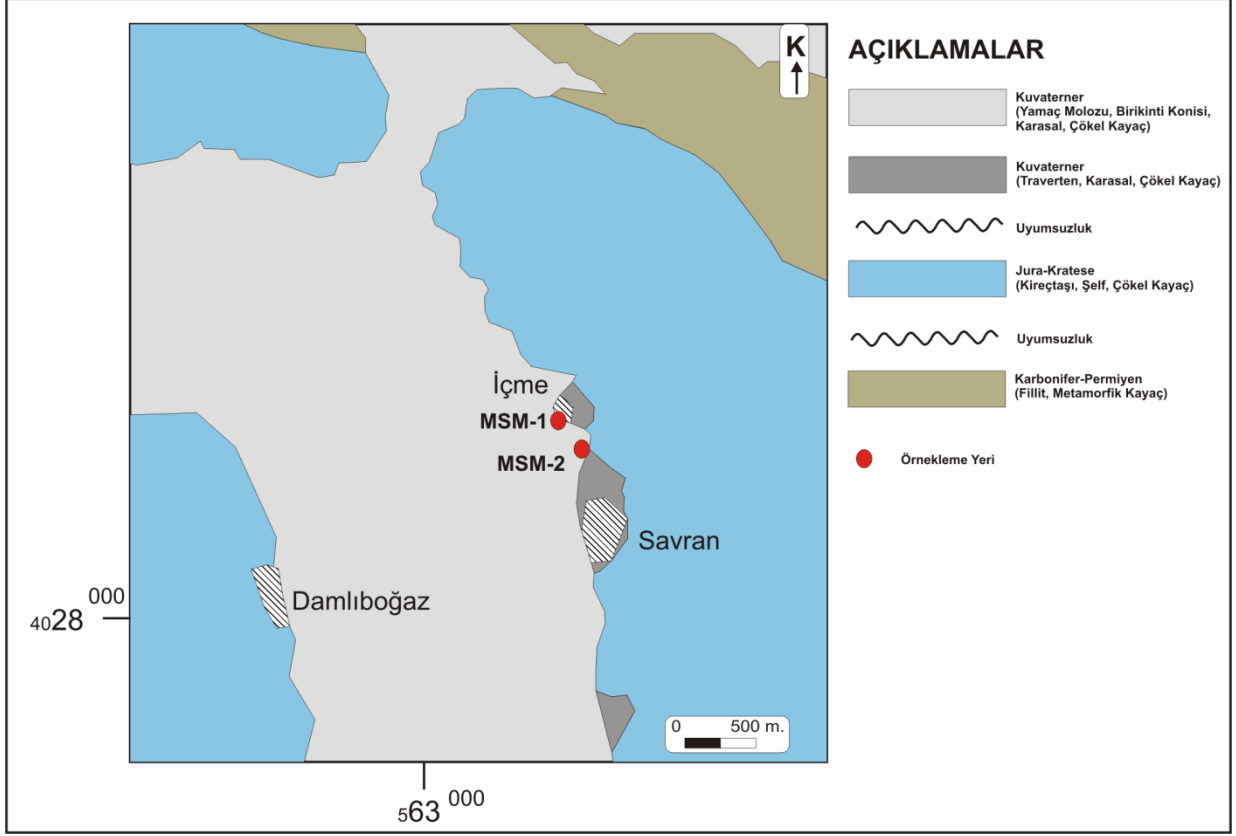
Şekil 4.19 Sepetçiler-2 MSM-2 kaynağı.



Şekil 4.20 Sepetçiler-2 MSM-2 kaynağı.

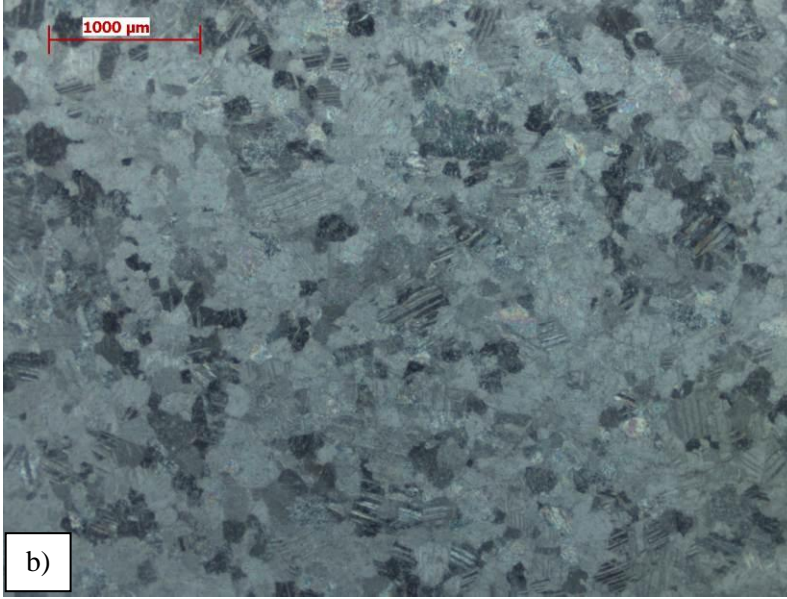
4.3.1 Jeoloji

Sepetçiler alanı Aydın N19a3 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.21). Alandaki su kaynakları İçme köyü içinde ve 500 m güneydoğusunda yüzlek vermektedir. Bölgedeki temel istif Karbonifer-Permiyen yaşlı fillit, granat-mika-şistlerden meydana gelen meta-pelitik kayalar oluşturur ve uyumsuz olarak Jura-Kratese yaşlı şelf özellikli kireçtaşları tarafından üzerlenir. İstif, Kuvaterner yaşlı karasal özellikli traverten ve yamaç molozu, birikinti konisinde oluşan kırıntılı bir istifle uyumsuz olarak üzerlenir. İnceleme alanındaki mineralli su kaynakları Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve birikinti konisinde yüzlek vermekte olup Jura-Kratese yaşlı kireçtaşları ile dokanaklıdır. Dolayısıyla mineralli suların kireçtaşlarının çatlak ve kırık sistemleriyle ilgili olarak geliştiği arazi gözlemleriyle ortaya konmuştur.



Şekil 4.21 Sepetçiler (Milas) civarının genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Aydın N19 paftasından alınmıştır).

Sepetçiler alanından derlenen kayaç örneği beyaz renkli ve şekerimsi (kristalize) dokuludur. İnce kesitte genel olarak eştaneboylu poligonal/mozayik dokulu kalsit içeren karbonatlı kayadır. Mozayik doku orijinal kireçtaşı kayacının rekristalize olduğunu göstermektedir (Şekil 4.22).

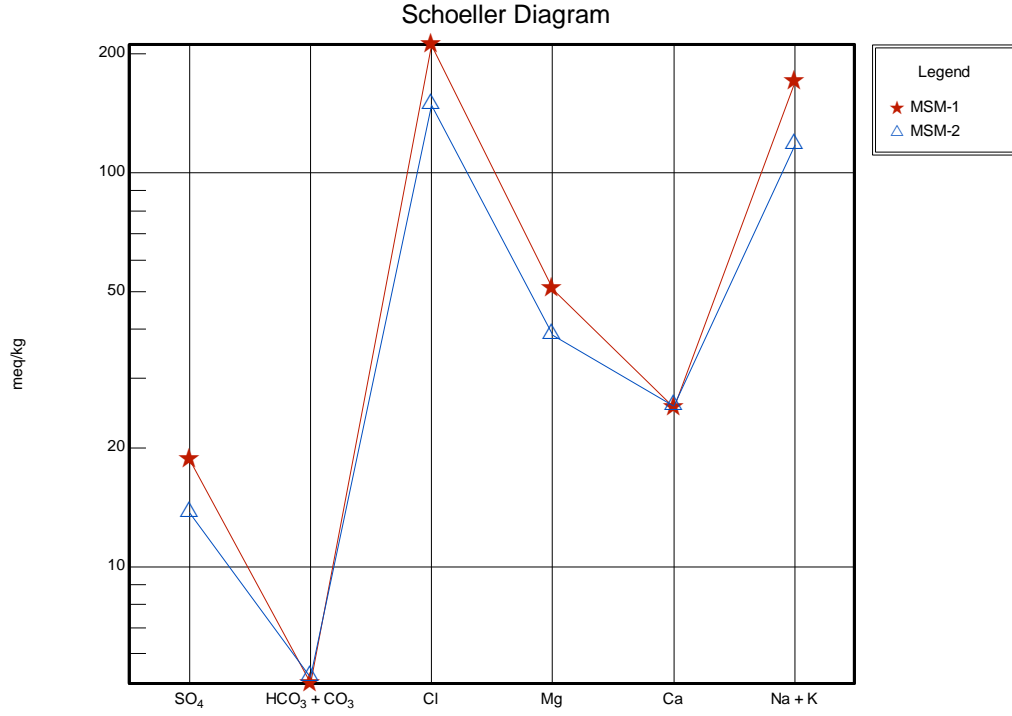


Şekil 4.22 Milas-Sepetçiler alanından derlenen rekristalize kireçtaşının a) el örneğinde ve b) ince kesitte görünümü

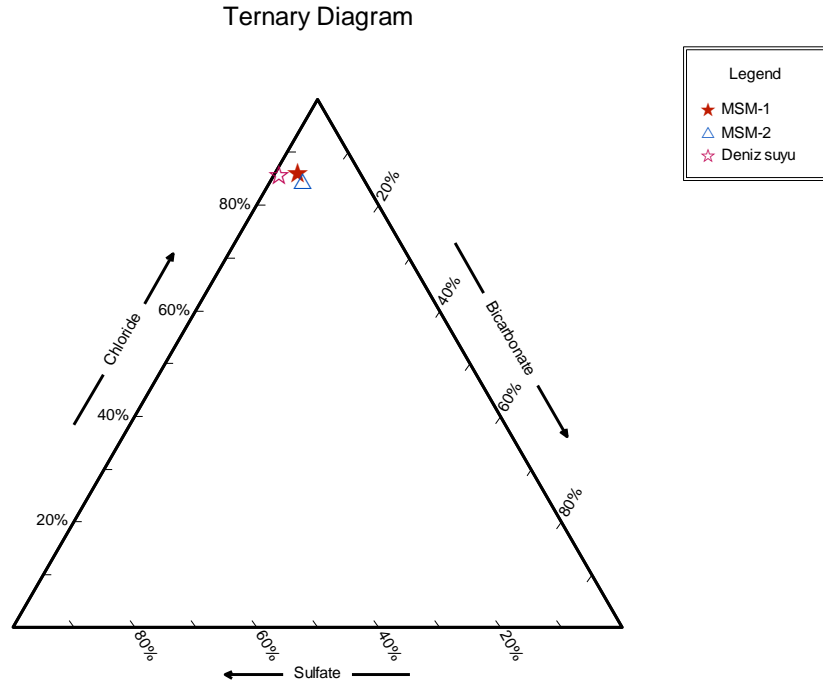
4.3.2 Su Kimyası

Bu kaynaklardaki su sıcaklığı 18.60 °C (MSM-1) ve 18.50 °C (MSM-2) olarak ölçülmüş olup toplam çözünmüş katı madde miktarı 10000 ile 13000 ppm arasında değişmektedir. Suların EC'si sırasıyla 22622 ve 17518 µs/cm'dir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Sepetçiler sahası sularında hakim iyonlar Na ve Cl'dir (Şekil 4.23). Üçgen ve Piper diyagramlarından da

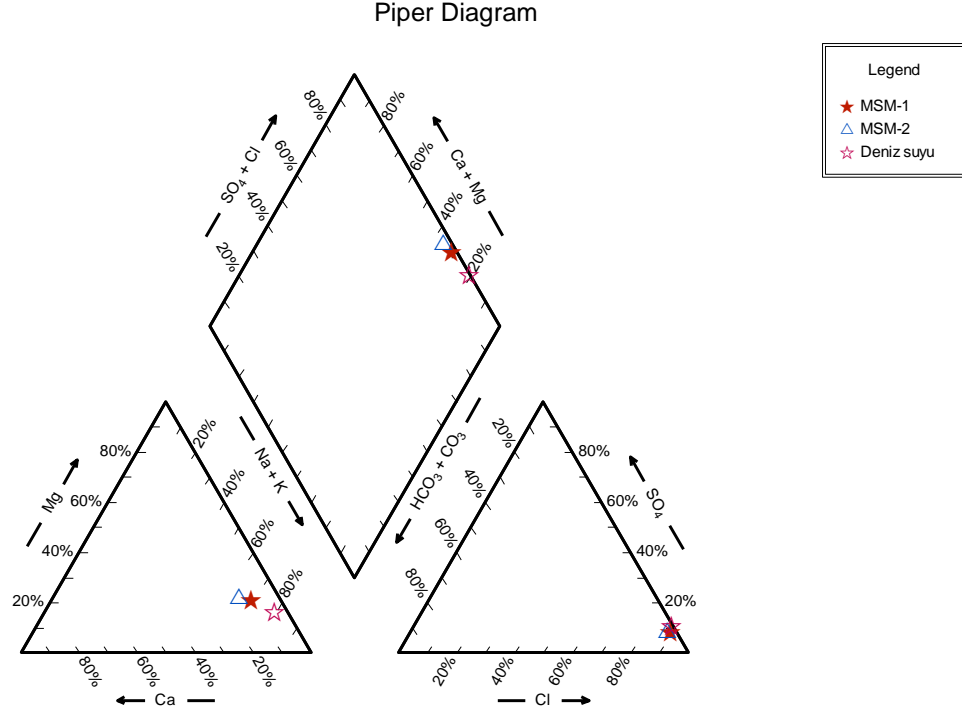
görülebileceği üzere Sepetçiler kaynak suları deniz suyuna çok benzer kimyasal özelliklere sahiptir (Şekil 4.24 ve Şekil 4.25).



Şekil 4.23 Sepetçiler kaynaklarından alınan su örneklerinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.24 Sepetçiler kaynaklarından alınan su örneklerinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.25 Sepetçiler kaynaklarından alınan su örneklerinin (MSM-1 ve MSM-2) Piper diyagramı.

4.4 Kıyıkışlacık–Asın (Milas)

Milas ilçe merkezinin yaklaşık 18 km batısındaki Güllük Körfezi kıyısında bulunan Kıyıkışlacık'ta Iasos harabeleri bulunmaktadır. Köy yakınlarında 3 adet kaynak tespit edilmiştir (Şekil 4.26-4.28). Bu kaynaklardan, köyün yaklaşık 1 km kuzeydoğusunda yer alan ikisi (MAM-1 ve MAM-2) eskiden beri içme (Asın içmesi) olarak kullanılmakta ve bölge halkı tarafından, içildiğinde müshil etkisi yaptığına inanılmaktadır (Şekil 4.27 ve Şekil 4.28). Kaynakların çıkış sıcaklığı 21 °C olarak ölçülmüştür. Ortalama yıllık hava sıcaklığının 17 °C olduğu Muğla ilinde, kaynaklardaki bu sıcaklık anomalisi dikkat çekicidir. Kaynakların kuzeyinde Bodrium Tatil Köyü olarak adlandırılan devre mülk sitesinde yapımı yarım bırakılmış bir sondajın varlığı söz konusudur (Şekil 4.29). Bu kuyuda, sondaj sırasında 57 metrede 28 °C sıcaklık ve 20 l/s debiye sahip su bulunmuş, çatlak kapatılarak 125 metreye kadar ilerlenmiş, kuyu borulanmış, çimentolanmış 550 metreye kadar ilerlemesi planlanan kuyu bu metrede (125 m) borulu çimentolu vaziyette terk edilmiştir. Bodrium Tatil Köyü'nün günümüzdeki sahibi İnteralianz şirkettir ve bu sondaj kuyusunu tamamlayıp kullanmayı

planlamaktadır. Zira termal devre mülk olarak pazarlanan bu sitede kullanılabilir başka termal kaynak bulunmamaktadır.



Şekil 4.26 Kıyıkışlacık MKK-1 kaynağı. Arkada Iasos medeniyetine ait harabeler görülmektedir.



Şekil 4.27 Asın içmesi MAM-1 kaynağı.

MKS-1 ve MAM-1 kaynaklarından debi ölçümü yapılamamıştır. MAM-2 kaynağından (Şekil 4.28) çıkan su 40 cm çapında bir boruyla kumsalı geçip denize deşarj olmaktadır. Yarı dolu olarak akan boruya bakarak yapılan kaba bir tahminle bu kaynağın debisinin 10 lt/s olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.28 Asın içmesi MAM-2 kaynağı. Araştırmacının bulunduğu kesimin antik çağdan kaldığı ifade edilmektedir ve ilgili kaynak sit alanı olarak koruma altına alınmıştır.



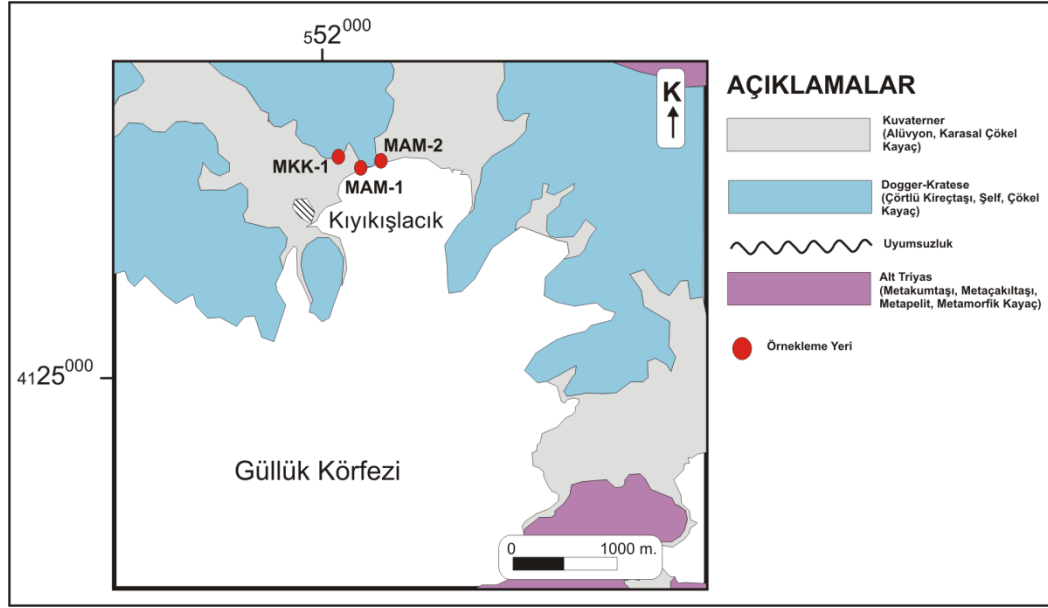
Şekil 4.29 Bodrium Tatil Köyü’ndeki yarım kalmış sondaj kuyusu.

4.4.1 Jeoloji

Kıyıkışlacık–Asın sahası Aydın N19a4 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.30). Alandaki kaynaklar Kıyıkışlacık köyünün kuzeydoğusunda yüzlek vermektedir. Alanda yüzeyleyen temel kayaçlarını Alt Triyas yaşlı metakumtaşı, metaçakıltası, metapelitik kayaçlar oluşturur. İstif uyumsuz olarak Dogger-Kratose yaşlı şelf özellik gösteren çörtlü kireçtaşı ile üzerlenir. Kuvaterner yaşlı karasal çökeller tüm istifi uyumsuz olarak üzerler. Alandaki kaynaklar Kuvaterner yaşlı karasal çökeller ve çörtlü kireçtaşlarının içinde çatlak kontrollü olarak gelişmişlerdir.

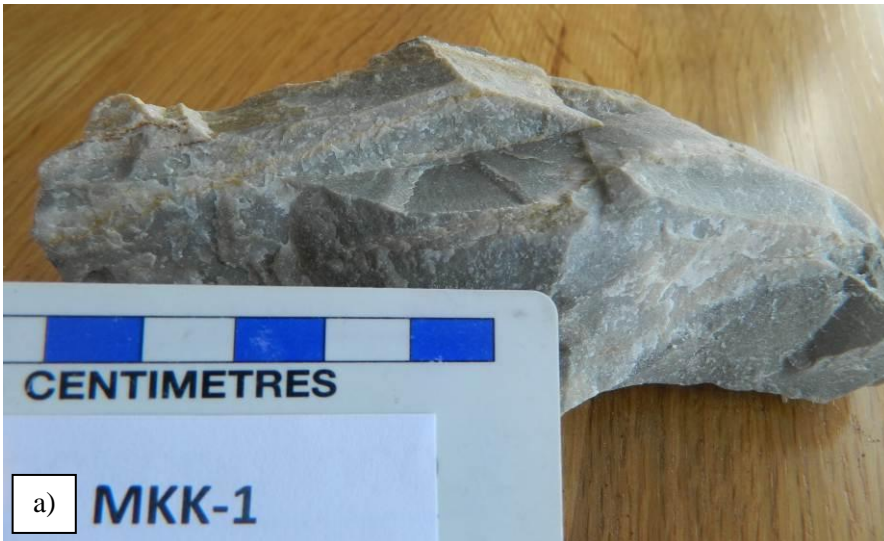
Kıyıkışlacık köyü civarından alınan breşik kireçtaşı örneği grimsi bej renklidir ve heterojen bir görünümündedir (Şekil 4.31a). Kayaç ince kesitte ince taneli karbonat minerallerinden oluşur ve

yer yer kuvars ve deforme olmuş, dilinim düzlemleri kaymış, dalgalı sönme gösteren kalsitten ibaret olan bantlar içerir (Şekil 4.31b).



Şekil 4.30 Kiyıkışlacık (Milas) bölgesinin geliştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Aydın N19 paftasından alınmıştır).

Asın içmesinden alınan kayaç örneğinin mineralojik ve petrografik incelemesinde ince taneli kalsit porfiroblastları içerdiği yer yer kuvars tanelerinden oluşan laminalar gözlenmiş ve laminalı kireçtaşı olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.32).





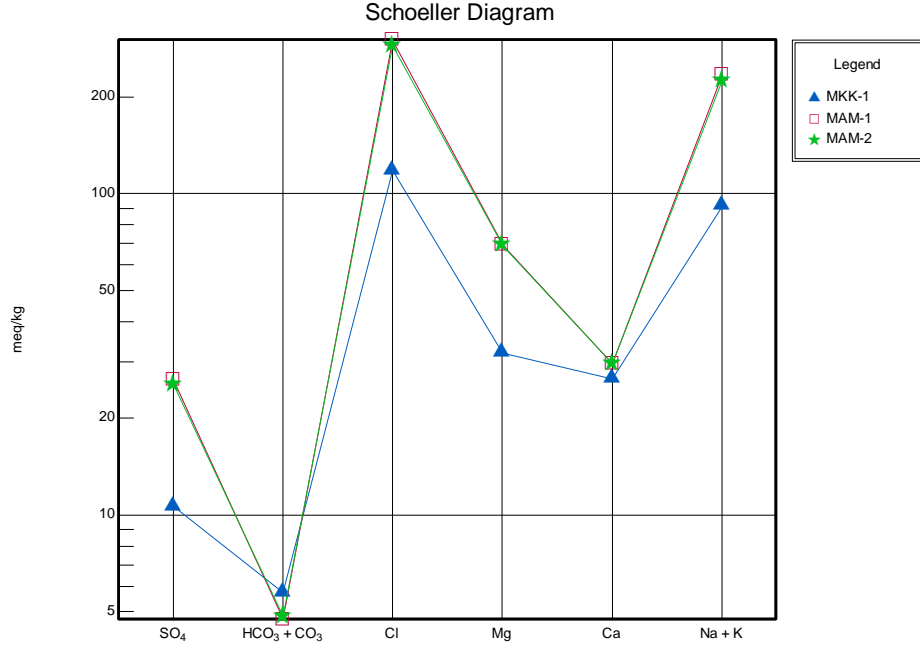
Şekil 4.31 Milas Kırıkkışlacık lokasyonundan derlenen kireçtaşı örneğinin a) el örneği ve b) ince kesit (çift nikol) görüntüsü.



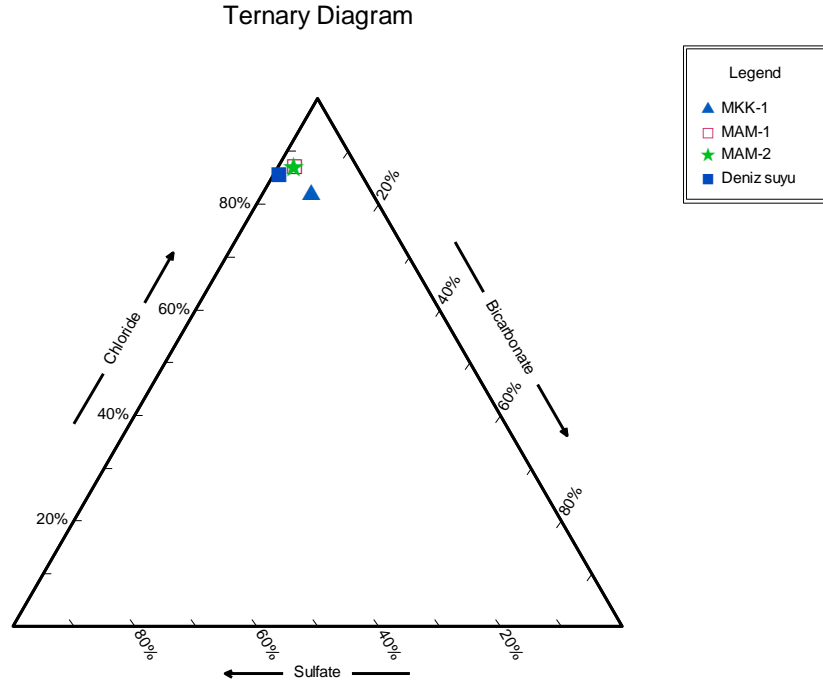
Şekil 4.32 Asın (Milas) bölgesinden derlenen laminalı kireçtaşının ince kesitte görünümü (çift nikol).

4.4.2 Su Kimyası

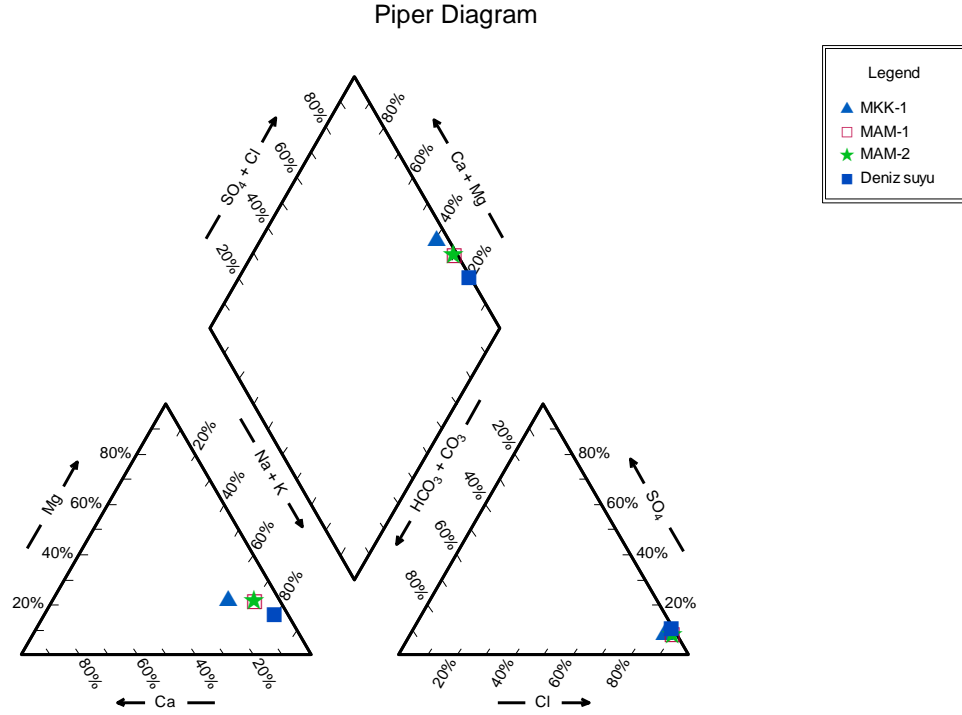
Kıyıkışlacık–Asın içmesindeki jeotermal kaynakların sıcaklıkları 21 °C olarak ölçülmüş olmasına rağmen toplam çözünmüş madde miktarı Kıyıkışlacık Köyü'ne daha yakın olan MKK-1 kaynağında yaklaşık 8200 ppm olarak ölçülmüş, Asın içmesi olarak adlandırılan kaynaklarda (MAM-1 ve MAM-2) ise yaklaşık 19000 ppm ölçülmüştür. MKK-1, MAM-1 ve MAM-2 kaynaklarının EC değerleri sırasıyla 146000, 31300 ve 32500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 'dir ve kimyasal analiz sonuçlarına göre kaynak suları Na–Cl tipindedir (Şekil 4.33). Üçgen diyagramdan ve Piper diyagramından da görüleceği üzere Asın içmesi kaynaklarının (MAM-1, MAM-2) kimyasal özellikleri deniz suyuna çok yakındır (Şekil 4.34-4.35). Kıyıkışlacık yakınındaki MKK-1 kaynağından alınan örneğin kimyasal özellikleri deniz suyuna çok yakın olmasına rağmen, Asın içmesiyle karşılaştırıldıklarında deniz suyundan uzaklaşmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi (Bölüm 3) Muğla ili kıyı sularının, mevcut kimyasal özelliklerine, deniz suyu ile meteorik suyun değişik oranlarda karışmasıyla kavuştuğu düşünülmektedir. MKK-1 kaynağının kimyasının, Asın içmesi kaynaklarından ayrılma nedeni bünyesindeki meteorik su miktarının diğerlerine göre bir miktar daha fazla olması olabilir. Yapılan jeotermometre hesapları değerlendirildiğinde Fournier (1977)'ye göre 30 °C civarında, Fournier ve Potter (1982)'ye göre 110 °C civarında bir rezervuar sıcaklığı öngörülmektedir. Akışkan mineral dengesi jeotermometreleri ise 30 ile 120 °C arasında bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.36).



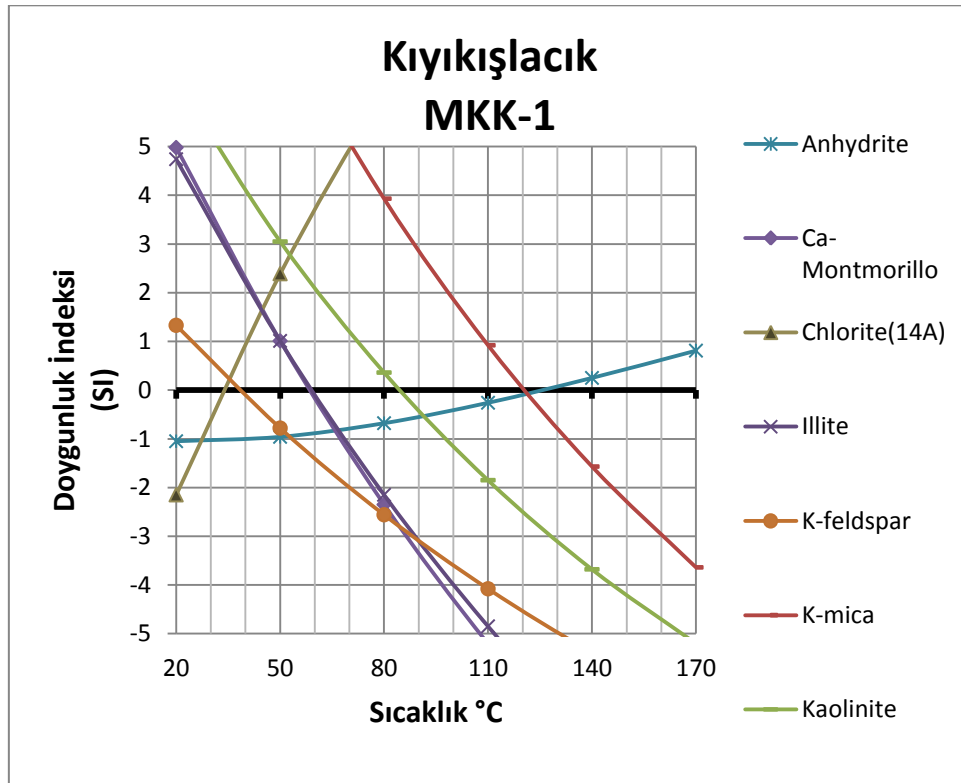
Şekil 4.33 Kıyıkışlacık ve Asın içmesi kaynaklarından alınan su örneklerinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.34 Kıyıkışlacık ve Asın içmesi kaynaklarından alınan su örneklerinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.35 Kıyıkışlacık ve Asın içmesi kaynaklarından alınan su örneklerinin Piper diyagramı.



Şekil 4.36 Kıyıkışlacık MKK-1 kaynağının doygunluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

4.5 Bahçeburun (Milas)

Milas ilçe merkezinin 7 km kuzeyindeki Bahçeburun köyünün yaklaşık 1 km kuzeyinde bulunan kaynağın debisi 1 l/s'nin altındadır ve 14.31 °C yüzey sıcaklığı vardır. Kaynağın yörede herhangi bir şifalı özelliği bilinmemektedir. Tadı ve çevresinde bıraktığı iz nedeniyle çevre halk tarafından sodalı su olarak tanımlanmaktadır. Kaynağın çevresinde tuğladan örme bir yapı bulunmakta, su bu kemerli yapının içinden çıkmaktadır (Şekil 4.37).

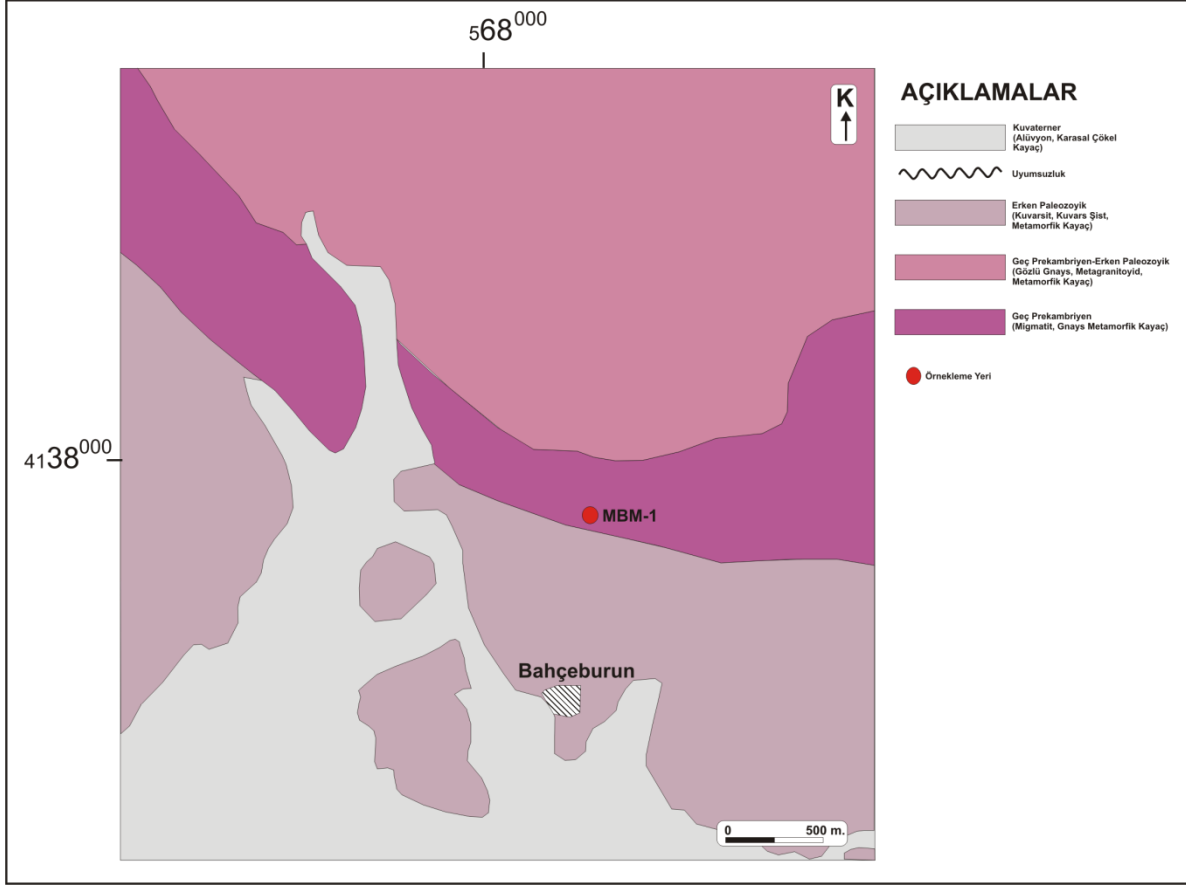


Şekil 4.37 Bahçeburun köyü yakınlarındaki MBM-1 kaynağı.

4.5.1 Jeoloji

Bahçeburun alanı Aydın N19b1ve b4 paftasında bulunmaktadır (Şekil 4.38). Mineralli su kaynağı Bahçeburun köyünün yaklaşık 1 km kuzeyinde gözlenmektedir. Alandaki en yaşlı birimler, Geç Prekambriyen yaşlı migmatit ve gnayslardan oluşmaktadır. İstif Geç Prekambriyen-Erken Paleozoyik yaşlı gözlü gnays ve meta-granitik bileşimli kayaçlar ile

geçişli olup Erken Kambriyen yaşlı kuvarsit ve kuvars şistler ile devam etmektedir. Kuvaterner yaşlı alüvyon çökeller inceleme alanındaki en genç birimleri oluşturmaktadır. Alandaki mineralli su kaynakları olasılıkla birim içinde gelişen bindirme zonuna bağlı olarak çatlak kontrollü olarak gelişmiştir.

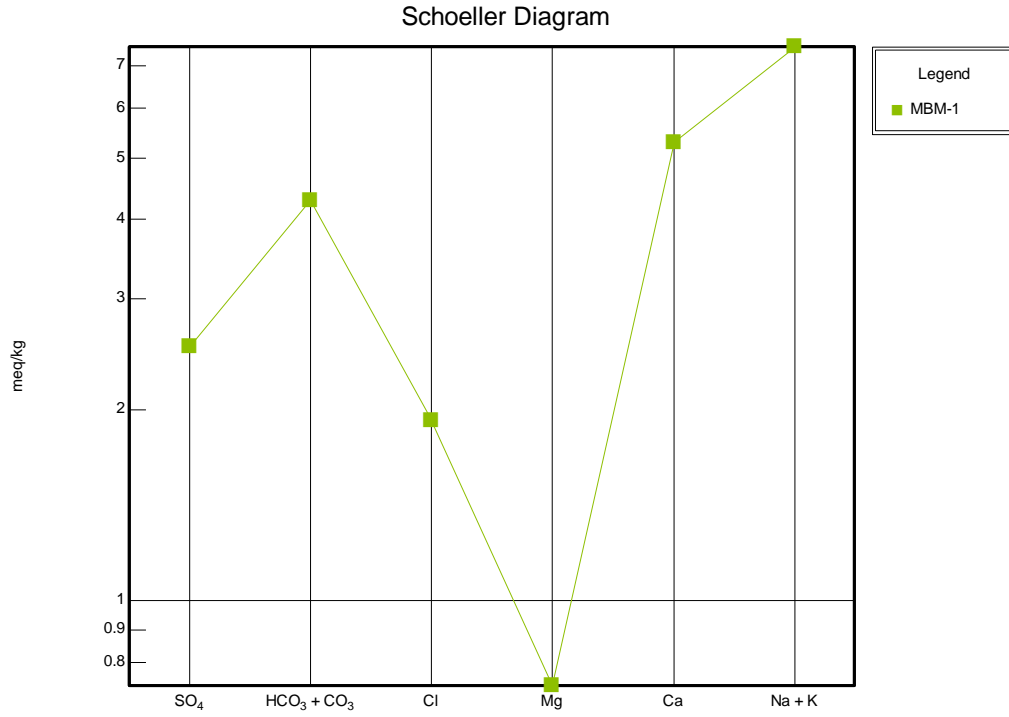


Şekil 4.38 Bahçeburun (Milas) civarının genelleştirilmiş jeolojik haritası (M.T.A. Aydın N19 paftasından alınmıştır).

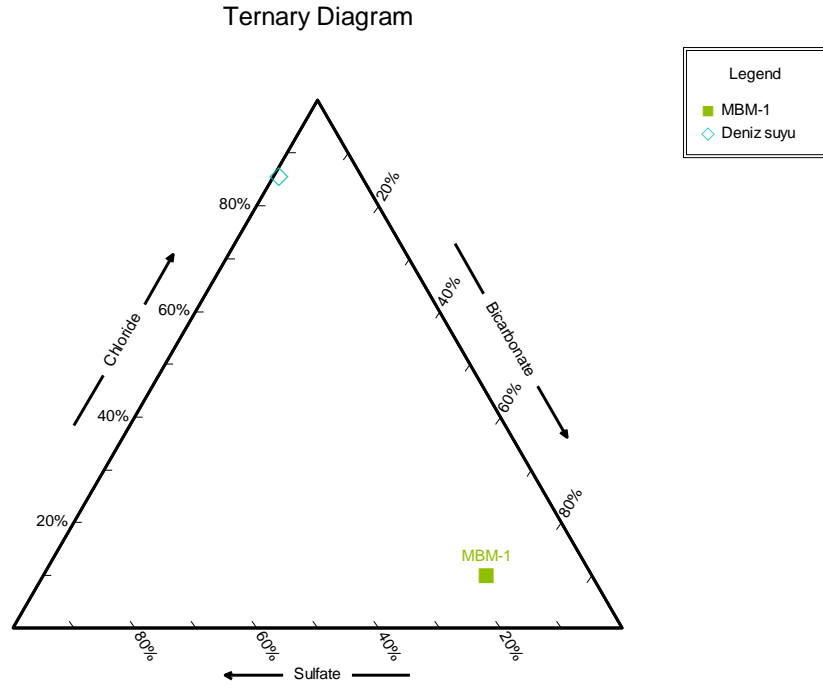
4.5.2 Su Kimyası

Bu kaynağın su sıcaklığı 14 °C olarak ölçülmüş olup toplam çözünmüş katı madde miktarı 1033 ppm, EC'si 1430 µs/cm olarak bulunmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre su Na-

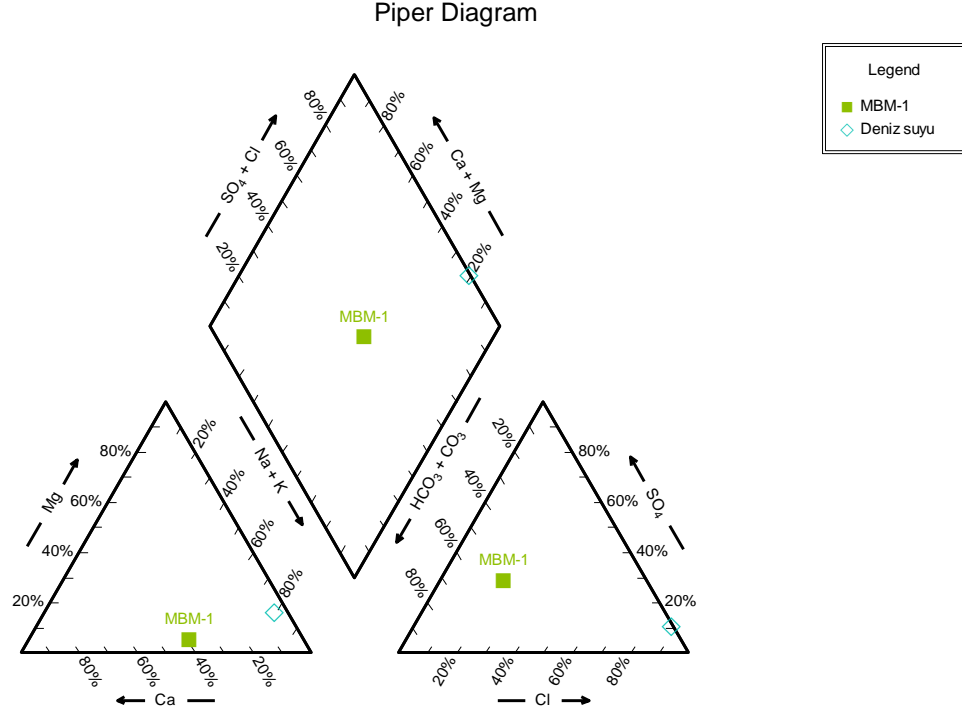
HCO₃-SO₄ tipindedir (Şekil 4.39, 4.40 ve Şekil 4.41). Bu haliyle MBM-1 kaynağı oldukça düşük çözünmüş madde içeren mineralli su özelliğindedir.



Şekil 4.39 Bahçeburun MBM-1 kaynağından alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.40 Bahçeburun MBM-1 kaynağından alınan su örneğine ait üçgen diyagram.



Şekil 4.41 Bahçeburun MBM-1 kaynağından alınan su örneğinin Piper diyagramı.

4.6 Bozhöyük (Yatağan)

Yatağan'ın Bozhöyük beldesi yakınında bulunan jeotermal alan tarihte bir mesire yeri ve kaplıca olarak kullanılmıştır (Şekil 4.42-4.45). Ancak günümüzde bu sıcak su kaynağı kurumuş, alan mesire yeri olma özelliğini yitirmiştir. Burası yakındaki Bağyaka köyüne ithafen Bağyaka jeotermal sahası olarak da anılmaktadır. Sahada bulunan bir adet sondaj kuyusundan üretilen su "Gökova Maden Suyu" isimli firma tarafından maden suyu olarak şişelenmekte ve satılmaktadır (Şekil 4.46-4.49). Sondaj kuyusu 1990 yılında M.T.A. tarafından açılmış olup derinliği 198 metredir ve 22 l/s debide su artezyen yapmaktadır. Sondaj kuyusundan CO₂ gazı çıkışı olduğu bilinmektedir ve işletme şu anda faaliyetine ara vermiş durumdadır. Sıcaklığı 33.3 °C olarak ölçülen sahada su hem maden suyu hem kaplıca turizminde kullanılabilir özelliklere sahiptir. Suyun kimyasal özelliklerinin yanında çıkış debisi de buna izin vermektedir.



Şekil 4.42 Gökova maden suyu işletmesinin girişi. Sahadaki sondaj kuyusu (YBS-1) beyaz kapılı yapı içindedir.



Şekil 4.43 Gökova maden suyu işletmesi tesisleri.



Şekil 4.44 Eskiden termal hamam olarak kullanılan yapı.



Şekil 4.45 Eskiden Bozhöyük'te kaplıca olarak kullanılan bugün kurumuş olan kaynak yeri.



Şekil 4.46 Bozhöyük YBS-1 sondaj kuyusu.



Şekil 4.47 Bozhöyük YBS-1 sondaj kuyusunun içi. Kuyudan zehirli gaz çıkışı olduğundan içine girilememiştir.



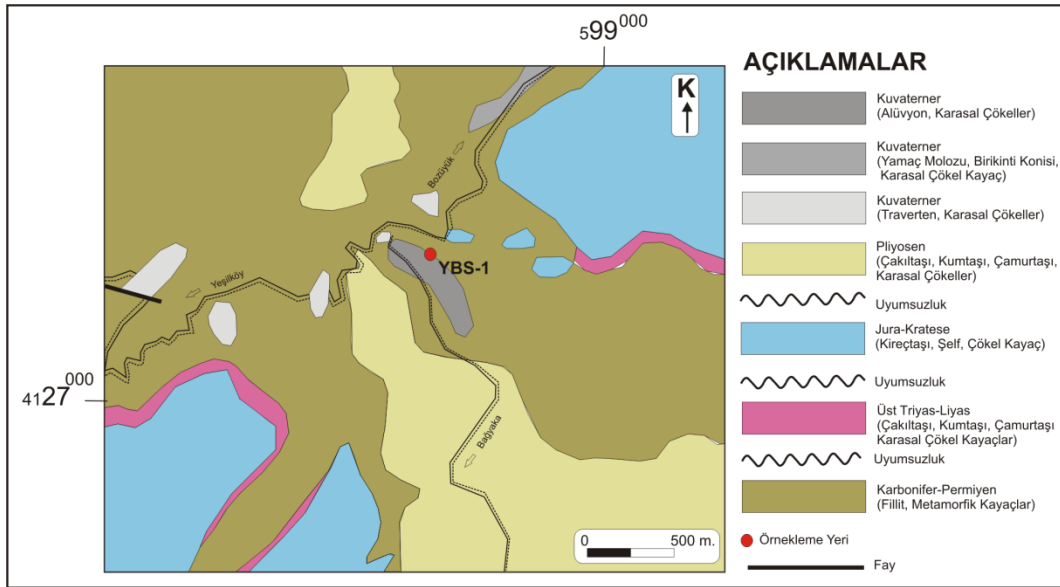
Şekil 4.48 Bozhöyük YBS-1 sondaj kuyusunun içi.



Şekil 4. 49 YBS-1 sondaj kuyusunun yan duvarından çıkan boru üzerindeki musluktan su örneklemesi ve fizikokimyasal parametre ölçümleri yapılmıştır.

4.6.1 Jeoloji

Bozhöyük alanı Aydın N20a4 paftasında yüzeylenmektedir (Şekil 4.50). Alandaki en yaşlı birimleri Karbonifer-Permiyen yaşlı fillitik bileşimli kayalar oluşturur. İstif, Üst Triyas-Liyas yaşlı karasal özellikler gösteren çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan kayalarla uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Şelf özelliği gösteren Jura-Kratase yaşlı kireçtaşları tüm istifi uyumsuz olarak üzerler. Birim karasal özellikler sunan Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ile devam eder ve Kuvaterner yaşlı traverten, yamaç molozu, birikinti konisi ve alüvyon çökeller ile örtülür. Alandaki sondaj kuyusu Kuvaterner yaşlı karasal çökeller içindedir.

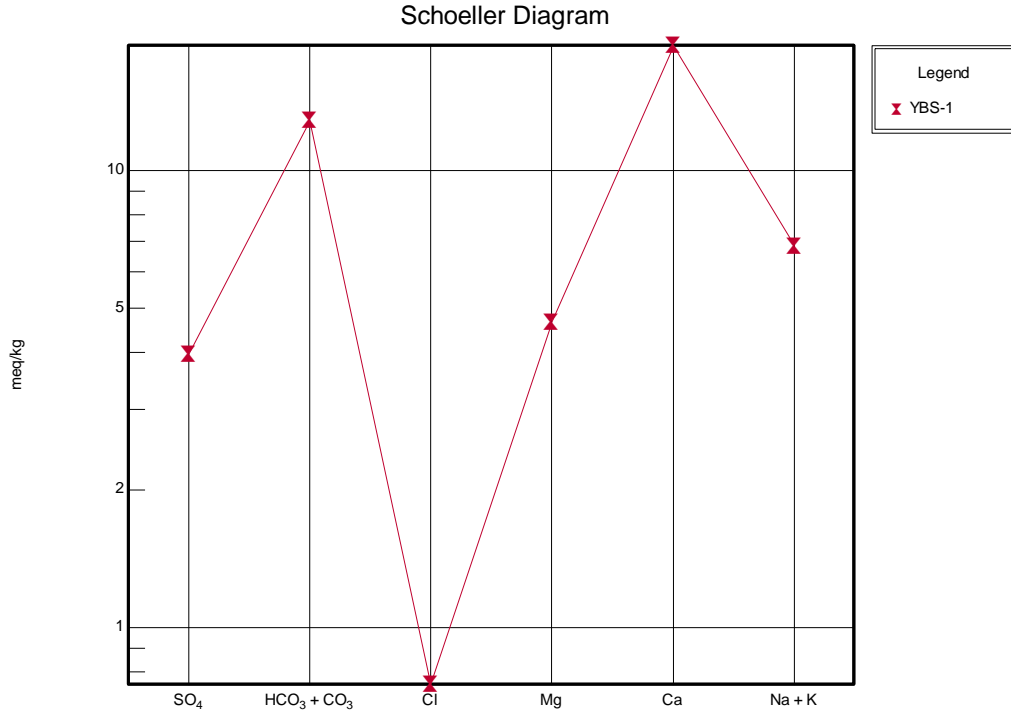


Şekil 4.50 Bozhöyük (Yatağan) bölgesinin genelleştirilmiş jeolojik haritası (M.T.A. Aydın N20 paftasından alınmıştır).

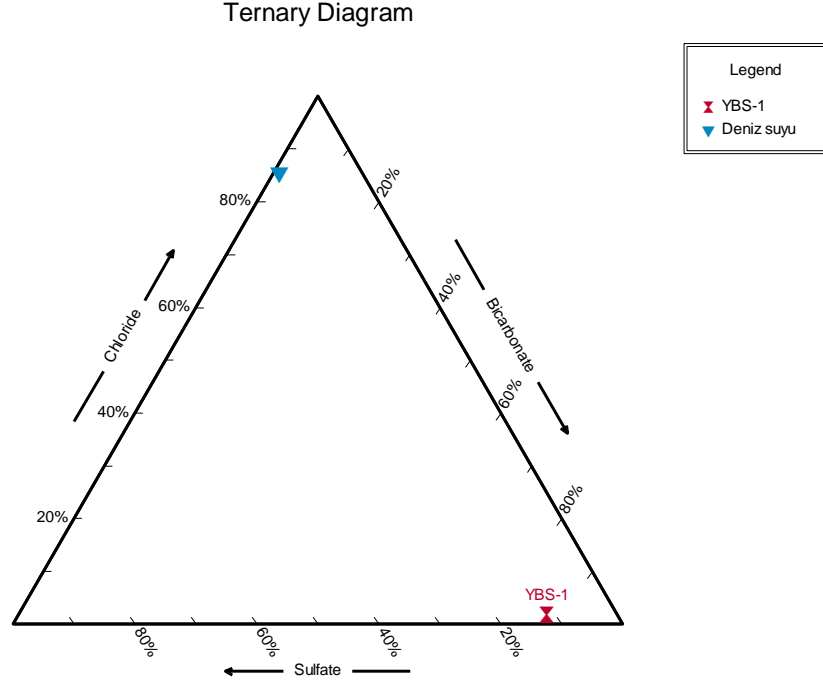
4.6.2 Su Kimyası

Bozhöyük sahasında bulunan sondaj kuyusundaki (YBS-1) su sıcaklığı 33.33 °C olarak ölçülmüş olup toplam çözülmüş katı madde miktarı 2299 ppm, EC 2240 µs/cm olarak bulunmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Ca-HCO₃ tipinde olduğu görülen suda

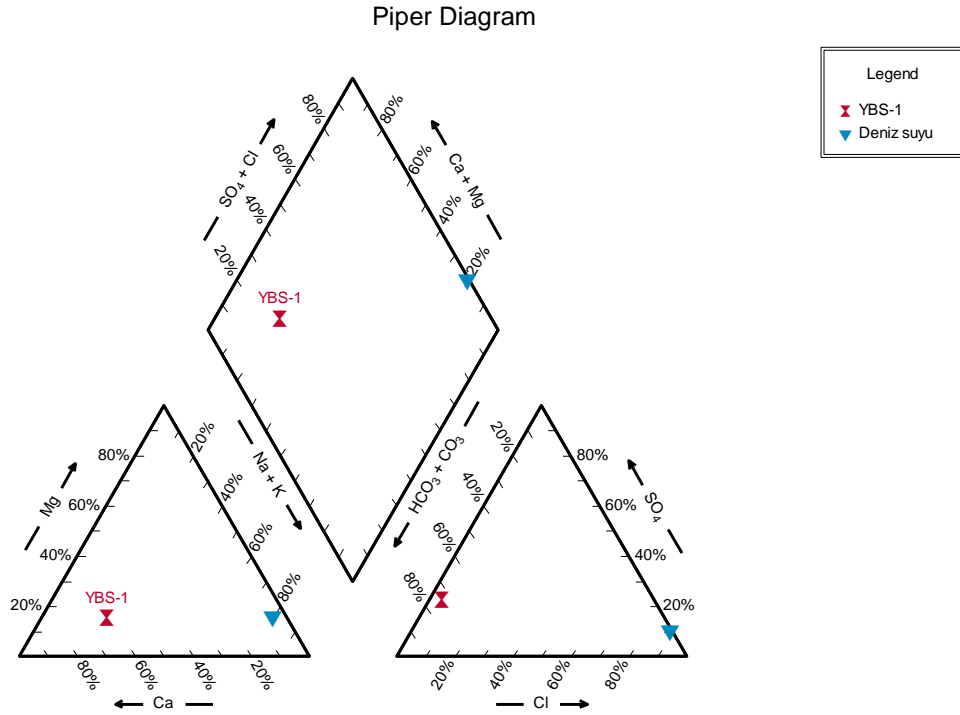
herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.51, Şekil 4.52 ve Şekil 4.53). Yapılan jeotermometre hesapları değerlendirildiğinde Fournier (1977)'ye göre 100 °C civarında, Fournier ve Potter'a (1982) göre ise 180 °C civarında bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir. Akışkan mineral dengesi jeotermometre hesabı ise 40 ile 130 °C bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.54).



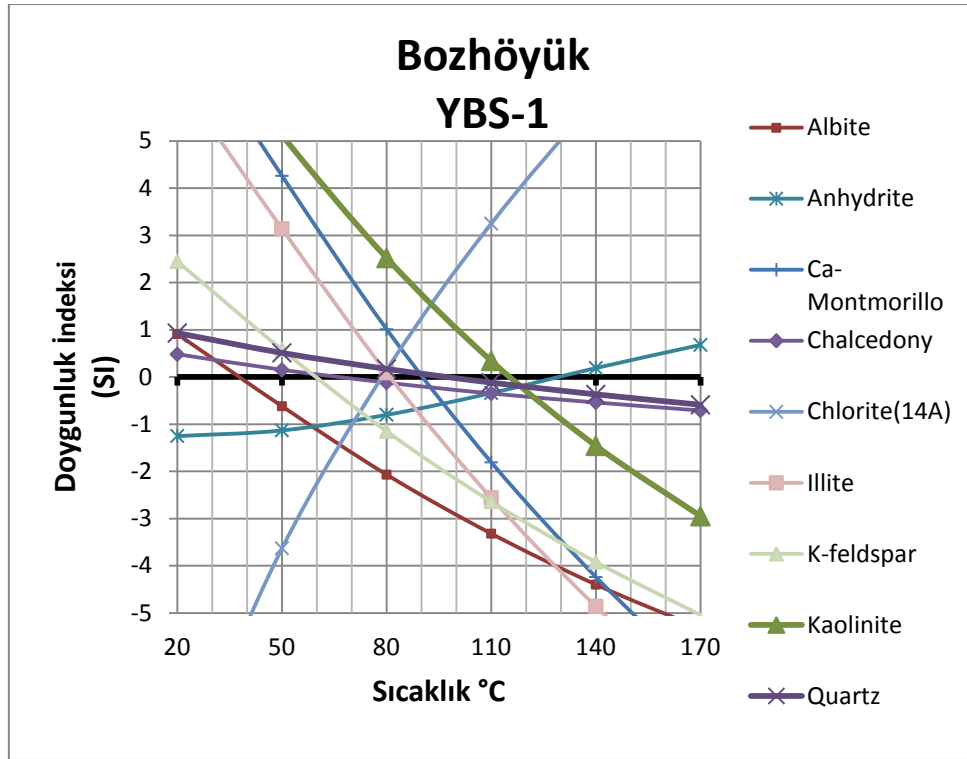
Şekil 4.51 Bozhöyük YBS-1 sondaj kuyusundan alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.52 Bozhöyük YBS-1 sondajından alınan su örneğine ait üçgen diyagram.



Şekil 4.53 Bozhöyük YBS-1 sondajından alınan su örneğine ait Piper diyagramı.



Şekil 4.54 Bozhöyük YBS-1 sondajının doygunluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

4.7 Hacıbayramlar–Hisarardı (Yatağan)

Hacıbayramlar–Hisarardı sahası, Yatağan ilçe merkezinin yaklaşık 11 km kuzeybatısındadır. Hacıbayramlar köyü Genekler mahallesinde bulunan iki adet mineralli su kaynağı (YHM-1 ve YHM-2) birbirine yaklaşık 10 m uzaklıkta konumlanmaktadır ve köy sakinleri bu kaynaklardan çıkan suyun içine boşalabileceği bir havuz yaptırmışlardır (Şekil 4.55-4.57). Şifalı olarak kabul edilen kaynaklar özellikle yaz günlerinde banyo yapmak için kullanılmaktadır. Kaynaklardan kabarcıklar halinde gaz çıkışları gözlenmektedir. Yerel halk sabah bu kaynaktan banyo yaptıktan sonra dinlenmenin çok keyifli olduğunu belirtmektedir.

Hisarardı köyünde bulunan yaklaşık 100 metrelik sondajlardan halkın sodalı su diye tabir ettikleri su geldiği ve kuyuların çoğunun artezyen yaptığı bilinmektedir. Hisarardı köyündeki sondaj sularında yapılan fizikokimyasal ölçümler göz önünde bulundurularak, toplam çözünmüş madde miktarı en yüksek iki kuyudan su örnekleri alınmıştır. Köyün güneyinde, mezarlık yakınlarındaki bu kuyular artezyen kuyulardır ve sular aktıkları yerde kırmızımsı

kahverenkli bir iz bırakmaktadırlar (Şekil 4.58-4.60). Birbirine yaklaşık 100 m uzaklıkta bulunan YHS-1 ve YHS-2 kuyularının derinlikleri sırası ile 76 ve 43 metredir. Kuyular yaklaşık 1.5-2.0 l/s debide artezyen yapmasına rağmen 4-5 l/s civarında verim elde etmek amacı ile içlerine dalgıç pompa indirilmiş vaziyettedir.

Bu sahada, Yava köyü Kayırlı mevkiinde mineralli su olduğu bilinmektedir ancak yüksek yağışlar nedeniyle nehir suları altında kaldığından örnek alınamamış ve bu envanter çalışmasına kaydedilememiştir.



Şekil 4.55 Hacıbayramlar YHM-1 kaynağı. Ölçümlerin yağış altında yapılması.



Şekil 4.56 Hacıbayramlar YHM-1 kaynağında ölçümler.



Şekil 4.57 Hacıbayramlar YHM-2 kaynağının yakından görünümü. Gaz kabarcıkları gözlenmektedir.



Şekil 4.58 Hisarardı YHS-1 sondaj kuyusu.



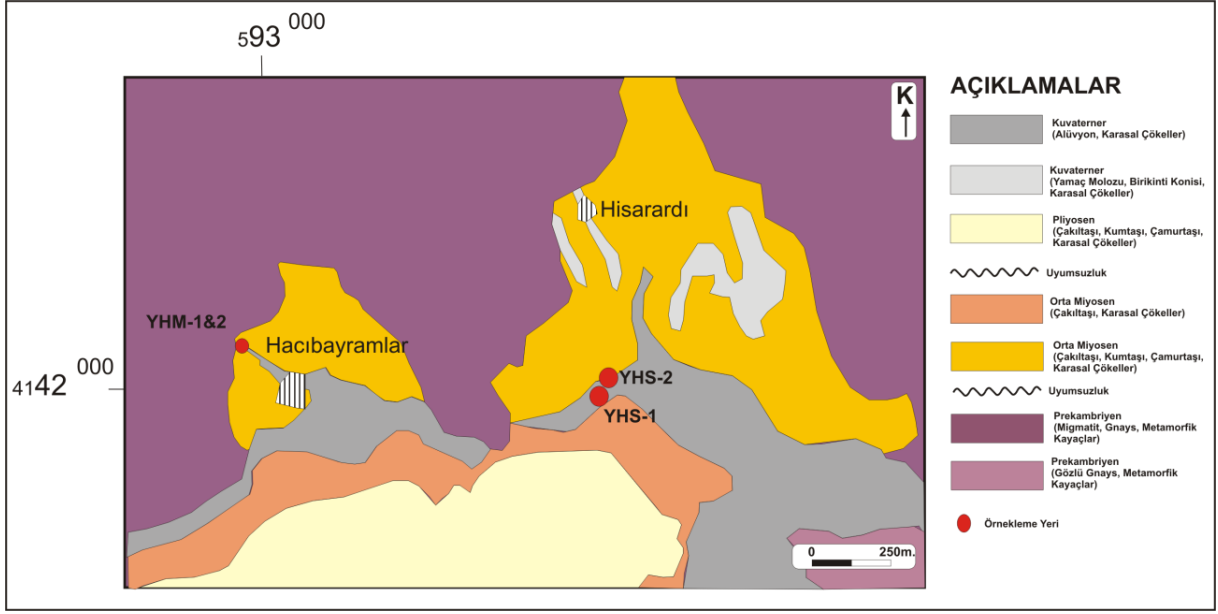
Şekil 4.59 Hisarardı YHS-1 kuyu başının yakından görünümü. Kuyu devamlı artezyen yapmaktadır. Çatalla desteklenen hortumla su dışarı edilmektedir.



Şekil 4.60 YHS-2 sondaj kuyusu. Bu kuyu da devamlı artezyen yapmaktadır ve borudan tahliye edilmektedir.

4.7.1 Jeoloji

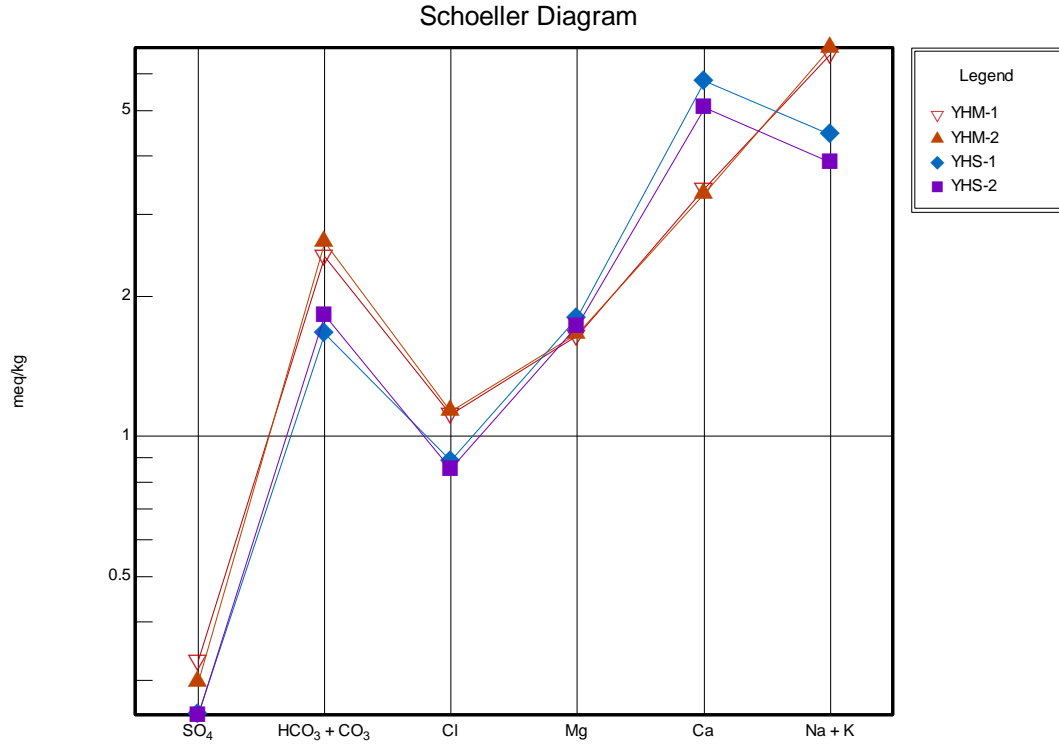
Hacıbayramlar-Hisarardı alanı Aydın N20a1 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.61). Hacıbayramlar'da yüzeylenen mineralli su örnekleri, köyün yaklaşık 200 m kuzeybatısında, sondaj kuyuları ise Hisarardı'nın 500 m güneyinde yüzeylenmektedir. İnceleme alanındaki temel birimleri migmatit, gnays ve gözlü gnayslardan meydana gelen Prekambriyen yaşlı kayalar oluşturmaktadır. İstif Orta Miyosen yaşlı karasal özellikler sunan çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından meydana gelen kırıntılı bir istif uyumsuz olarak üzerlenir. Pliyosen yaşlı karasal çökellerden meydana gelen çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı istifi uyumsuz olarak üzerler. Tüm istif inceleme alanında Kuvaterner yaşlı karasal özellikler sunan yamaç molozu, birikinti konisi ve alüvyon çökeller ile devam eder. İnceleme alanında gözlenen mineralli sular ve sondaj kuyuları Kuvaterner yaşlı karasal çökel özelliğindeki birim içinde yüzlek vermektedir (Şekil 4.61).



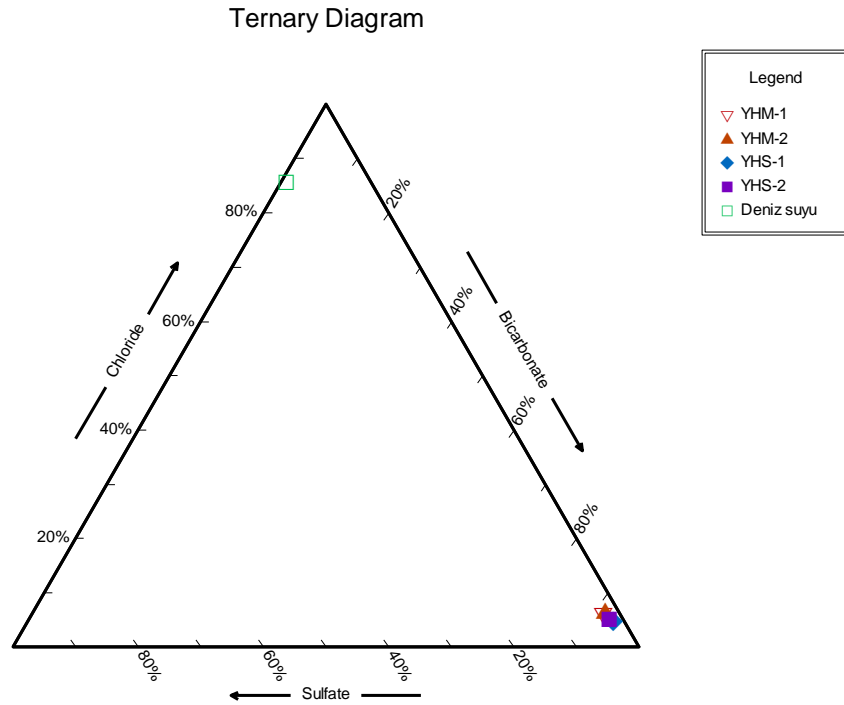
Şekil 4.61 Hacibayramlar ve Hisarardı (Yatağan) bölgelerinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Aydın N20 paftasından alınmıştır).

4.7.2 Su Kimyası

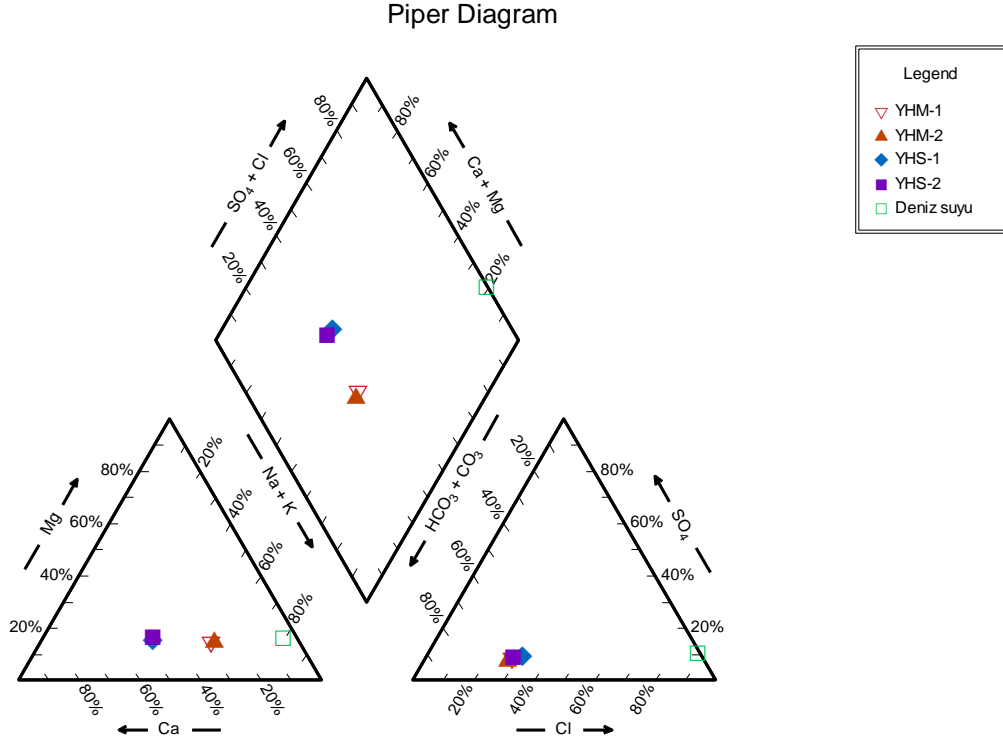
Sahadaki kuyu ve kaynak sularının sıcaklığı 18-19 °C olarak ölçülmüş olup toplam çözünmüş katı madde miktarı 850 ile 970 ppm arasında, EC değerleri ise 956 ile 1071 $\mu\text{s}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Hacibayramlar kaynakları (YHM-1 ve YHM-2) Na-HCO₃ tipindeyken Hisarardı sondajlarından gelen sular (YHS-1 ve YHS-2) Na-Ca-HCO₃ tipindedir ve sulara herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.62 – 4.64). Hacibayramlar ve Hisarardı suları kimyasal bakımdan birbirine benzer sulardır.



Şekil 4.62 Hacıbayramlar–Hisarardı sahasından alınan su örneklerinin (YHM-1, YHM-2, YHS-1, ve YHS-2) Schoeller diyagramı.



Şekil 4.63 Hacıbayramlar–Hisarardı sahasından alınan su örneklerinin (YHM-1, YHM-2, YHS-1, ve YHS-2) üçgen diyagramı.



Şekil 4.64 Hacıbayramlar–Hisarardı sahasından alınan su örneklerinin Piper diyagramı.

4.8 Mesken (Yatağan)

Yatağan ve Kavaklıdere ilçelerinin sınırında bulunan Mesken köyü, Yatağan ilçe merkezinin 18 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Gökçay Deresi üzerinde Çakıroğlan Değirmeni mevkiinde (köyün yaklaşık 500 m kuzeyi) bulunan kaynaklar derenin iki yanında karşılıklı olarak konumlanmıştır (Şekil 4.65 ve Şekil 4.66). YMM-1'in sıcaklığı 10.02 °C'dir ve halk tarafından bazı cilt hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Kaynayan çamur görünümünde olan bu kaynaktan yer yer kabarcıklar halinde gaz çıkışları da gözlemlenmektedir. Derenin karşı tarafında, değirmenin yanında bulunan kaynak ise (YMM-2) daha çok içimi hoş olarak bilinmekte ve hazımsızlığa iyi geldiği söylenmektedir (Şekil 4.67 ve Şekil 4.68). Kaynak suyunun sıcaklığı 16.40 °C'dir. Bu kaynakların bulunduğu yere yol bulunmamakta ancak patikalardan yürüyerek ulaşılabilir. Doğal güzelliği açısından da değerli bir yürüyüş (trekking) güzergahı olma özelliğindedir.



Şekil 4.65 Mesken YMM-1 kaynağının Gökçay deresinin karşı yakasından çekilmiş fotoğrafı.



Şekil 4.66 Mesken YMM-1 kaynağının yakından görünüşü.



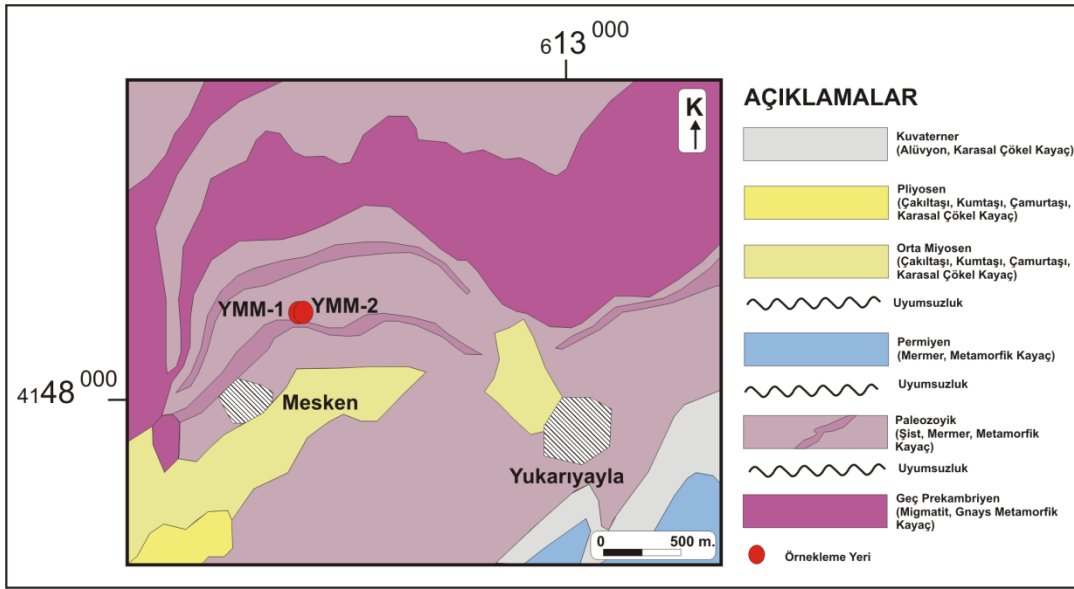
Şekil 4.67 Mesken YMM-2 kaynağı.



Şekil 4.68 YMM-2 kaynağının yakından görünüşü.

4.8.1 Jeoloji

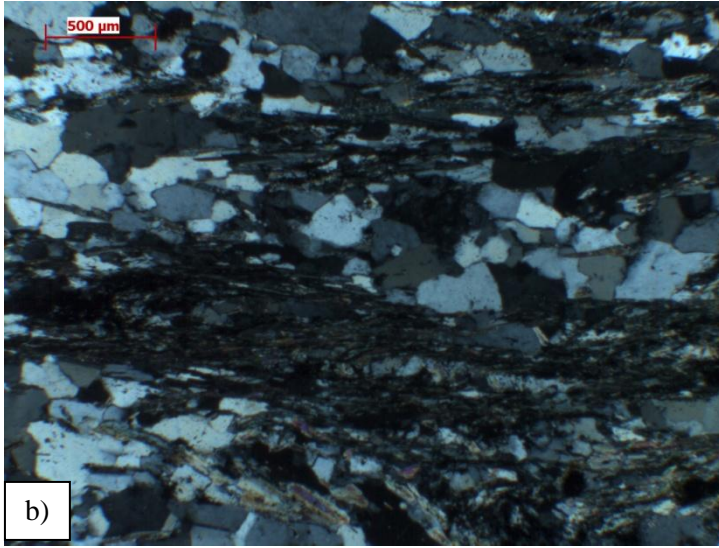
Mesken sahası Aydın N20b1 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.69). Mineralli su kaynakları Mesken köyünün 500 m kuzeydoğusunda yüzeylemektedir. Alandaki temel birimler migmatit, gnaysik kayaçlardan oluşan Geç Prekambriyen yaşlı kayaçlardır. Birim uyumsuz olarak Paleozoyik yaşlı şist ve mermerlerden oluşan kayaçlarla üzerlenir. İstif uyumsuz olarak Permiyen yaşlı mermer ile devam eder ve uyumsuz olarak Orta Miyosen yaşlı karasal özellikler gösteren çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ile üzerlenir. Pliyosen yaşlı karasal çökeller çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ile başlar ve Kuvaterner yaşlı karasal çökeller ile devam eder. İnce kesit çalışmalarında yüzey kayaç örneği klorit-disten-muskovit şist olarak değerlendirilmiştir ve kaynak oluşumları çatlak kontrollü olarak gelişmiştir.



Şekil 4.69 Mesken (Yatağan) sahasının genelleştirilmiş jeolojik haritası (M.T.A. Aydın N20 paftasından alınmıştır).

Mesken sahasında Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçlardan alınan örnekler mika disten şist ve mermer olarak adlandırılmıştır. Mika şist makroskobik olarak koyu gri renkli, ince taneli foliasyona sahip bir kayaçtır. Mikroskobik olarak incelendiğinde kayacın yapraksı muskovit, klorit, disten ve poligonal kuvars ve K-feldispat minerallerinden meydana geldiği gözlenmektedir (Şekil 4.70).

Aynı sahadan derlenen mermer örneği sarımsı bej renklidir ve imbrike kalsit damarları içermektedir (Şekil 4.71a). İnce kesitte de kayacın ince taneli granoblastik poligonal karbonat mineralleri ve iri taneli porfiroblastik karbonattan oluşan iki farklı karbonat dokusu içerdiği görülmektedir. İri taneli kısımda kalsit mineralinde dilinim yüzeylerinde eğilme bükülme ve dalgalı sönmeye rastlanmaktadır. Bu dokular kayacın deformasyona maruz kaldığını göstermektedir (Şekil 4.71b).



Şekil 4.70 Mesken (Yatağan) lokasyonundan derlenen mika şistin a) el örneği ve b) ince kesit görüntüsü (çift nikol).

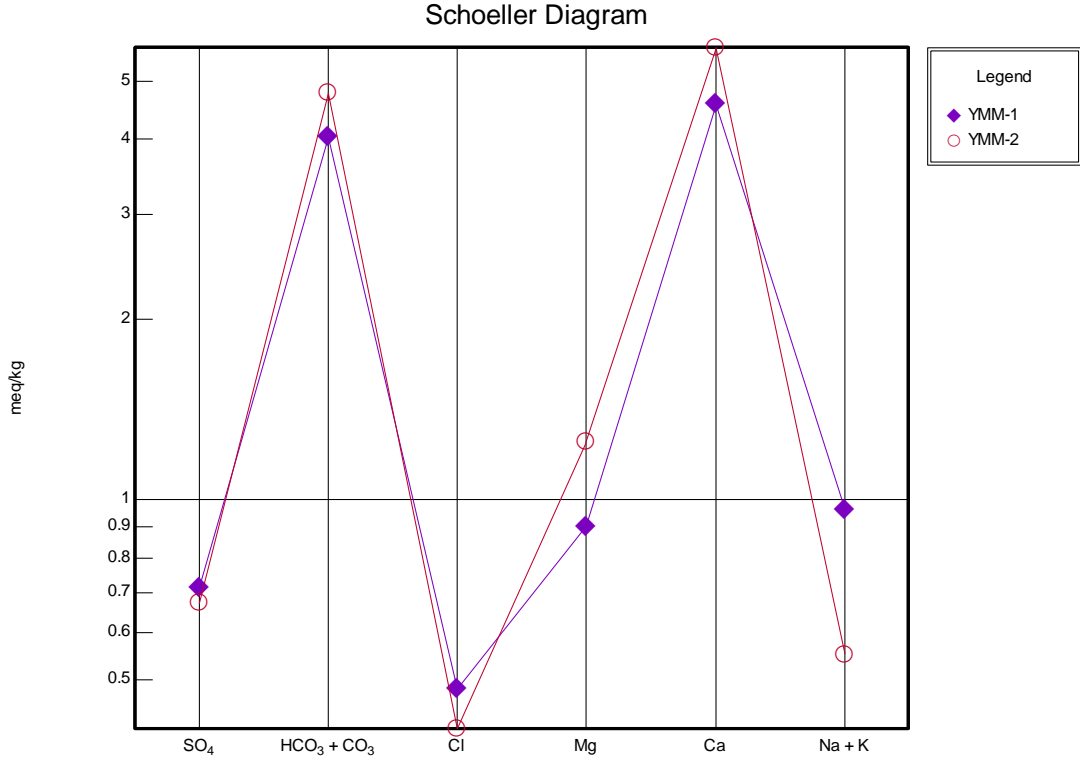


Şekil 4.71 Mesken (Yatağan) lokasyonundan derlenen mermerin el örneği (a) ve fotomikrografı (b) (çift nikol).

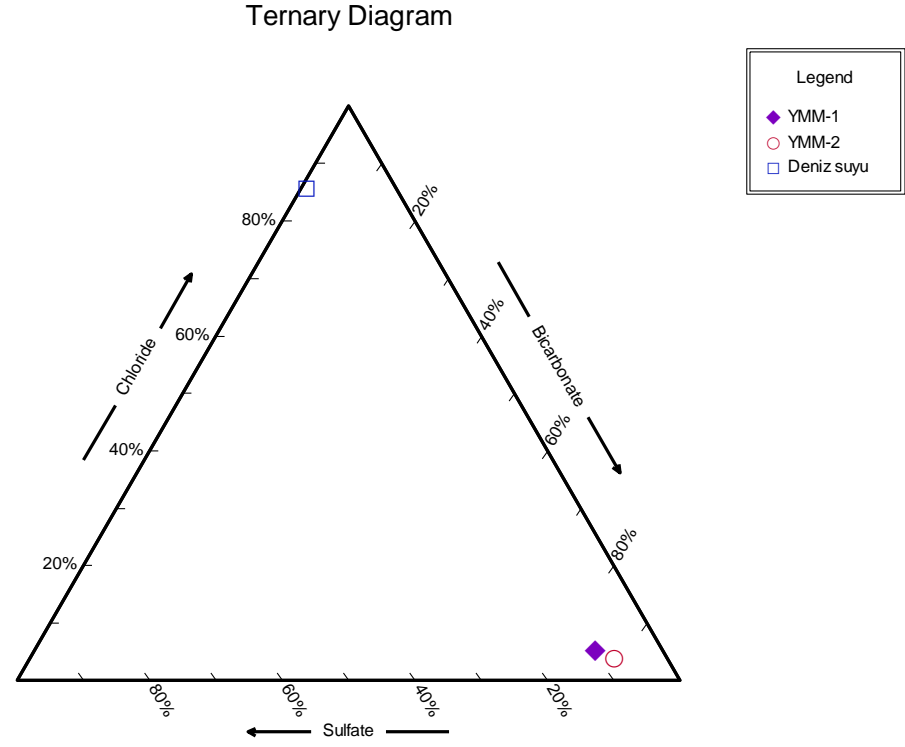
4.8.2 Su Kimyası

YMM-1 ve YMM-2 kaynaklarının ölçülen sıcaklıkları sırasıyla 10.02 °C ve 16.40 °C olup toplam çözülmüş katı madde miktarları 500 ppm civarındadır. YMM-1 kaynağının EC'si 578 µs/cm, YMM-2'nin EC'si ise 673 µs/cm'dir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Ca-HCO₃

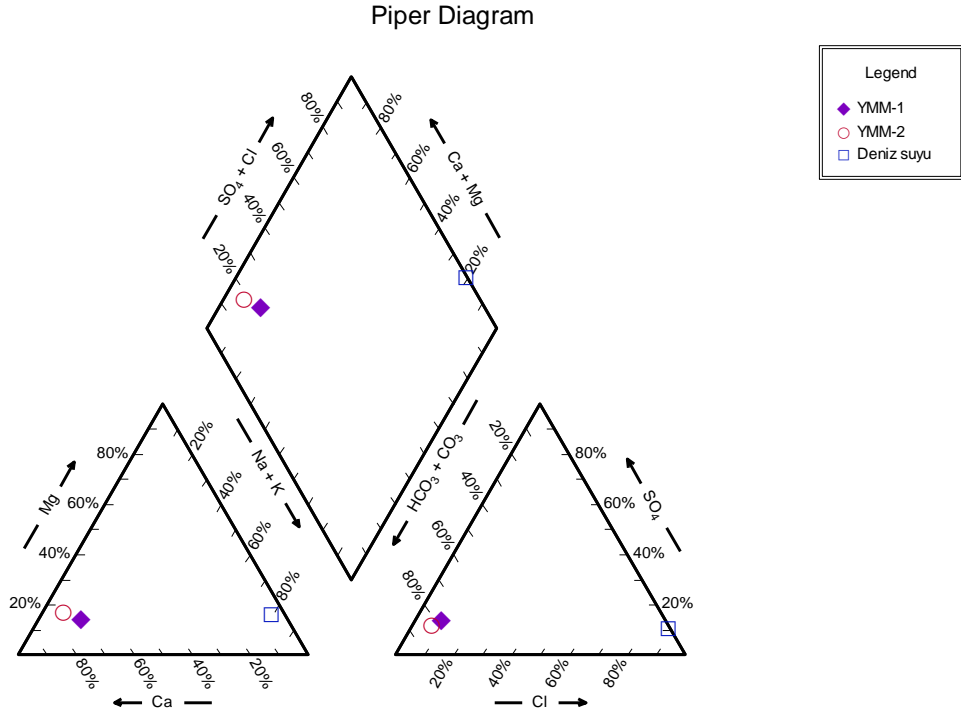
tipinde olduğu görülen sularda herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.72). Mesken kaynak suları kimyasal özellikleri birbirine çok yakındır ve bu özellikler itibariyle Muğla'nın iç suları kategorisine girmektedir (Şekil 4.73 ve Şekil 4.74). Kaynaklardan YMM-1'den gaz çıkışı gözlenirken diğerinden gözlenmemektedir. Kimyasal özellikleri bu kadar benzemesine rağmen halk arasında kaynaklardan biri (YMM-1) cilt hastalıklarına iyi geldiği için kullanılmakta, diğerinin (YMM-2) ise içimi hoş olduğu bilinmektedir.



Şekil 4.72 Mesken kaynaklarından alınan su örneklerinin (YMM-1 ve YMM-2) Schoeller diyagramı.



Şekil 4.73 Mesken kaynaklarından alınan su örneklerinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.74 Mesken kaynaklarından alınan su örneklerinin Piper diyagramı.

4.9 Kapubağ (Yatağan)

Yatağan ilçe merkezinin 5 km güneybatısında, Yatağan–Bağyaka karayolu üzerinde bulunan Kapubağ köyü yakınlarında Mustafa Ünal'a ait arazideki 50 metrelik sondajdan sodalı özellikte sıcaklığı 15.50 °C olan su çıkmaktadır (Şekil 4.75-4.77). Kuyudan kabarcıklar halinde gaz çıkışı da gözlenmiştir. Mustafa Ünal'ın 3-4 yıl önce zeytin tarlası ve bağ evi için kullanma suyu temin etmek amacıyla inşa ettirdiği sondaj kuyusunda, 45 m derinlikte 3-4 l/s debide su verecek kapasitede dalgıç pompa bulunmaktadır. Kuyudaki statik su seviyesi 7-8 metredir.



Şekil 4.75 Kapubağ köyünde MKS-1 kuyusunun bulunduğu zeytin tarlası. Kuyu evin arka tarafında kalmaktadır.



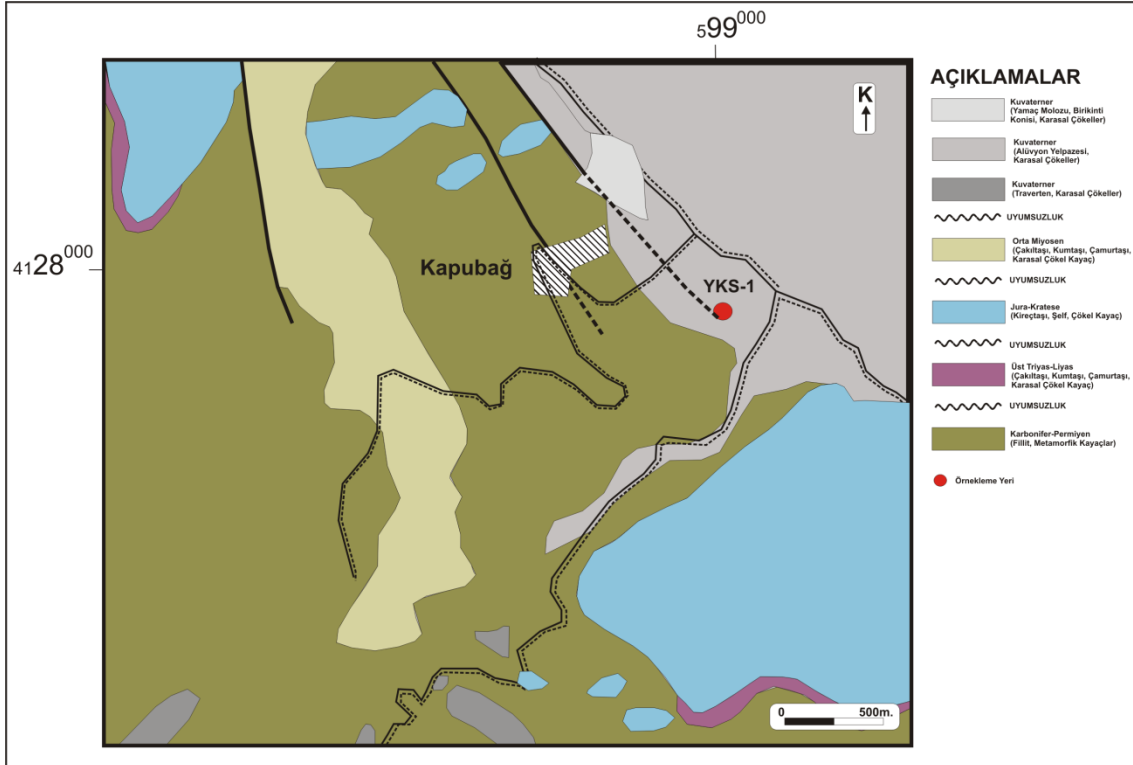
Şekil 4.76 Kapubağ MKS-1 sondajı.



Şekil 4.77 Kapubağ MKS-1 sondajı kuyu başının yakın görünümü.

4.9.1 Jeoloji

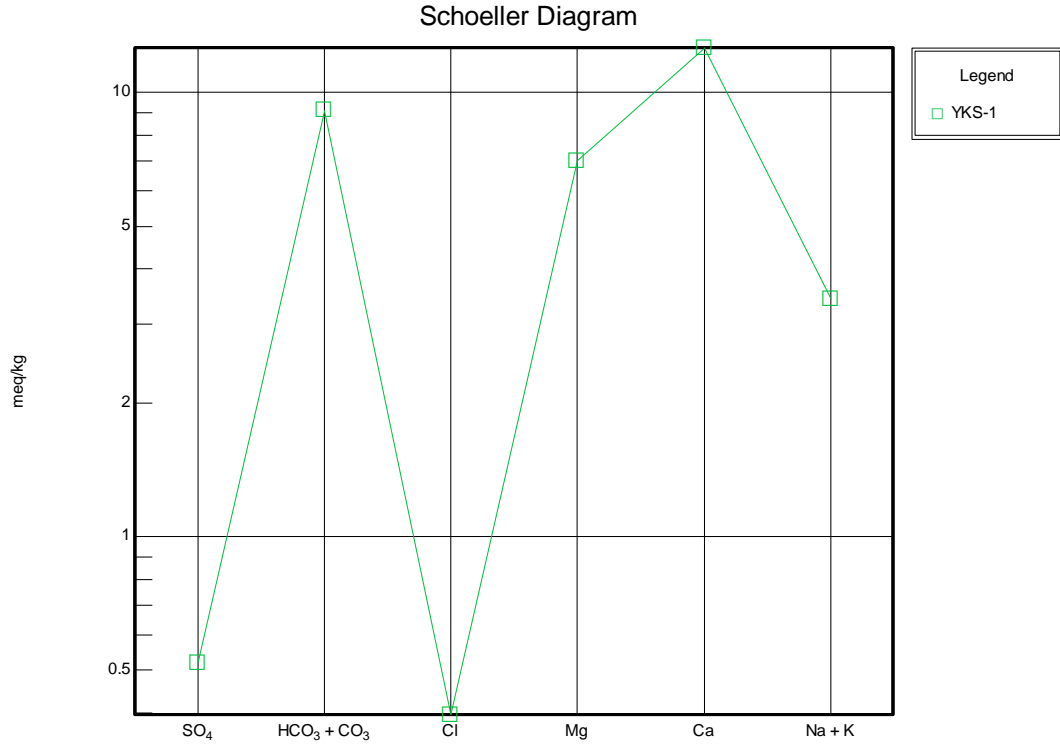
Kapubağ alanı Aydın N20a4 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.78). Alandaki MKS-1 sondaj noktası Kapubağ köyünün 800 m güneydoğusundadır. Çalışma alanındaki temel birimleri Karbonifer-Permien yaşlı fillit özelliği sunan metamorfizma gösteren meta-pelitik kayalar oluşturur. İstif uyumsuz olarak Üst Triyas-Liyas yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından meydana gelen karasal özellik gösteren transgresif bir istifte üzerlenir. Birim, Jura-Kratese yaşlı şelf özelliği gösteren kireçtaşları ile uyumsuz olarak üzerlenir. Orta Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından oluşan transgresif bir seri istifi uyumsuz olarak üzerler. Kuvaterner yaşlı karasal özellik sunan traverten, alüvyon yelpazesi, yamaç molozu, birikinti konileri inceleme alanındaki en genç birimleri oluştururlar. Bölgede birbirine bağlı olarak gelişen kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu normal faylar gözlenmektedir. Jeotermal amaçlı açılan sondaj noktası, KB-GD doğrultulu fay hattı boyunca açılmış olup, jeotermal su çıkışı fay-kırık kontrollü olarak gelişmiştir.



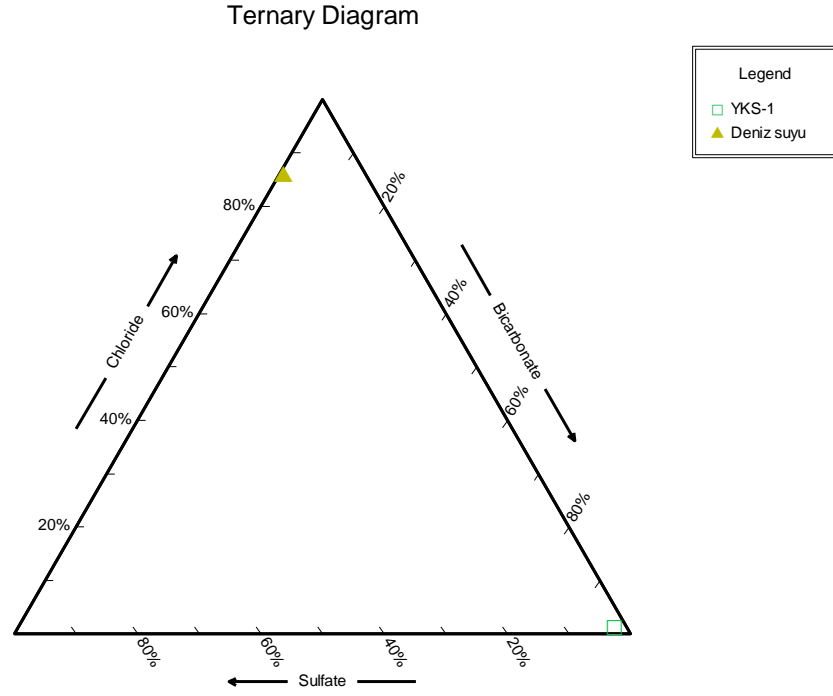
Şekil 4.78 Kapubağ (Yatağan) alanının jeoloji haritası (M.T.A. Aydın N20 paftasından alınmıştır.)

4.9.2 Su Kimyası

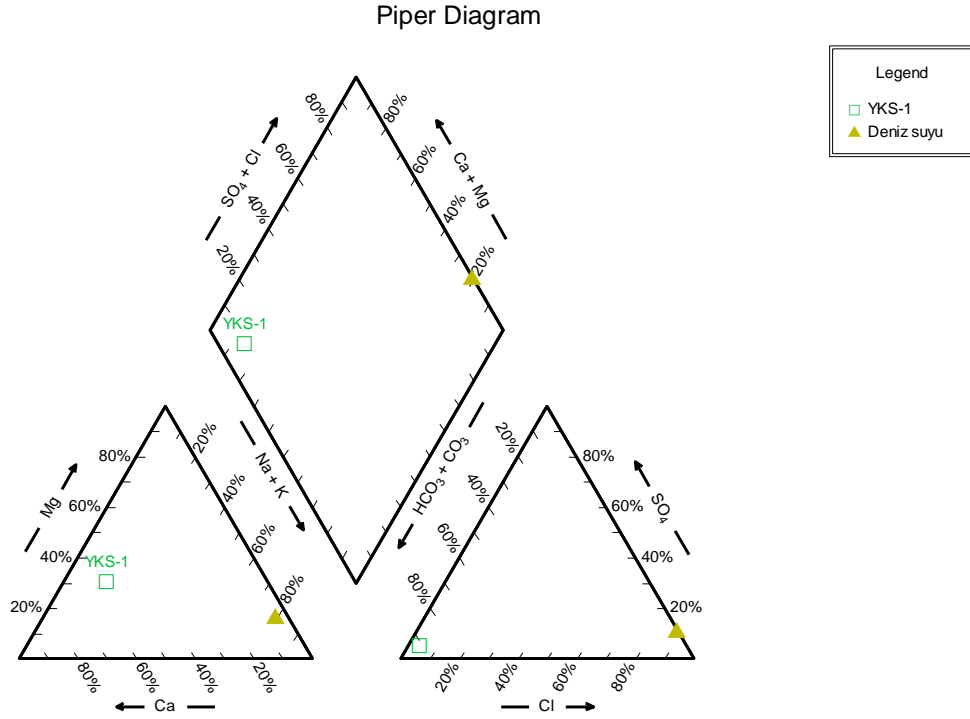
Bu kuyudaki su sıcaklığı 15.5 °C olarak ölçülmüş olup toplam çözünmüş katı madde miktarı 1741 ppm, EC'si 1765 $\mu\text{s}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Ca-HCO₃ tipinde olduğu görülen suda herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.79-4.81).



Şekil 4.79 Kapubağ YKS-1 sondaj kuyusundan alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.80 Kapubağ YKS -1 sondaj kuyusundan alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.81 Kapubağ YKS -1 sondajından alınan su örneğinin Piper diyagramı.

4.10 Mentеше (Kavaklıdere)

Kavaklıdere ilçesinde Çamlıbel ve Mentеше beldelerinin yakınlarında ormanlık arazi içinde bulunan sahada gaz çıkışları gözlenmektedir (Şekil 4.82). Sahada Mehmet Dağ isimli şahıs tarafından bu gazı işletmek üzere ruhsat alınmış ve bazı jeolojik ve jeofizik arama çalışmalarını takiben iki adet sondaj yaptırılmıştır. İlk açılan 310 m derinlikteki kuyudan herhangi bir gaz veya mineralli su elde edilememiştir (Şekil 4.83). İlk kuyunun verileri dikkate alınarak (100 metredeki ani gaz çıkışı ve sondaj sirkülasyon sıvısının kaybı) ikinci kuyu 110 m delinmiş ve mineralli su ve bir miktar gaz çıkışı elde edilmiştir (Şekil 4.84 ve Şekil 4.85). Her iki kuyu da ruhsat sahibi tarafından gaz üretmek amaçlı açılmış ancak işletilebilir bir verim elde edilememiştir. Sahada, bu iki kuyudan önce sulama amaçlı açılmış 90 metrelik bir sondaj kuyusu daha mevcuttur (Şekil 4.86). İçi taş ve toprakla dolmuş ve kullanılmamakta olan bu kuyuda, yeraltı suyunun yüzeye kadar ulaştığı ve gaz çıkışlarının olduğu gözlenmektedir. Ruhsat sahibi sahaya su ve gazı ayrıştırıcı bir sistem kurmuş olmasına rağmen kuyudan yeterince gaz çıkışı olmadığı için bu sistem kullanılmamaktadır (Şekil 4.84). Gaz ve mineralli su üreten 110 metrelik kuyunun üstten 6 metrelik kısmı kapalı boru (175 mm çapında) geri kalanı tabana kadar filtrelidir. Sahada elektrik olmadığı için kuyu başına kurulmuş bir jeneratör ile elektrik ihtiyacı karşılanıp dalgıç pompadan yaklaşık 3.0 l/s verimle su üretilmektedir. Sondajlar açılmadan önce ruhsat sahibi tarafından elektrik rezistivite ölçümleri ve 13 adet gaz çıkışından gaz ölçümlerini kapsayan çalışmalar yaptırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda gazın muhtevasının %90'ın üzerinde CO₂ olduğu belirlenmiştir. Gaz çıkışları akmakta olan derenin tabanından kabarcıklar halinde gözlenmektedir (Şekil 4.82). Dere haricindeki yerlerden de (topraktan) gaz çıkışı muhtemeldir.



Şekil 4.82 Menteşe bölgesi Kalamaz Deresi’nin tabanından çıkan gaz kabarcıklar halinde gözlenmektedir. Sahada topraktan da gaz çıkışı muhtemeldir.



Şekil 4.83 Gaz üretmek amaçlı 310 m derinliğindeki ilk kuyunun görünüşü (Verim alınamayınca işletilmeyerek terk edilmiştir).



Şekil 4.84 Gaz ve mineralli su üretmek amaçlı açılmış KMK-1 sondajı. Yüksek miktarda gaz ve su çıkışı beklendiği için seperatör kurulmuştur ancak kullanılmamaktadır. Kuyu çalıştırıldığında suyla birlikte kuyu başından gaz gelmektedir.



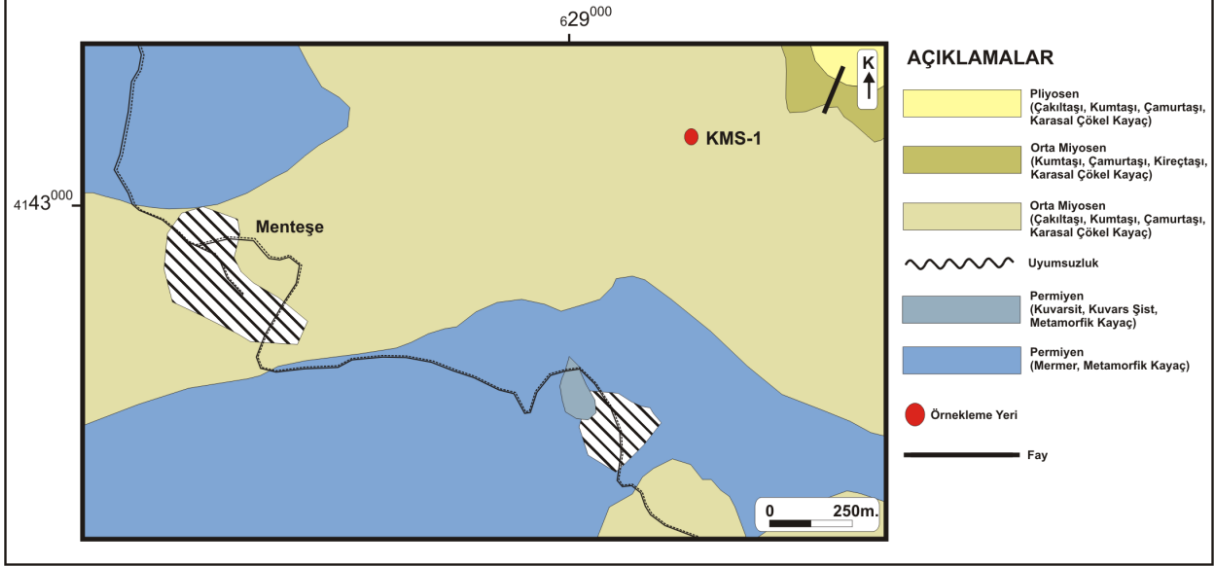
Şekil 4.85 Kavaklıdere KMS-1 kuyusundan örnekleme çalışmaları.



Şekil 4.86 Menteşe sahasında, ilk defa, sulama amaçlı açılmış, 90 m derinliğindeki kuyu ağzında. hava kabarcıkları gözlenmektedir.

4.10.1 Jeoloji

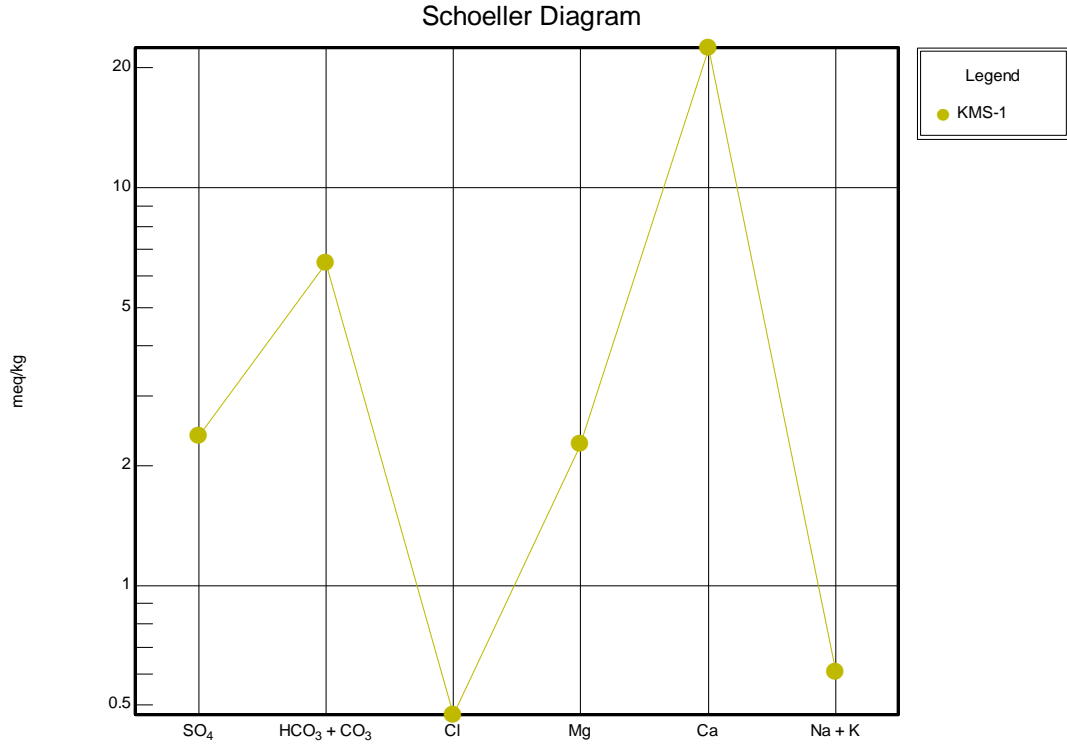
Menteşe alanı Aydın N20b2 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.87). Alandaki jeotermal amaçlı açılan sondaj noktası Menteşe köyünün 3 km kuzeydoğusunda yüzeylemektedir. Alandaki temel birimleri Permiyen yaşlı mermerlerden meydana gelen metamorfik karbonat kayaçları oluşturmaktadır. Birim uyumlu bir dokanak boyunca Permiyen yaşlı kuvarsit, kuvars-şist kayaçlarından oluşan silisiklastik bir istifte geçişlidir. İstif uyumsuz olarak Orta Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşından meydana gelen birimle üzerlenir ve transgresif olarak Pliyosen yaşlı karasal özellik gösteren çakıltaşı, kumtaşı çamurtaşı ile devam eder. Alandaki jeotermal amaçlı açılan sondaj kuyusu, Orta Miyosen yaşlı karasal çökellerde açılmış olup olasılıkla yüzeyde gözlenen fay sistemine bağlı bir sistemden beslenmektedir.



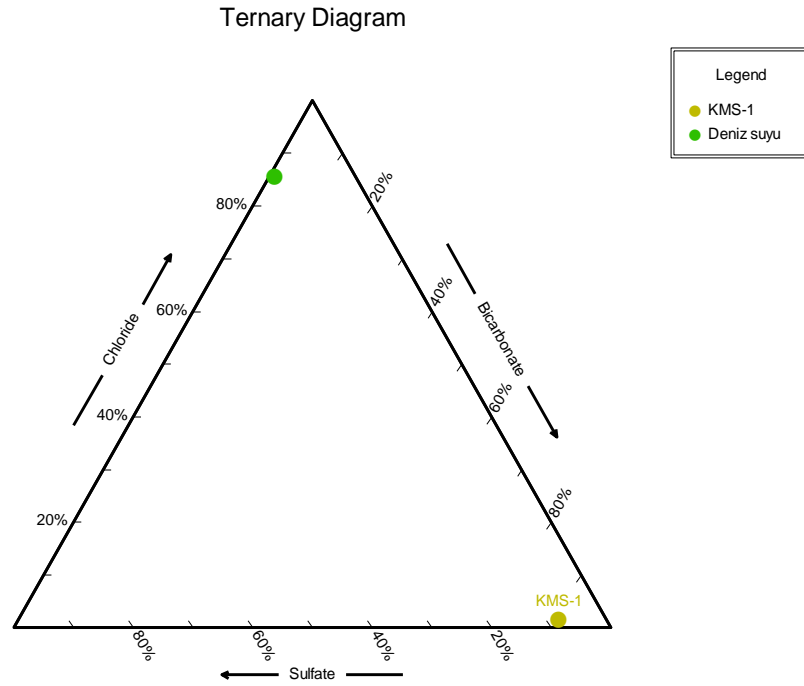
Şekil 4.87 Menteşe (Kavaklıdere) bölgesinin jeoloji haritası (M.T.A. Aydın N20 paftasından alınmıştır).

4.10.2 Su Kimyası

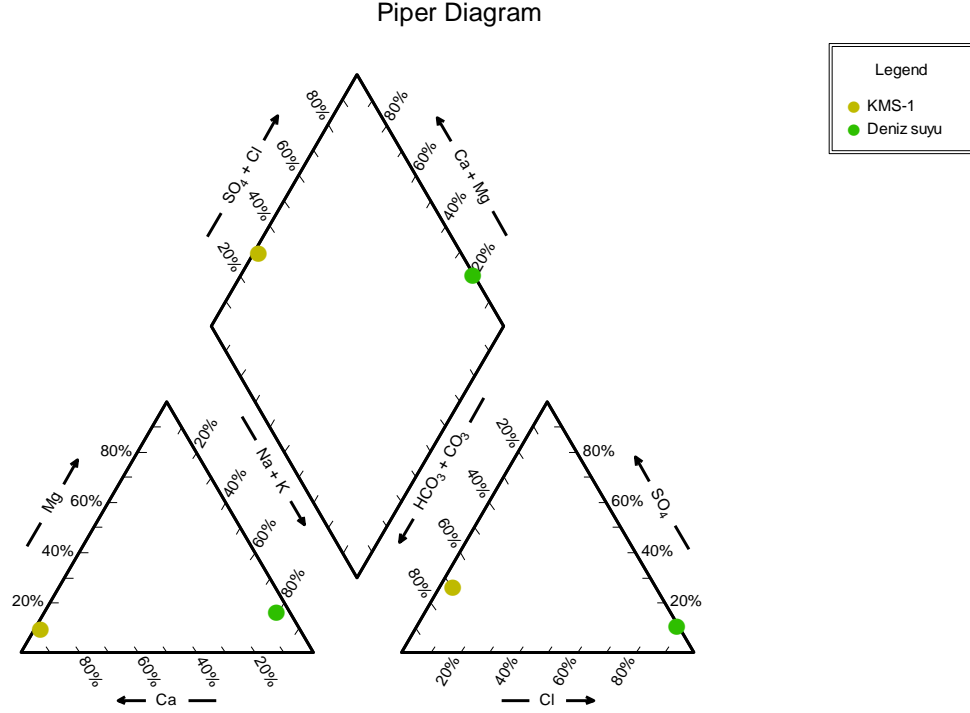
Bu kuyudaki su sıcaklığı 14.3 °C olarak ölçülmüş olup toplam çözülmüş katı madde miktarı 2032 ppm olarak bulunmuştur. EC'si 1992 µs/cm'dir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Ca-HCO₃ tipinde olduğu görülen suda herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.88-4.90). Bu suda bazı elementlerin (Al, Br, Cr, Cu, Fe, Mn, P, Se, ve Th) miktarları diğer mineralli sulara kıyasla çok yüksektir.



Şekil 4.88 Menteşe KMS-1 sondaj kuyusundan alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.89 Menteşe KMS -1 sondajından alınan su örneğine ait üçgen diyagramı.



Şekil 4.90 Menteşe KMS -1 sondajından alınan su örneğine ait Piper diyagramı.

4.11 Dağdibi (Merkez)

Muğla şehir merkezinin yaklaşık 11 km güneybatısında yer alan Dağdibi köyünün (Yeşilyurt yakını) ormanlık arazisinde bulunan bu mineralli su kaynağının halk arasındaki adı “hokur hokur” dur (Şekil 4.91). Bu isim çok düşük debideki (<0.5 l/s) mineralli su ile birlikte yeraltından gelen ve kabarcıklar oluşturan gazdan kaynaklanmaktadır. Ormanlık arazide patika yollarla ulaşılan bu kaynaktan su örneği alınmış ve fizikokimyasal ölçümler yapılmıştır. Kaynağın 1.3 km kuzeydoğusunda bulunan diğer bir kaynaktan ise dere tabanında kaldığı için örnek alınamamıştır (Şekil 4.93). Bu kaynaktan da suyla beraber gaz gelmektedir ve yöre halkı yaz aylarında cilt hastalıklarının tedavisi amacı ile bu kaynaklarda suya girmektedir. Yaz aylarında bu kaynaklardan da örnek alınıp araştırılması önerilmektedir.



Şekil 4.91 Dağdibi MDM-1 kaynağı. Gazla beraber çok düşük debide sızıntı şeklinde bir su gelmektedir.



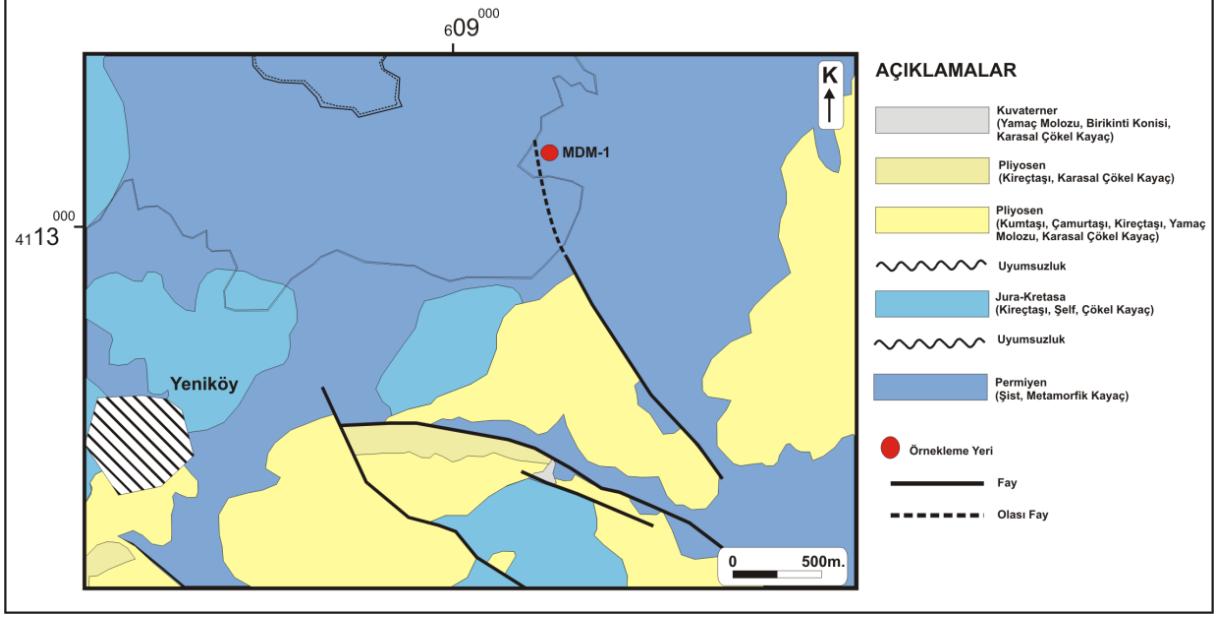
Şekil 4.92 Dağdibi MDM-1 kaynağının mansabına, sızıntı şeklinde boşalan ve aktığı yerde çökelimler yaparak izler bırakan mineralli su.



Şekil 4.93 MDM-1 kaynağının 1.3 km kuzeydoğusunda bulunan ve dere içinde kalmış kaynaklar.

4.11.1 Jeoloji

Dağdibi sahası Aydın N20d2 paftasında yüzeilenmektedir (Şekil 4.94). Alandaki mineralli su kaynakları, Yeniköy yerleşkesinin yaklaşık 3 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Bölgedeki temel birimleri Permiyen yaşlı şist özelliği sunan silisiklastik metamorfik kayalar oluşturur ve uyumsuz olarak Jura-Kratase yaşlı şelf özelliği sunan karbonat kayalarınca üzerlenir. İstif uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı karasal özellik sunan kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı ile devam eder. Tüm istif Kuvaterner yaşlı karasal çökel özellikleri sunan yamaç molozu ve birikinti konisi ile üstlenir. İnceleme alanında yüzeilen mineralli su kaynağı Permiyen yaşlı şist özelliği sunan metamorfik kayalar içinde izlenir ve çıkışı olasılıkla kuzeybatı-güneydoğu uzantılı fay hattına bağlı olarak fay-kontrollü olarak gelişmiştir.



Şekil 4.94 Dağdibi (Yeşilyurt-Merkez) bölgesinin jeolojik haritası (M.T.A. Aydın N20 paftasından alınmıştır).

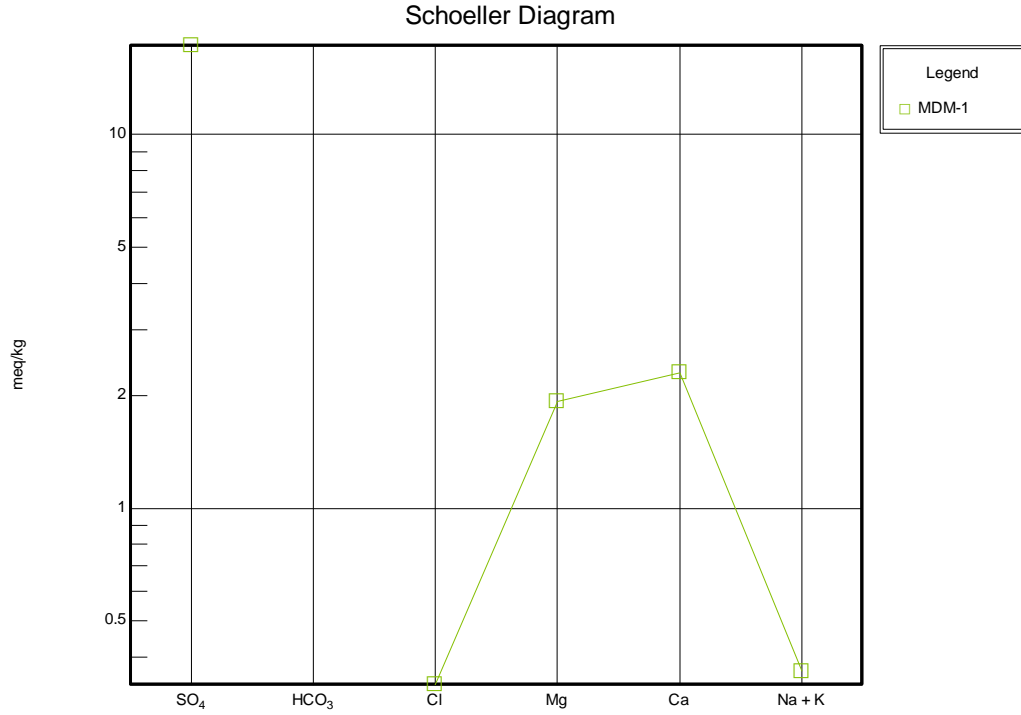
Dağdibi alanından alınan örnek foliasyon gösteren, mavimsi-yeşilimsi gri renkli metamorfik bir kayadır. Kayaçta demiroksit yıkamasından dolayı kahverengi-kızıl bir renk gözlenmektedir. Foliasyon gösteren örnek meta-pelitik bileşime sahip olup fillit olarak tanımlanmıştır.



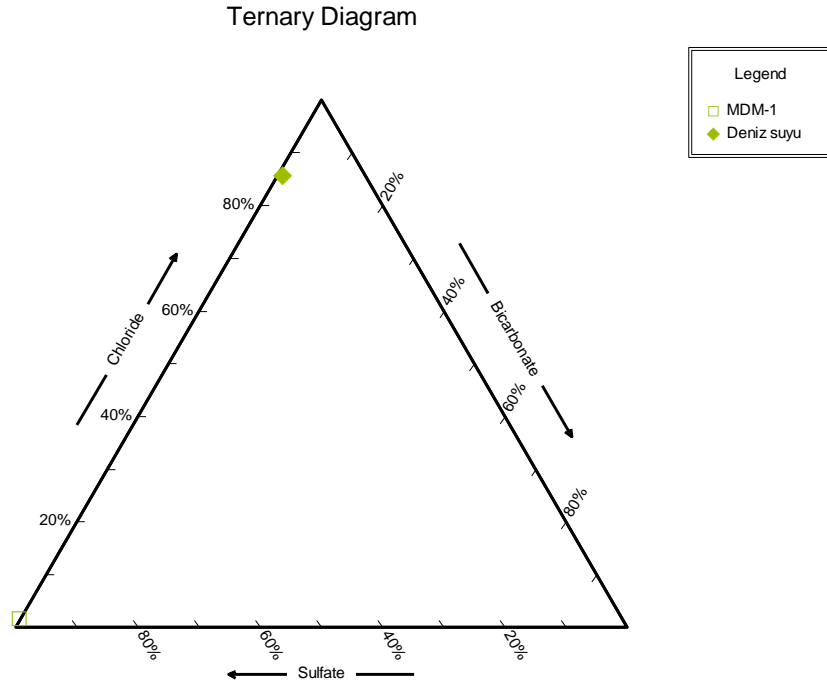
Şekil 4.95 Dağdibi (Yeşilyurt-Merkez) bölgesinden alınan kayacın a) el örneğinde ve b) ince kesitte (çift nikol) görünümü

4.11.2 Su Kimyası

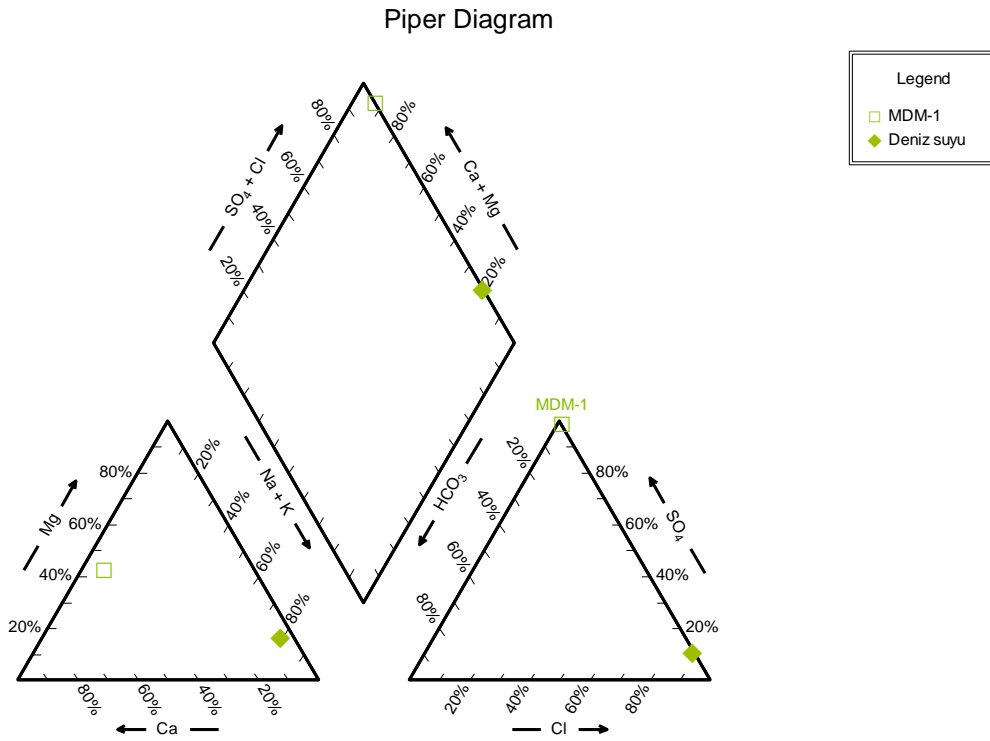
Bu kaynağın su sıcaklığı 9.3 °C ölçülmüş olup toplam çözülmüş katı madde miktarı 1008 ppm, EC'si ise 1675 $\mu\text{s}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre kalsiyum-magnezyum-sülfatlı (Ca-Mg-SO₄) tipinde olduğu görülen suda herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.96-4.98). Dağdibi kaynağı yüksek asidik özelliğiyle (pH=2,05) dikkat çekmektedir.



Şekil 4.96 Dağdibi MDM-1 kaynağından alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



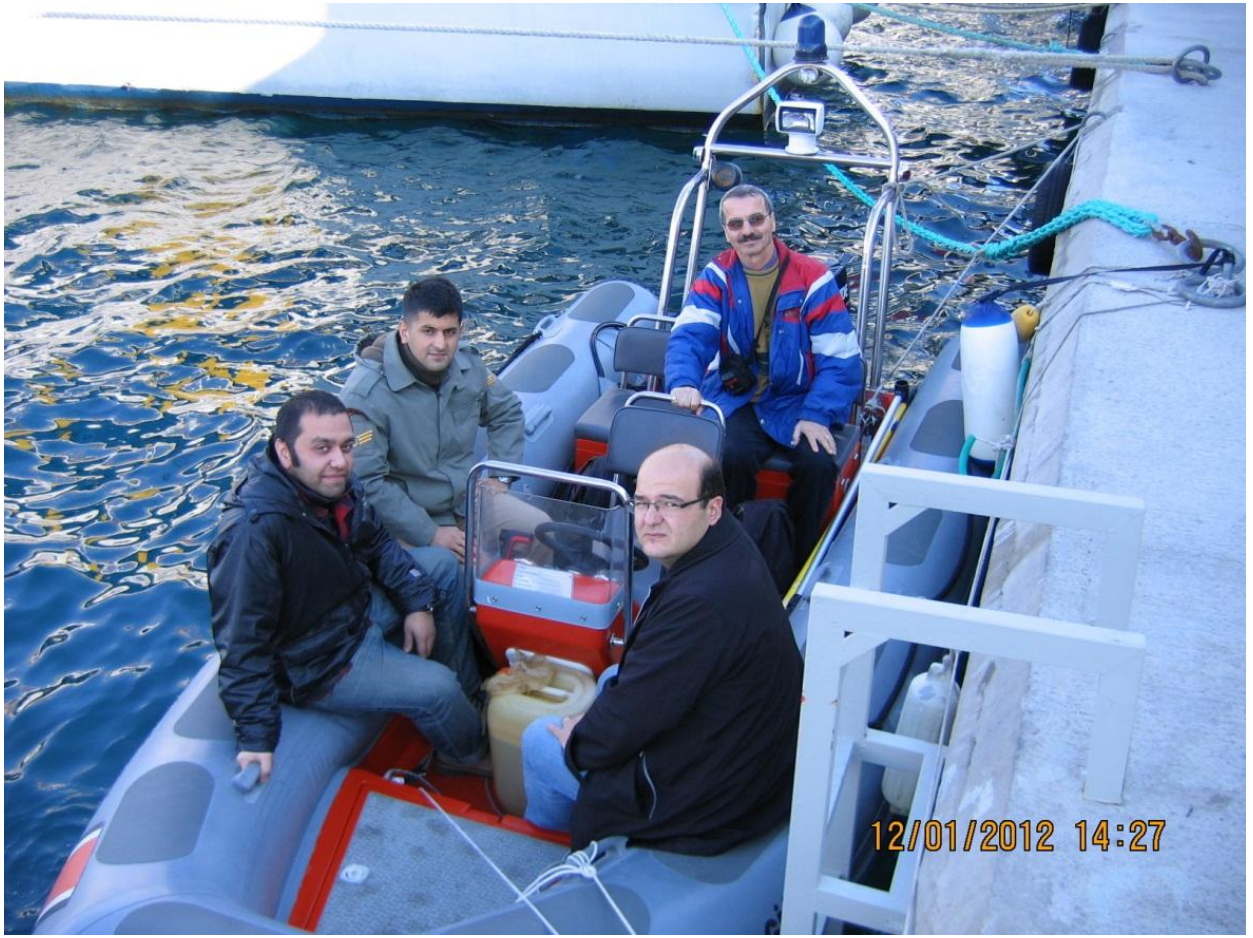
Şekil 4.97 Dağdibi MDM-1 kaynağından alınan su örneğinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.98 Dağdibi MDM-1 kaynağından alınan su örneğinin Piper diyagramı.

4.12 Karaada (Bodrum)

Bodrum'un güneyindeki Karaada'nın fay kontrollü kuzey sahili üzerinden çıkan jeotermal kaynak 29.67 °C sıcaklıkla ve yaklaşık 1000 l/s debi ile denize boşalmaktadır. Kış dönemi olduğu için adaya Bodrum Sahil Güvenlik Komutanlığı'nın zodyak tipi botuyla ulaşılmıştır (Şekil 4.99-4.102). Termal kaynak yakınında yaz aylarında bir restoran, açık hava barı ve yüzme havuzundan oluşan tesisler bulunmaktadır.



Şekil 4.99 Bodrum Sahil Güvenlik Komutanlığı'nın zodyak botuyla proje ekibinin Karaada'ya gidişi.



Şekil 4.100 Karaada tesislerinin ve kaynağın genel görünümü. Yaz aylarında tekne turu yapan turistlere hizmet vermektedir.



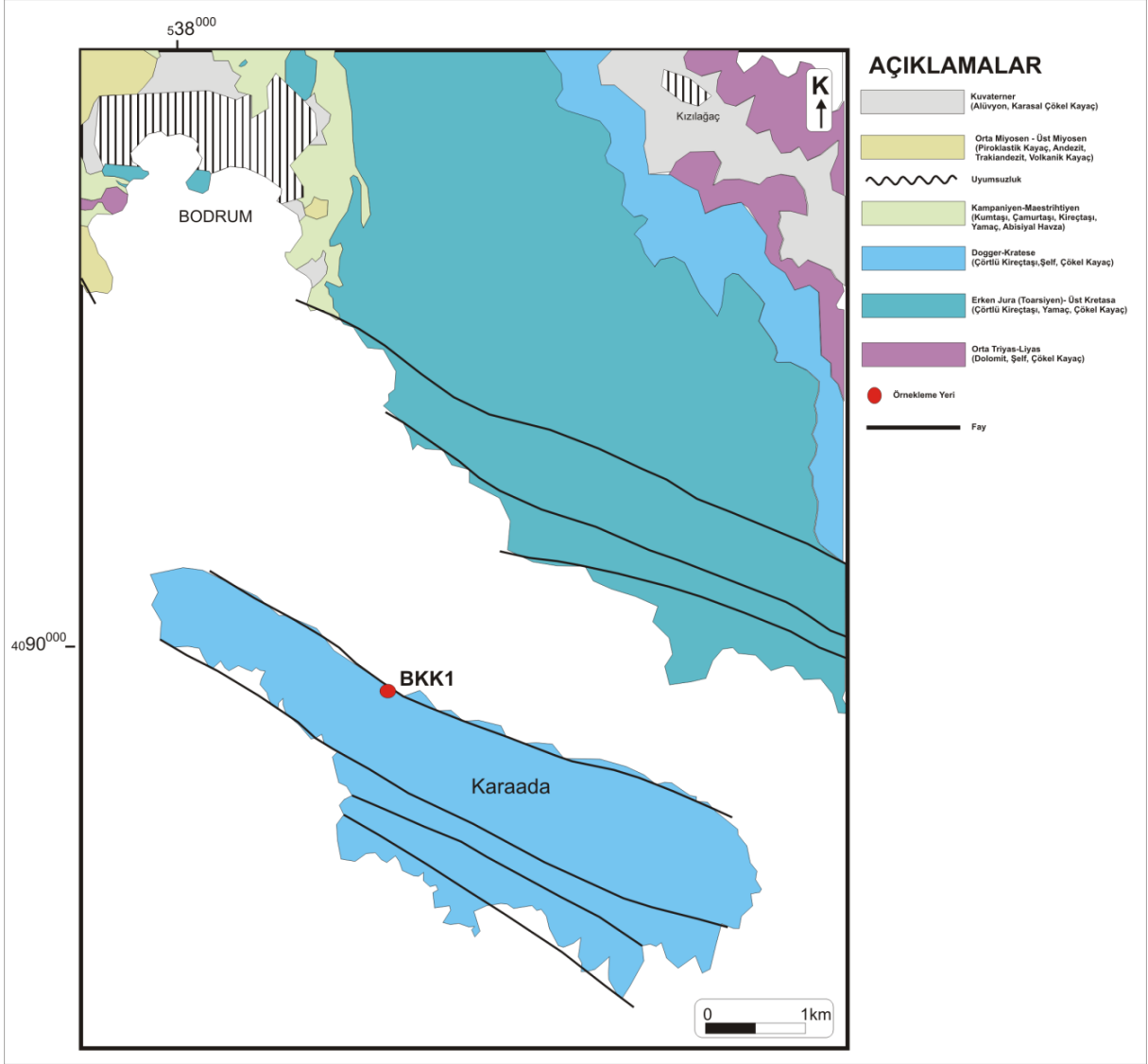
Şekil 4.101 Karaada’daki BKK-1 kaynağı. Su mağaradan denize boşalmaktadır.



Şekil 4.102 BKK-1 kaynağı. Mağara duvarında fay breşi gözlenmektedir.

4.12.1 Jeoloji

Karaada sahası Aydın N18c3, Marmaris O18b2 paftaları arasında yüzeylenmektedir (Şekil 4.103). Temel birimleri Orta Triyas-Liyas yaşlı dolomitik bileşimli karbonat kayaçları oluşturur ve uyumlu olarak Erken Jura (Toarsiyen)-Üst Kratese yaşlı yamaç özellikleri gösteren çörtlü kireçtaşları ile devam eder. İstif şelf özellik gösteren Dogger-Kratese yaşlı çörtlü kireçtaşları ile geçişlidir. İstif Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı araldanmasından oluşan birimle devam eder. İstif Orta-Üst Miyosen yaşlı trakiandezit, andezit bileşimli volkanik kayaçlar ve piroklastik kayaçlar ile uyumsuz olarak üzerlenir. İstif karasal özellik gösteren alüvyon çökeller ile devam eder. Alanda örneklenen kaynaklar Karaada'nın kuzey kıyılarında yüzlek vermekte olup, KB-GD doğrultulu fay kontrollü olarak gelişmiştir. Karaada'da adanın güney kıyılarında gözlenen KB-GD doğrultulu faylanmaya paralel farklı fay sistemleri de gelişmiştir.



Şekil 4.103 Karaada (Bodrum) genelleştirilmiş jeolojik haritası (M.T.A. Aydın N18 ve Marmaris O18 paftalarından alınmıştır).

Karaada'da kaynak bölgesinden alınan breşik kireçtaşı örneği grimsi bej renklidir (Şekil 4.104a). İnce kesitte kayaç, ince taneli karbonat minerallerinden oluşan bir kısım ile iri taneli, yamalı/dalgalı sönme gösteren, dilinim yüzeylerinde eğilme bükülmelerin gözlemlendiği karbonat minerallerinden oluşan iki kısım halindedir (Şekil 4.104b). Kayacın bölgedeki faylanmaya bağlı deformasyona maruz kaldığı düşünülmektedir.

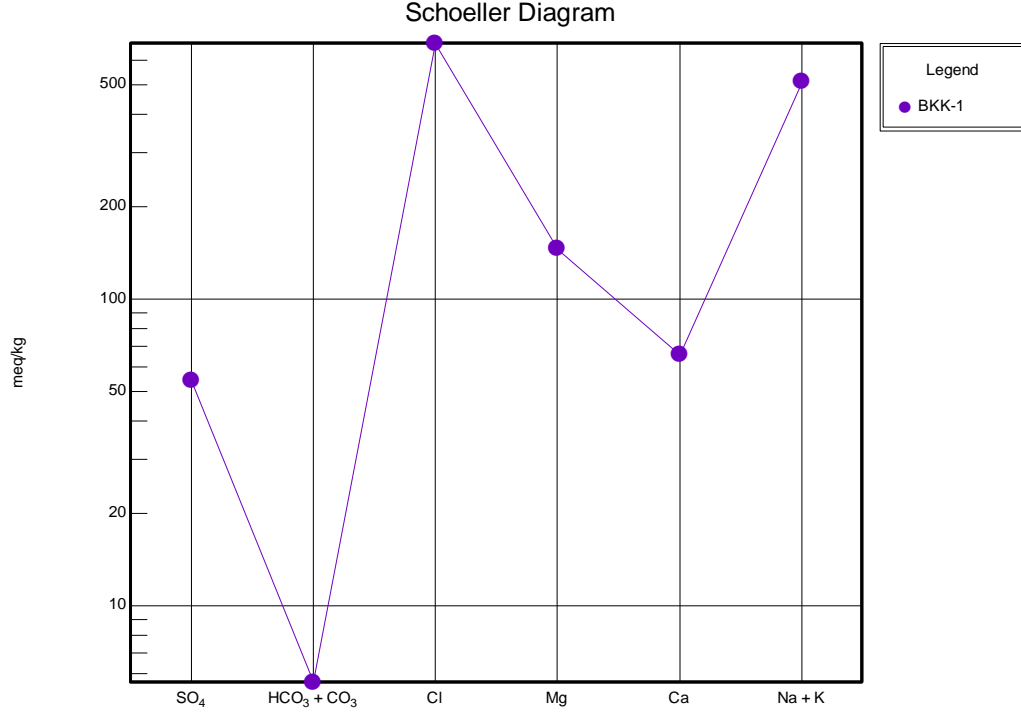


Şekil 4.104 Bodrum Karaada'dan alınan kireçtaşının a) el örneği ve b) ince kesitinin (çift nikol) görüntüsü.

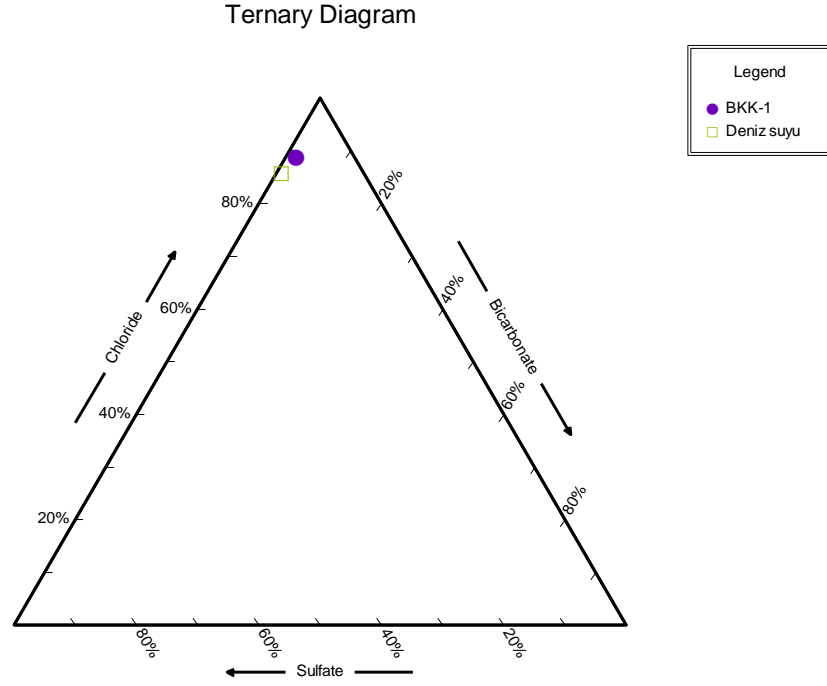
4.12.2 Su Kimyası

Bu kaynaktaki su sıcaklığı 29.7 °C ölçülmüş olup toplam çözülmüş katı madde miktarı 42388 ppm, EC'si 58200 µs/cm olarak bulunmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Na-Cl tipinde olduğu görülen suda herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.105). Kaynak suyu

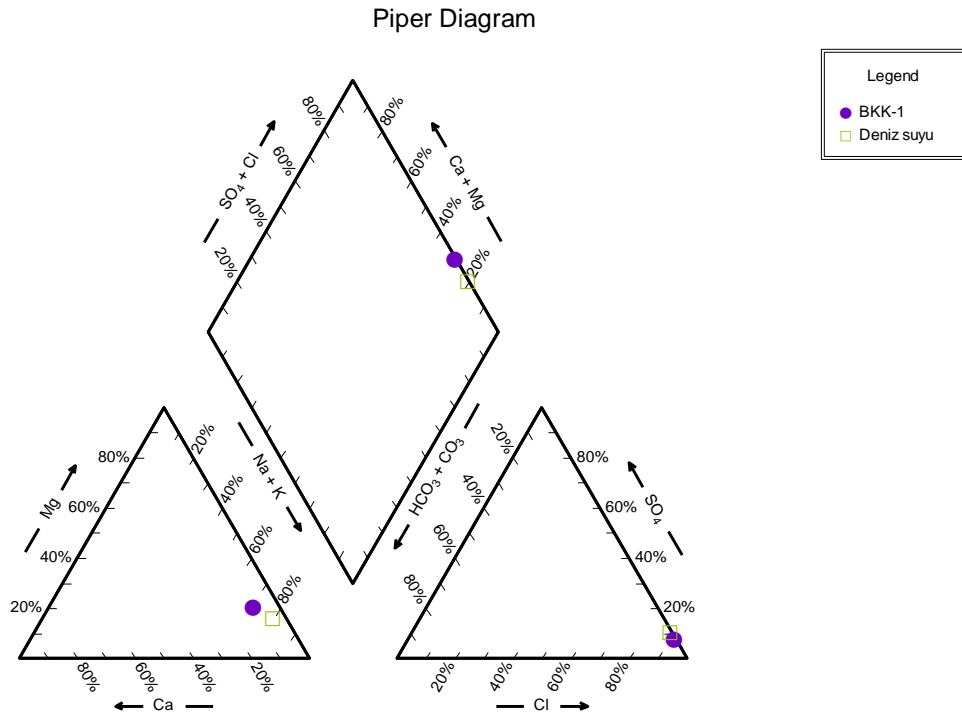
deniz suyunun kimyasal özellikleriyle benzerlik göstermektedir (Şekil 4.106 ve Şekil 4.107). Karaada'da kaynak suyunda As ve Fe yönünden diğer jeotermal kaynaklara göre zenginleşme gözlenmektedir. Fournier'e (1977) göre 43 °C, Fournier ve Potter'a (1982) göre ise 127 °C civarında, bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir. Akışkan mineral dengesi jeotermometreleri ise 30 ile 120 °C arasında bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.108).



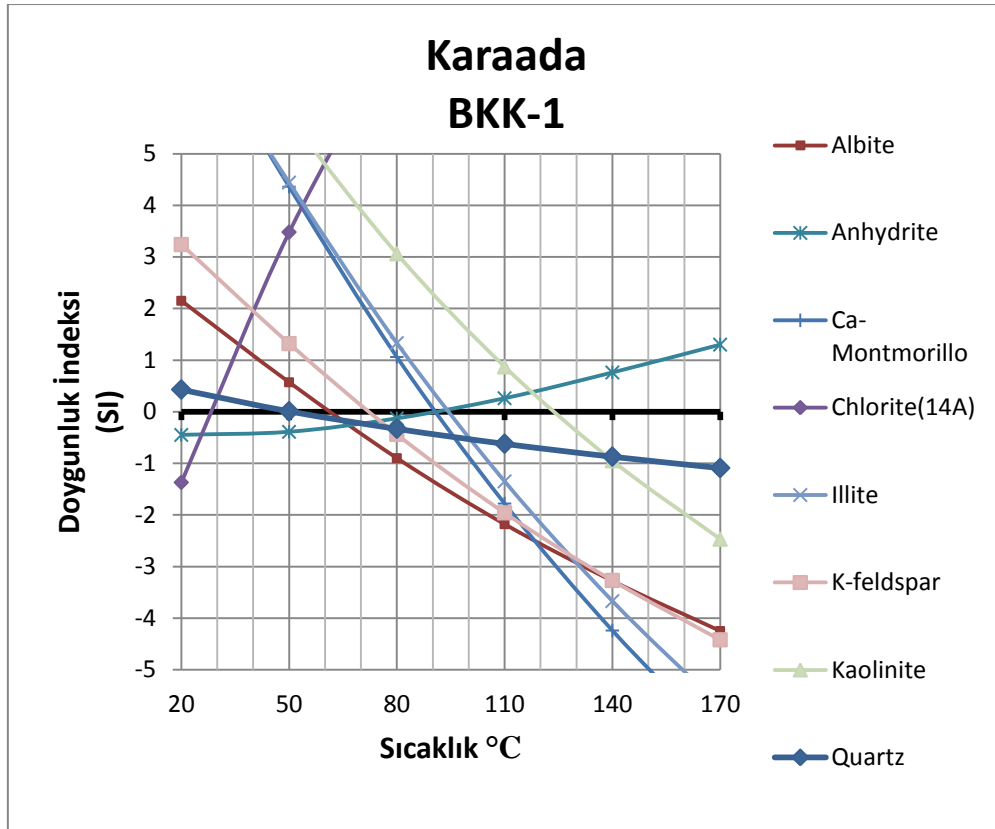
Şekil 4.105 Bodrum Karaada BKK-1 kaynağından alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.106 Bodrum Karaada BKK-1 kaynağından alınan su örneğinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.107 Bodrum Karaada BKK-1 kaynağından alınan su örneğinin Piper diyagramı.



Şekil 4.108 Karaada BKK-1 kaynağının doygunluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

4.13 Gümüşlük-Dereköy (Bodrum)

Bodrum ilçe merkezinin yaklaşık 14 km batısında yer alan Gümüşlük beldesinde Mehmet Varlık tarafından açtırılan Emre-1 sondaj kuyusu 628 m derinlikte olup 26.87 °C su sıcaklığına sahiptir (Şekil 4.109 ve Şekil 4.110). Yaklaşık 15 l/s su üreten kuyudaki statik su seviyesi 2.5 m, dinamik su seviyesi 200 m civarındadır ve çevredeki otellere sıcak su sağlamak amacıyla yaptırılmıştır. Gümüşlük beldesinin yaklaşık 3 km doğusundaki Dereköy köyünde ise muhtarlığın köyün su ihtiyacını karşılamak amacı ile açtırdığı iki adet su sondaj kuyusunda (BDS-1 ve BDS-3) sıcak suya rastlanmıştır. Günümüzde BDS-3 (Şekil 4.113) su kalitesinin kötü olması nedeniyle kullanılmamaktadır. Bu kuyunun yakınından bir dere geçmektedir. Örnekleme yapılıyorken bu dere akmaktaydı. Cemil Duman isimli şahsın evinin bahçesinde açtırdığı sondaj kuyusunda (BDS-2) da sıcaklık anomalisi gözlenmiştir (Şekil

4.111-4.113). Gümüşlük–Dereköy sahasındaki kuyulara ait bazı özellikler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Gümüşlük–Dereköy sahasındaki kuyulara ait özellikler. Dinamik ve statik seviyeler tahminidir. Bilgiler kuyu sahipleri ve muhtarlık tarafından verilmiştir.

Kuyu adı	KOORDİNAT (UTM / ED50)			Derinlik (m)	Pompa derinliği (m)	Statik seviye (m)	Dinamik seviye (m)	Sıcaklık (°C)
	D	K	Yükseklik (m)					
BGS-1 Emre-1	522062	4099238	10	660	225	2.5	200	26.87
BDS-1	524985	4099736	85	170	126	60-70	80-90	22.70
BDS-2	524976	4099996	75	120	102	20	60	23.30
BDS-3	525387	4099520	40	60	30	10	20	19.39



Şekil 4.109 Gümüşlük’te bulunan BGS-1 sondajı. Sahibi tarafından Emre 1 olarak adlandırılmıştır.



Şekil 4.110 Gümüşlük BGS-1 sondaj kuyusunun kuyu başı ekipmanları.



Şekil 4.111 Dereköy BDS-1 kuyusu. Dereköy köyünün kullanma suyu ihtiyacını karşılamak üzere muhtarlık tarafından açtırılmıştır.



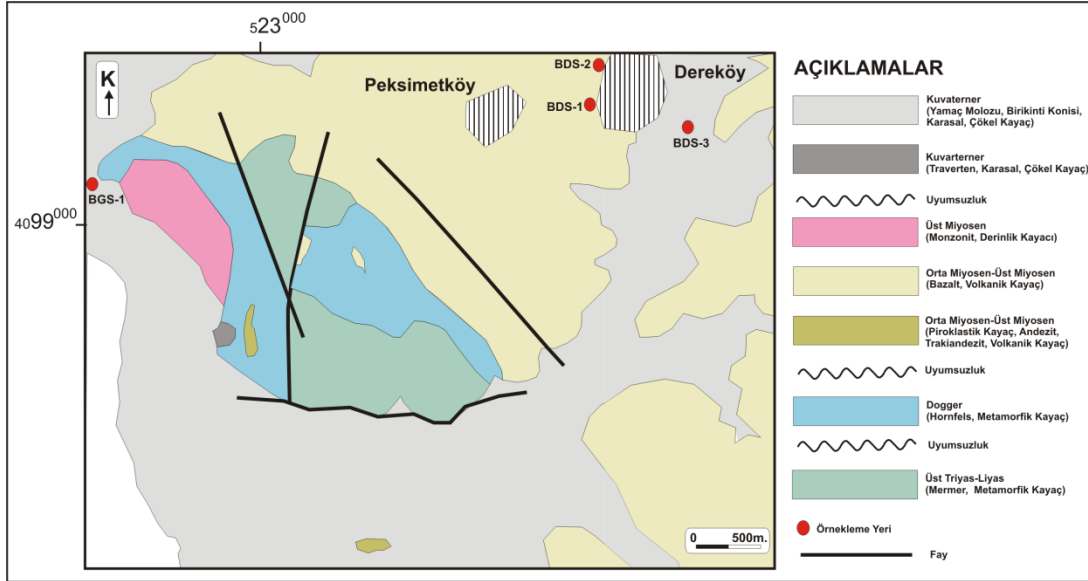
Şekil 4.112 BDS-2 kuyusu. Kuyuyu Cemil Duman isimli şahıs kullanma suyu temini amaçlı, evinin bahçesine açtırmıştır.



Şekil 4.113 BDS-3 kuyusu. Muhtarlık tarafından açtırılan en eski kuyudur.

4.13.1 Jeoloji

Gümüşlük-Dereköy alanındaki jeotermal kuyular Aydın N18c4 paftasında yüzeylenmektedir (Şekil 4.114). Temel birimleri Üst Triyas-Liyas? yaşlı mermerlerden oluşan bir karbonat istifıyla başlar ve uyumsuz olarak Dogger yaşlı hornfelslerden oluşan metamorfik bir birimle üstlenir. İstif Orta-Üst Miyosen yaşlı piroklastik kayalar, andezitler, bazaltlar ve monzonitik bileşimli kayalardan meydana gelen magmatik bir birimle uyumsuz olarak üzerlemektedir. Alanda tüm istif karasal özellik sunan Kuvaterner yaşlı traverten, yamaç molozu ve birikinti konisinden oluşan bir birimle örtülür. Gümüşlük civarındaki sondaj örnekleri Kuvaterner yaşlı birimler içinde, Dereköy civarındaki sondajlar ise Orta-Üst Miyosen yaşlı volkanikler ve Kuvaterner yaşlı birimler içinde gözlenmektedir.



Şekil. 4.114 Gümüşlük-Dereköy (Bodrum) alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Aydın N18 paftasından alınmıştır).

Dereköy'deki sondaj alanından alınan yan kayaç örnekleri oldukça altere durumda beyazımsı sarı renklidir. Kayacın genel olarak kalıntı porfirik dokulu volkanik bir kayaç olduğu anlaşılmaktadır, ancak yaygın arjillik alterasyon nedeniyle orijinal kayaç mineralojisi ve dokusu maskelenmiştir (Şekil 4.115a). İnce kesitte killeşmiş plajiyoklaz fenokristallerine

kloritleşmiş mafik mineraller (hornblend?) eşlik eder. Kayacın altere latit veya andezit olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.115b).

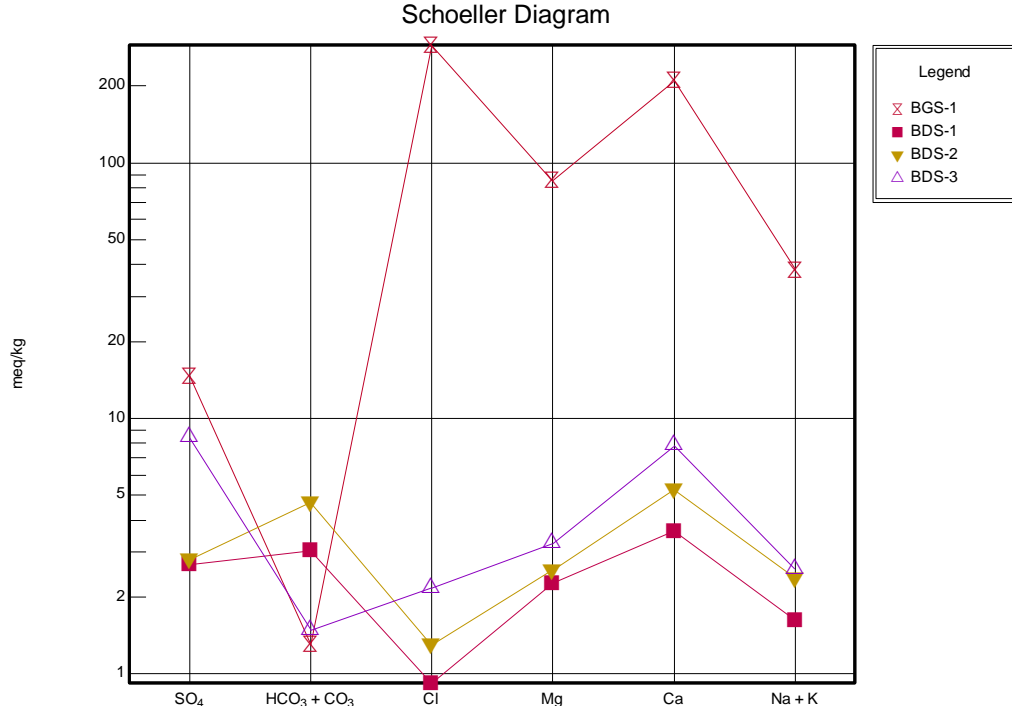


Şekil 4.115 Dereköy lokasyonundan alınan altere volkanik kayacın a) el örneği ve b) fotomikrografında altere plajiyoklaz fenokristalleri, hamurda plajiyoklaz mikrolitleri ve altere mafik mineraller görülmektedir (çift nikol).

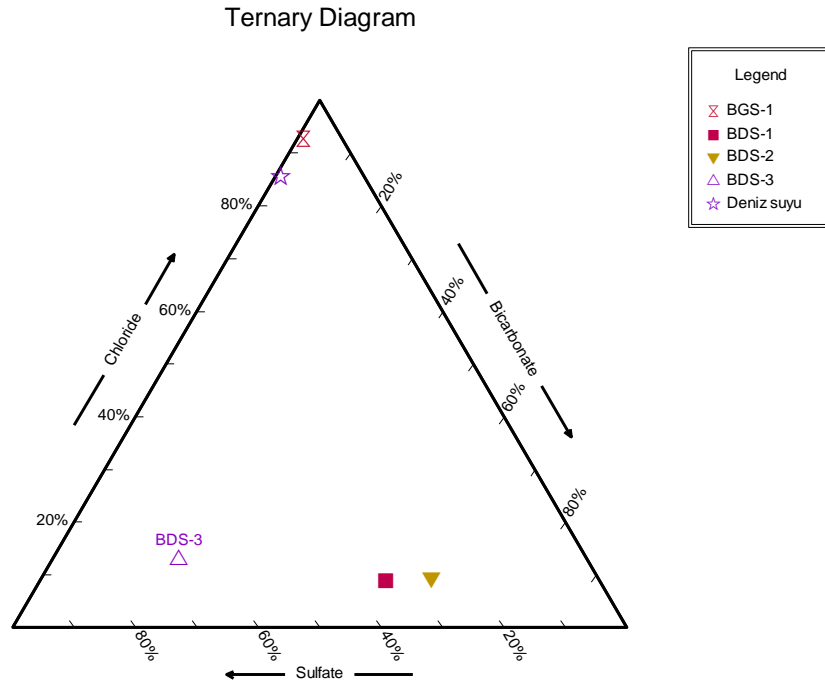
4.13.2 Su Kimyası

Gümüşlük'te bulunan BGS-1 (Emre-1) kuyusunda sıcaklık 26.87 °C ölçülmüş olup toplam çözünmüş katı madde miktarı 17344 ppm, EC'si 26730 µs/cm olarak bulunmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Ca-Cl tipinde olduğu görülen suda herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.116-4.118). Yapılan jeotermometre hesapları değerlendirildiğinde Fournier (1977)'ye göre 83 °C civarında, Fournier ve Potter (1982)'ye göre 168 °C civarında bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir. Akışkan mineral dengesi jeotermometreleri ise 50 ile 110 °C arasında bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.119).

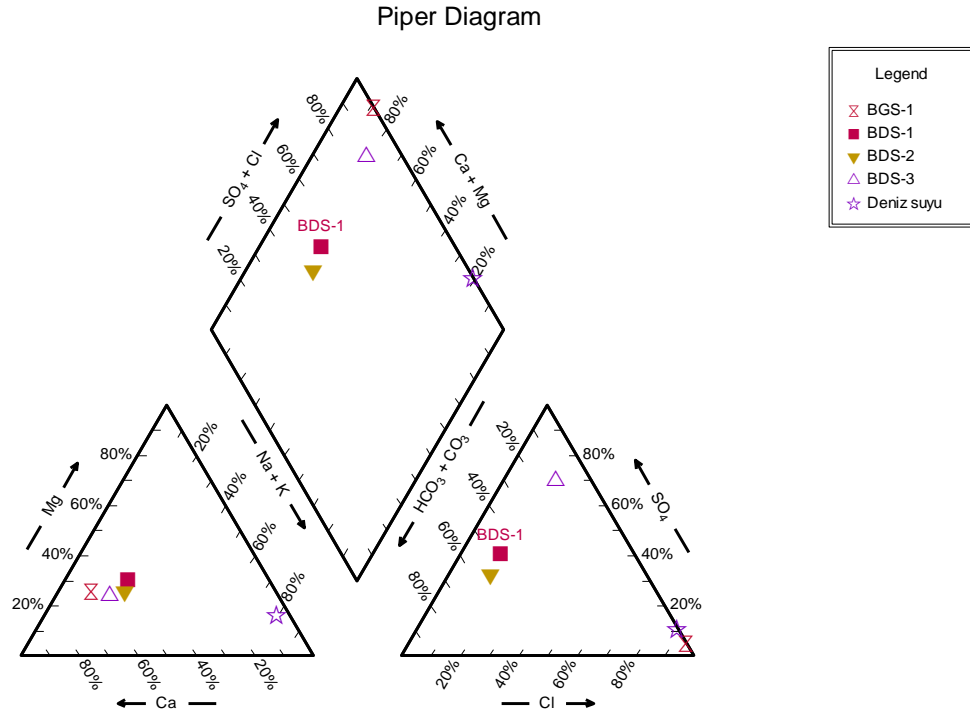
Dereköy köyündeki sondajlar Gümüşlük'teki BGS-1 kuyusuna çok yakın olmasına rağmen sular kimyasal özellikleri açısından farklılık göstermektedir. Dereköy'deki kuyuların su sıcaklıkları 19 - 24 °C arasında değişirken toplam çözünmüş katı madde miktarları 600 - 900 ppm arasında değişmektedir. Dereköy sondaj sularının ikisi (BDS-1 ve BDS-2) kalsiyum bikarbonatlıyken (Ca-HCO₃ tipi) bir sondajın suyu (BDS-3) kalsiyum sülfatlı (Ca-SO₄ tipi) sudur. BDS-1 kuyusu için yapılan jeotermometre hesapları değerlendirildiğinde Fournier (1977)'ye göre 106 °C civarında, Fournier ve Potter (1982)'ye göre 191 °C civarında bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir. BDS-2 ve BDS-3 aynı tip jeotermometrelerden birbirine yakın rezervuar sıcaklıkları tahmin edilmiştir. Her iki kuyu için bu sıcaklıklar Fournier (1977)'ye göre 80 °C civarında, Fournier ve Potter (1982)'ye göre ise 165 °C civarında tahmin edilmektedir. Akışkan mineral dengesi jeotermometreleri ise 50 ile 120 °C arasında bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.120).



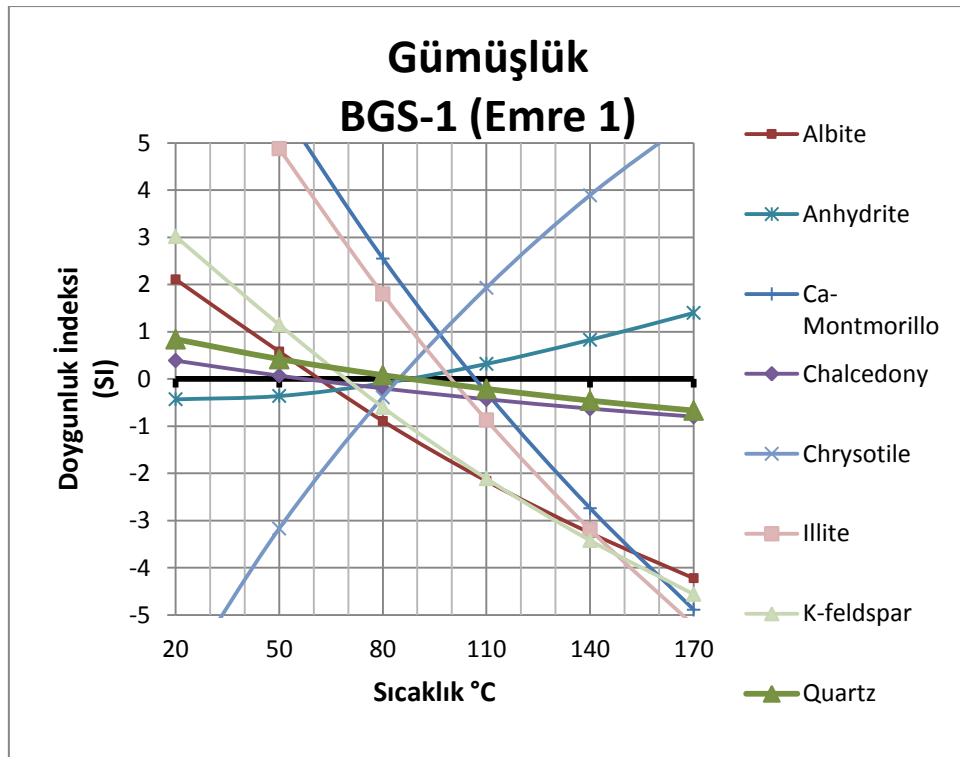
Şekil 4.116 Gümüşlük–Dereköy sahasındaki sondajlardan alınan su örneklerinin Schoeller diyagramı.



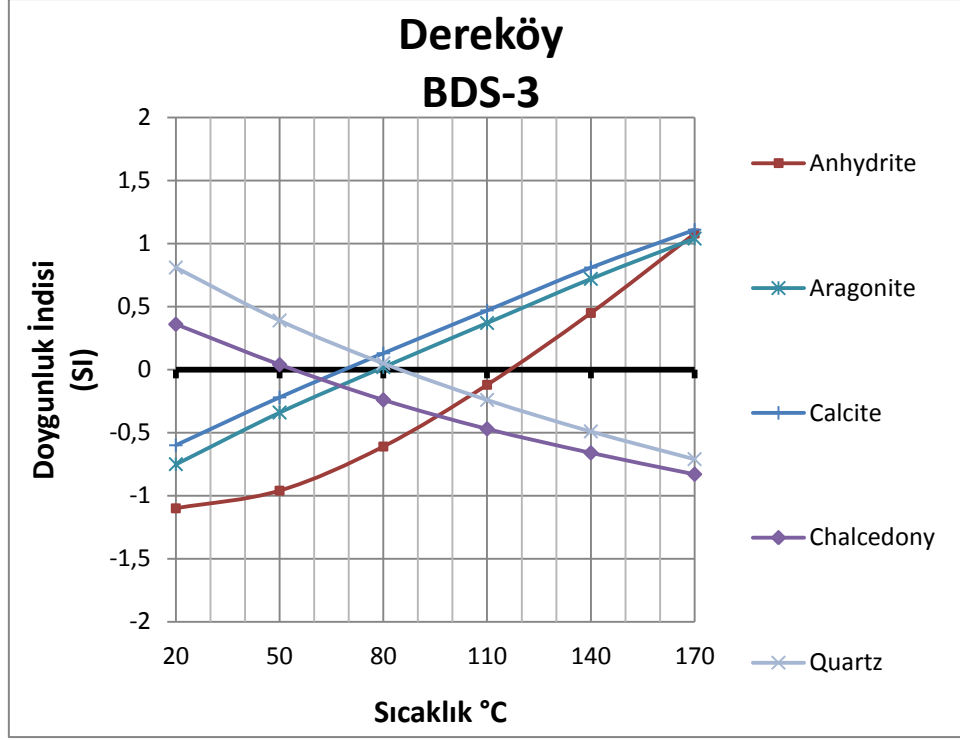
Şekil 4.117 Gümüşlük–Dereköy sahasındaki sondajlardan alınan su örneklerinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.118 Gümüşlük–Dereköy sahasındaki sondajlardan alınan su örneklerinin Piper diyagramı.



Şekil 4.119 Gümüşlük BGS-1 sondajının doğunluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.



Şekil 4.120 Dereköy BDS-3 sondajının doymuluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

4.14 Ilıca–Kargı (Datça)

Datça şehir merkezi sınırında bulunan Ilıca jeotermal alanında 5 adet kaynak gözlenmiştir (Şekil 4.121). Bu kaynaklardan DIK-1 deniz kıyısında 1 l/s'den daha düşük bir debiyle akan bir sıcak su kaynağıdır ($T = 26.49 \text{ }^{\circ}\text{C}$) (Şekil 4.122). DIK-5 ise Datça şehir merkezine en yakın kaynaktır ve yaklaşık 8 l/s'lik bir debi ve $24.55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik bir sıcaklık ile denize boşalmaktadır. Ilıca jeotermal sahasında tek başına gözlenen DIK-1 ve DIK-5 (Şekil 4.122 ve 4.127) kaynakları haricinde Sedat Karpuzoğlu isimli şahsın işlettiği tesislerin bitişiğinde, termal kaynakların deniz kıyısına yakın tarafına bir set çekmek suretiyle oluşturulmuş bir gölet bulunmaktadır (Şekil 4.121). Bu set üzerinde suya bir oluk aracılığıyla yol verilmiş ve göletten taşan suyun denize deşarj olması sağlanmıştır (Şekil 4.123 ve Şekil 4.124). Diğer bir deyişle çeşitli büyüklükteki jeotermal kaynaklar göletin tabanında kaynamaktadır. Göletin denize boşaldığı oluktan fizikokimyasal parametreler ölçülmüş, su kimyası analizleri için örnek alınmıştır (DIK-2) (Şekil 4.123 ve Şekil 4.124). Yapılan ölçümlerde boşalan suyun sıcaklığı $18.27 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve debisi 57 l/s olarak tespit edilmiştir. Daha sonra göletin batı kıyısında yapılan incelemede iki adet küçük kaynak daha tespit edilmiş (DIK-3 ve DIK-4) ve bu kaynaklardan

ölçümler yapılmış, örnekler alınmıştır (Şekil 4.125 ve Şekil 4.126). Bu su kaynaklarının her birinin debisi 1 l/s' den azdır.

Datça'nın yaklaşık 3 km güneyinde Kargı Koyu'nun kıyısında debisi 10 l/s' nin üzerinde ve sıcaklığı 20.50 °C olan bir kaynak bulunmaktadır (DKM-3) (Şekil 4.130). Bu kaynak bir dönem Datça'nın su ihtiyacını karşılamak üzere kullanılmış ancak daha sonra tuzlanma olunca kullanılmaktan vazgeçilmiştir. Bu kaynaktan su örneği alınıp fizikokimyasal parametreler ölçülmüştür (DKM-3). Ana kaynağın güneyinde debileri 1 l/s' nin altında 5-6 adet kaynak bulunmaktadır. Bu kaynakların iki adedinden örnek alınıp ölçümler yapılmıştır (DKM-1 ve DKM-2) (Şekil 4.128 ve Şekil 4.129). Yoğun yağışlar nedeniyle sahada küçük yüzey suyu deşarjları (derecikler) oluşmuş ve bu yüzey suları diğer küçük kaynaklardan örnek alınmasını engellemiştir.



Şekil 4.121 Datça Ilıca göletinin genel görünüşü.



Şekil 4.122 Ilıca DIK-1 kaynağı örnek lokasyonu.



Şekil 4.123 Ilıca DIK-2 örnek lokasyonu. Kaynakların önü bir bentle gerilmiş ve bir oluktan suyun akması için yol verilmiştir.



Şekil 4.124 Ilıca DIK-2 örnek lokasyonu.



Şekil4.125 Ilıca DIK-3 örnek lokasyonu.



Şekil 4.126 Ilıca DIK-4 örnek lokasyonu.



Şekil 4.127 Ilıca DIK-5 örnek lokasyonu.



Şekil 4.128 Kargı DKM-1 kaynağı.



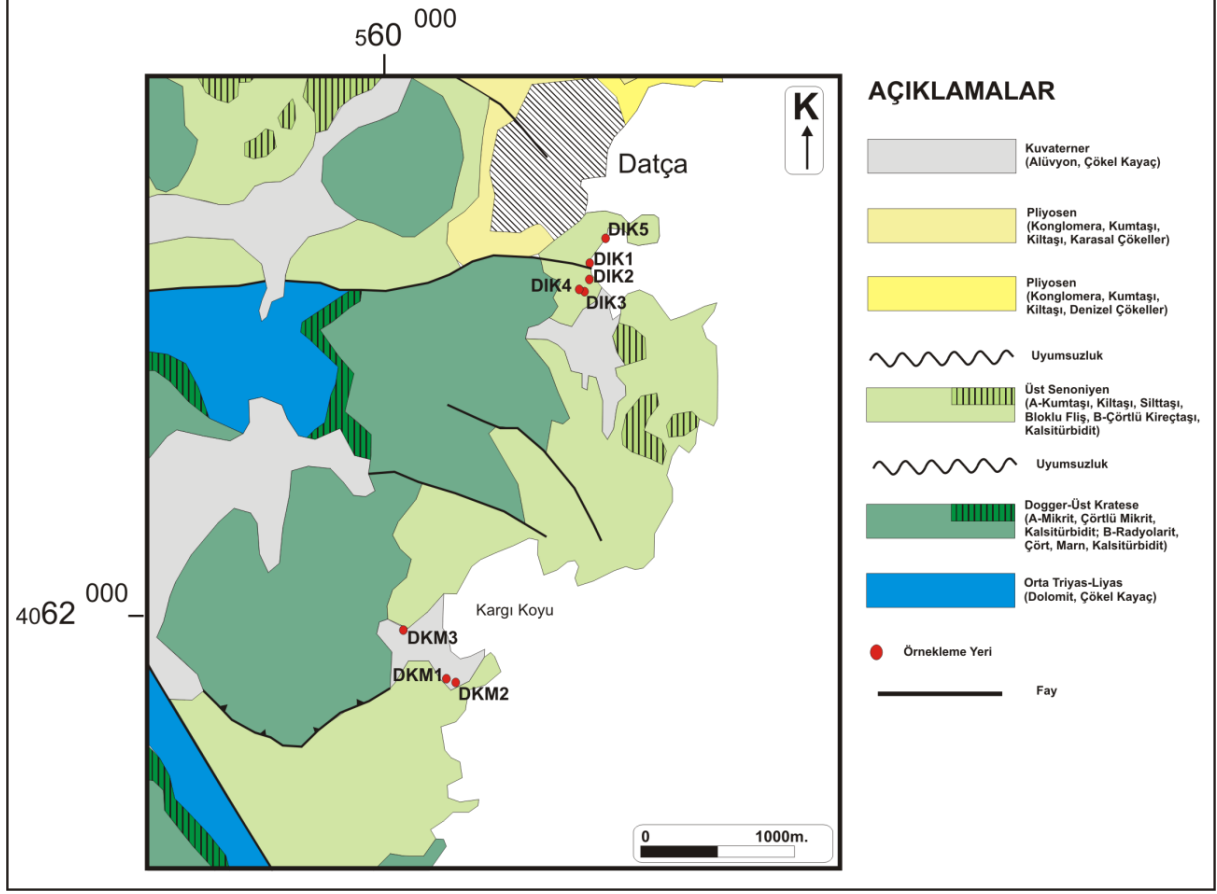
Şekil 4.129 Kargı DKM-2 kaynağı.



Şekil 4.130 Kargı DKM-3 kaynağı.

4.14.1 Jeoloji

Ilıca-Kargı alanında yüzeylenen kaynaklar Marmaris O19d2 paftasında bulunmaktadır (Şekil 4.131). Jeotermal kaynaklar Datça ilçesinin 700 m güneydoğusunda ve Kargı Koyu'nda bulunmaktadır. Alandaki en yaşlı birimleri Orta Triyas-Liyas yaşlı dolomitler oluşturmaktadır. Birim Dogger-Üst Kratese yaşlı mikrit, çörtlü mikrit, kalsitürbidit, radyolarit, çört ve marndan meydana gelen Dogger-Üst Kratese yaşlı istifler devam eder ve Üst Senoniye yaşlı kumtaşı, kiltası, silttaşı, bloklu filiş, çörtlü kireçtaşı, kalsitürbiditler ile uyumsuz olarak örtülür. Birim olarak denizel ve karasal özellikler sunan konglomera, kumtaşı, kiltasından oluşan Pliyosen yaşlı birimler ile uyumsuz olarak üzerlenir. İnceleme alanındaki istifin en üst kesimlerini Kuvaterner yaşlı alüvyon çökelleri oluşturur. Datça ilçesinin güneydoğusunda denize yakın kesimlerde gelişen jeotermal kaynaklar, bölgede aktif olan batı-doğu doğrultusunda gelişmiş olan fay hattına bağlı olarak Üst Senoniye yaşlı birimlerin içinde gelişmiştir. Kargı Koyu'nda ise genellikle Üst Senoniye yaşlı kireçtaşı ve Kuvaterner yaşlı alüvyon çökeller arasında gelişen jeotermal su çıkışları yüksek ihtimalle çatlak kontrollü olarak gelişmişlerdir.

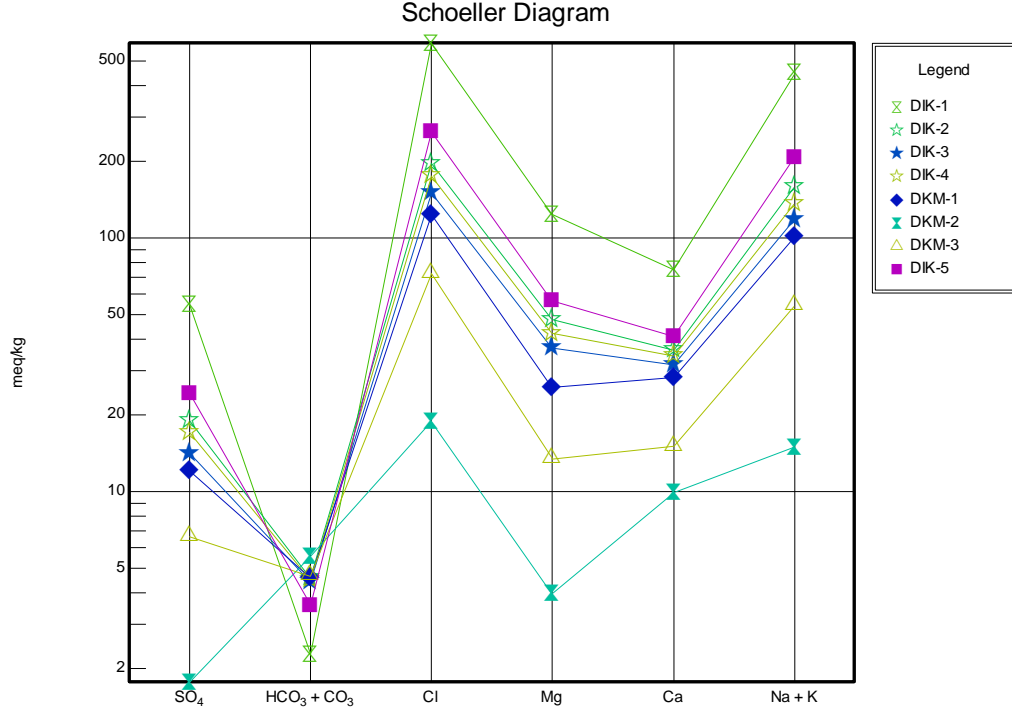


Şekil 4.131 Datça-Ilica-Kargı alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Marmaris O19 paftasından alınmıştır).

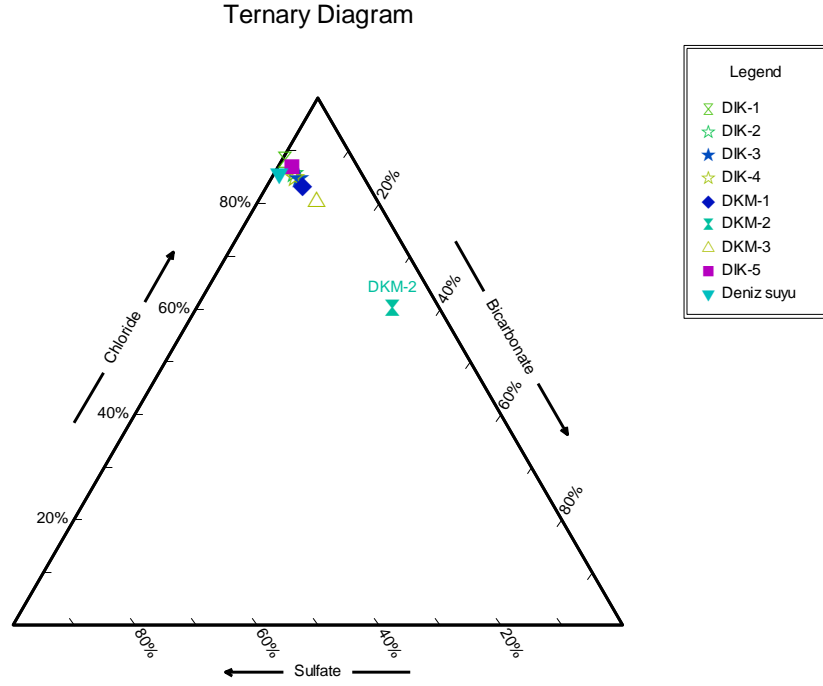
4.14.2 Su Kimyası

Ilica kaynaklarının çıkış sıcaklıkları 22 ile 27 °C arasında değişirken Kargı Koyu kaynaklarındaki sıcaklıklar 20 °C civarındadır. Ilica kaynaklarının toplam çözülmüş katı madde miktarları 10000 ile 37000 ppm, EC'leri ise 17785 ile 56600 µs/cm arasında değişmektedir. Kargı suları ise 1700 ile 8500 ppm arasında değişen toplam çözülmüş katı madde miktarı değerleri sunmaktadır ve EC'leri 3090-15092 µs/cm arasındadır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Na-Cl tipinde olduğu görülen sulara herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.132). Kimyasal özellikleri itibariyle deniz suyu ile ciddi benzerlik gösteren Ilica-Kargı sularında sadece Kargı Koyu'ndaki DKM-2 kaynağında bir miktar kimyasal değişiklik gözlenmiş, bunun sebebinin de yüzey sularından etkilenecek seyrelmiş olabileceği düşünülmektedir (Şekil 4.132-4.134). Yapılan jeotermometre hesapları

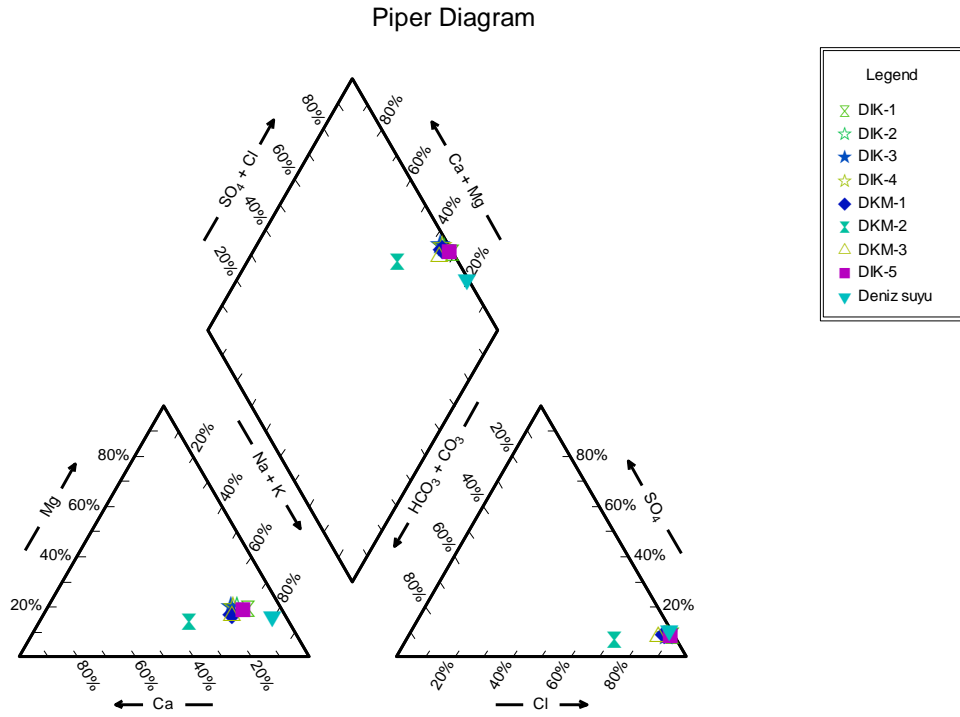
değerlendirildiğinde Ilıca–Kargı suları Fournier'e (1977) göre 30 ile 38 °C arasında değişen, Fournier ve Potter'a (1982) göre ise 111 ile 121 °C arasında değişen bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir. Akışkan mineral dengesi jeotermometreleri ise 40 ile 110 °C arasında bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.135).



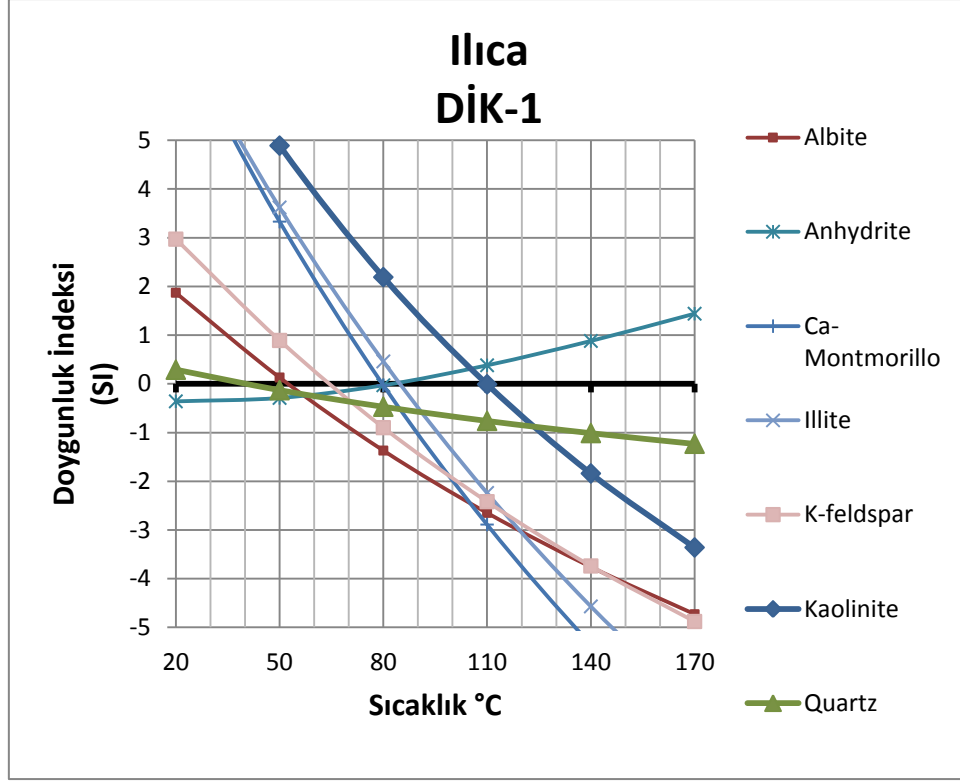
Şekil 4.132 Ilıca-Kargı kaynaklarından alınan su örneklerinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.133 Ilica-Kargı kaynaklarından alınan su örneklerinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.134 Ilica-Kargı kaynaklarından alınan su örneklerinin Piper diyagramı.



Şekil 4.135 Ilica DİK-1 kaynağının doymuluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

4.15 İçmeler (Marmaris)

Marmaris İçmeler beldesi yat limanı kenarında şifalı olarak bilinen bir kaynak mevcuttur. Gölenye (İçmeler beldesinin eski adı) içmesi olarak da bilinen kaynağın dışına taştan bir yapı yapılarak hem kaynak korunmuş, hem de suyun dışarı akması sağlanarak halkın kullanımına sunulmuştur (Şekil 4.136 ve Şekil 4.137). Bu suyun sindirim sistemi ile ilgili hastalıklara iyi geldiğine inanılmaktadır. Sıcaklığı 16.55 °C olan kaynaktan sağlıklı bir debi ölçümü yapılamamış belediye görevlilerinden de tatmin edici bir bilgi alınamamıştır. Beldenin bugünkü adının da bu kaynaktan gelmiş olması kuvvetle muhtemeldir.



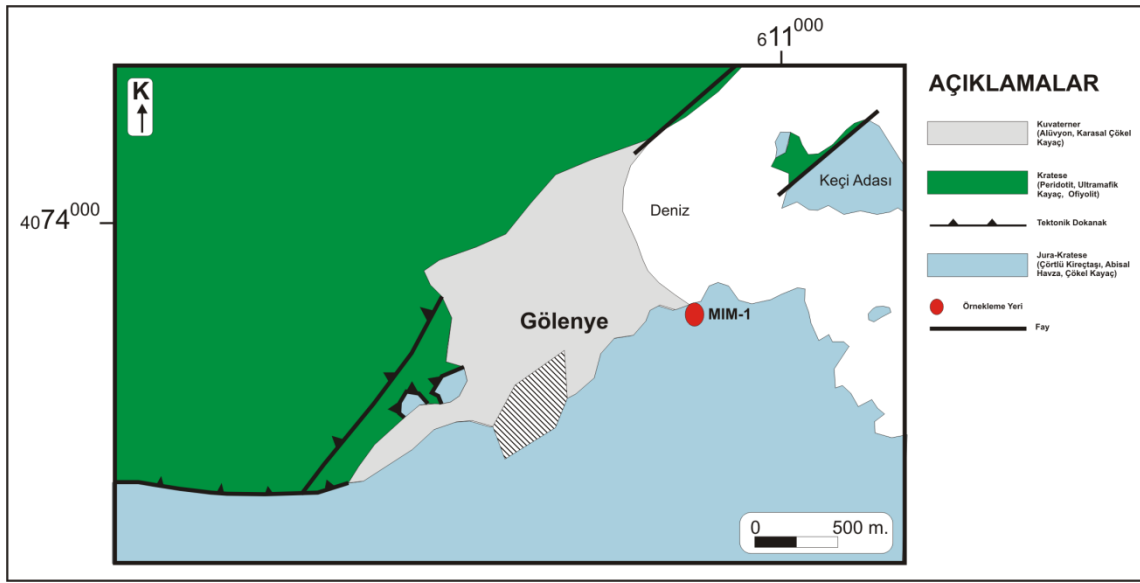
Şekil 4.136 İçmeler kaynağının (MİM-1) dış görünümü.



Şekil 4.137 İçmeler kaynağını (MİM-1) korumak için yapılmış yapının içi.

4.15.1 Jeoloji

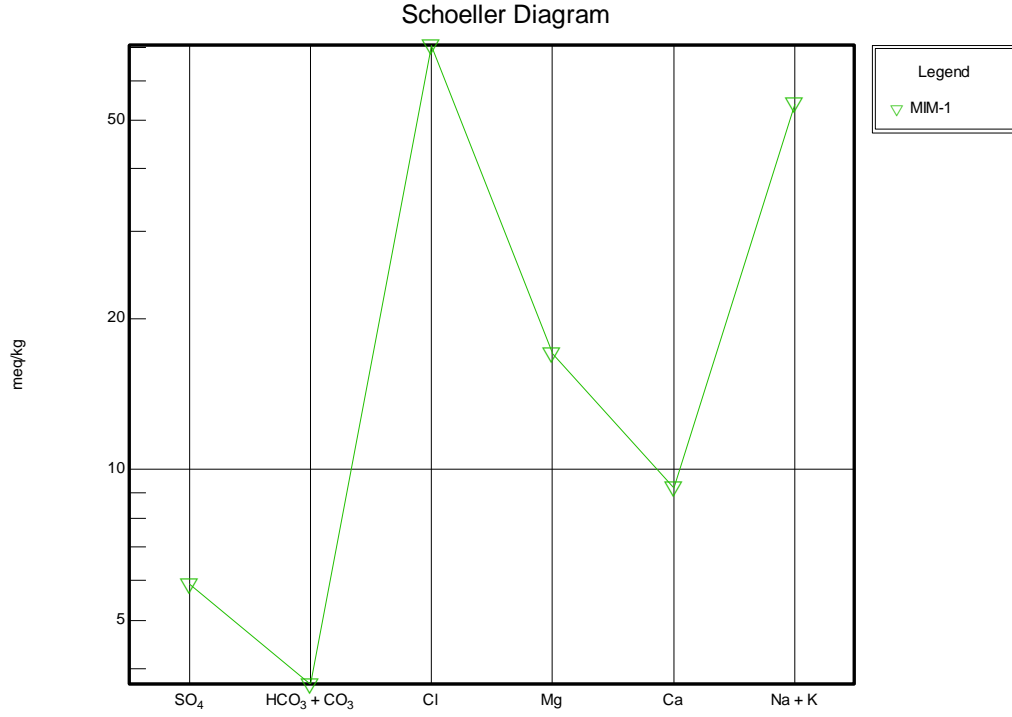
İçmeler alanı Marmaris O20a3 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.138). Mineralli su kaynağı İçmeler beldesinin 700 m kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Alanda geniş yüzlek veren Jura-Kratase yaşlı kayaçlar çörtlü kireçtaşından meydana gelmiştir. Temel birimler, tektonik olarak Kratase yaşlı peridotitik bileşimli kayaçlardan oluşan ofiyolitik bir birimle üzerlenir. İstif uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı karasal çökeller ile devam eder. Mineralli su Jura-Kratase yaşlı çörtlü kireçtaşı ve Kuvaterner yaşlı birimlerinin dokanağına yakın kesimde çıkmakta olup olasılıkla çatlak kontrollü olarak yüzlek vermektedir (Şekil 4.138).



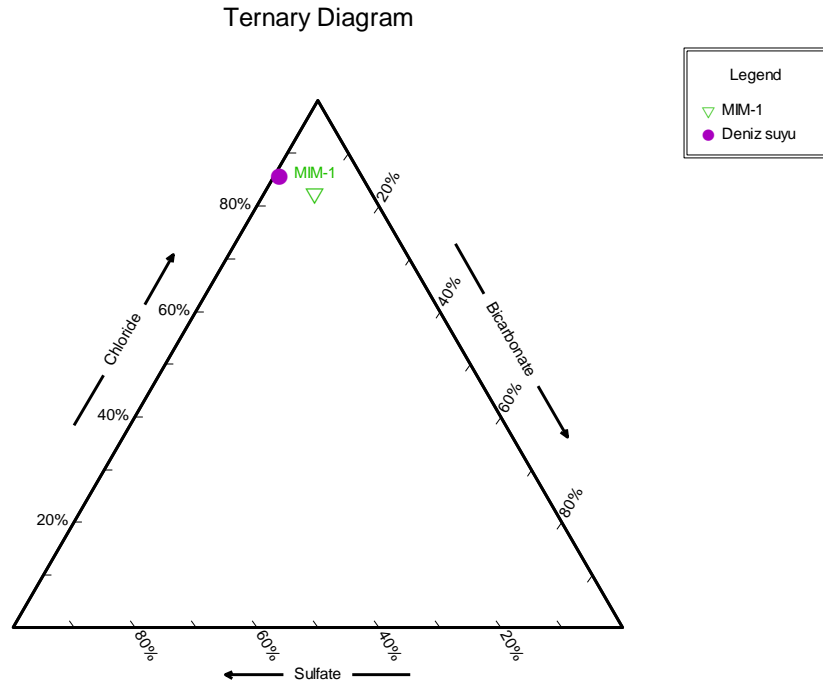
Şekil 4.138 İçmeler (Marmaris) bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Marmaris O20 paftasından alınmıştır).

4.15.2 Su Kimyası

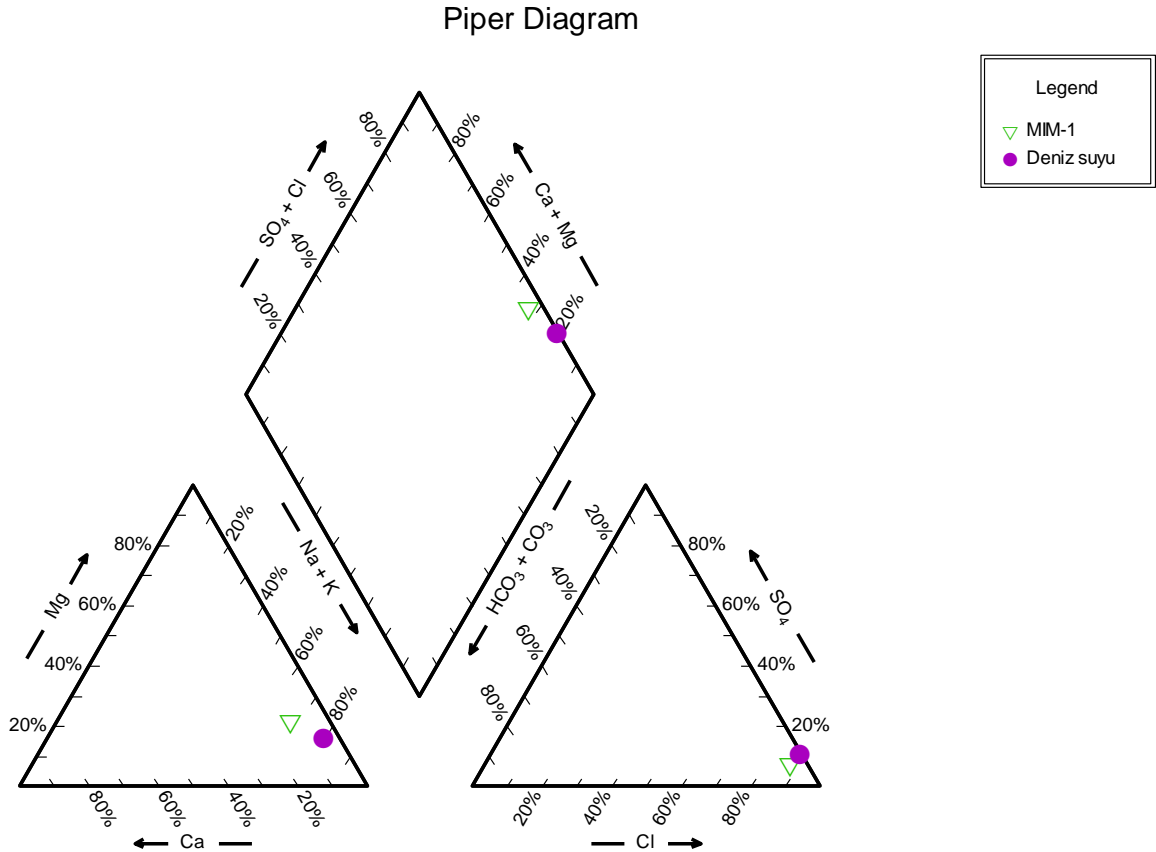
Bu kaynaktaki su sıcaklığı 16.6 °C ölçülmüş olup toplam çözülmüş katı madde miktarı 4713 ppm, EC'si 7656 $\mu\text{s}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. Bu suda mineralli sulardaki en yüksek NO_3 değeri (24 ppm) ölçülmüştür. Doğal NO_3 değerlerinin üstünde olan bu değer çevredeki yerleşim alanlarından olası bir kirlenmeye işaret etmektedir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre suyun sodyum klorürlü (Na-Cl tipi) olduğu görülmüştür (Şekil 4.139). Kimyasal olarak deniz suyuna benzerlik göstermektedir (Şekil 4.140 ve Şekil 4.141).



Şekil 4.139 İçmeler kaynağından alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.140 İçmeler kaynağından alınan su örneğinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.141 İçmeler kaynağından alınan su örneğinin Piper diyagramı.

4.16 Sultaniye–Delibey–Kelgirme (Köyceğiz)

Muğla ili sınırları içindeki en önemli jeotermal alan burasıdır (Şekil 4.142). Köyceğiz gölünün güneybatı kıyılarındaki Sultaniye kaplıcalarında bulunan 3 adet doğal çıkış (KSK-1, KSK-2 KSK-3), geçmişte Kaunos medeniyeti tarafından kullanılmakla beraber günümüzde de romatizmal, ortopedik ve cilt hastalıklarına iyi gelmesiyle yörede ve hatta Türkiye’de ünlü bir jeotermal alandır. Sahada Köyceğiz gölü kıyısından çıkan iki adet jeotermal kaynağın (kubbeli hamam ve büyük havuz) arasında 50 m mesafe vardır (Şekil 4.144-4.147). Bu termal kaynaklardan en kuzeybatıda bulunan kubbeli hamam kaynağının 10 m kuzeybatısında kayaların arasından çıkan 25 l/s debiyle akan ve içmece olarak kullanılan bir diğer kaynak mevcuttur (Şekil 4.143). Bu kaynak diğer kaynaklara göre daha soğuktur (19.70 °C) ve içince müşil etkisi göstermektedir. Büyük havuz ve kubbeli hamam kaynaklarının sıcaklıkları ise

sırasıyla 39.20 °C ve 37.00 °C'dir. Sultaniye kaplıcalarının bulunduğu yerde Köyceğiz belediyesinin işlettiği tesisler bulunmaktadır.

Delibey Girmesi diye bilinen termal kaynaklar (KKK-1 ve KKK-3) Sultaniye kaplıcalarının yaklaşık 3 km güneydoğusunda bulunmaktadır. Bu lokasyonda 2 adet kaynak bulunmaktadır. Kaynaklardan biri kayaların arasından nispeten yüksek bir debiyle çıkarken (Şekil 4.148) diğer kaynak bunun 10-15 m uzağında yöre halkının kaplıca olarak kullanmak üzere iptidai bir şekilde inşa ettikleri beton havuzun tabanından kaynamaktadır (Şekil 4.149). Kaynakların çevresinde tesis bulunmamasına rağmen yazın yerli turistlerin çadır kurduğu bilinmektedir.

Dalyan boğazının kıyısında bulunan Kelgirme kaplıcası (KKK-2), Delibey kaplıcasının 5 km güneydoğusunda, Dalyan şehir merkezinin 1.2 km kuzeybatısında (arada Dalyan kanalı olmak suretiyle) bulunmaktadır ve buraya ulaşım ancak tekneyle sağlanabilmektedir (Şekil 4.151). Burada 4-5 adet küçük, debisi 1 l/s'nin altında, kaynak bulunmakta ve bu kaynaklar önünde küçük bir gölcük oluşturarak daha sonra bir kanalla Dalyan Boğazı'na deşarj olmaktadır (Şekil 4.150). Bu su kütlelerinin tabanında da kaynaklar olması muhtemeldir Kaynakların çevresinde gaz çıkışından dolayı yoğun bir koku hissedilmektedir.

Kelgirme termal kaynağının 500 m kuzeyinde, yine Dalyan boğazı kıyısında, çamur banyoları olarak bilinen jeotermal sahada, işletme sahibi İrfan Tezbiner izin vermediği için örnek alınamamış ve fizikokimyasal parametre ölçümü yapılamamıştır.

Sahada (EK-1 ve EK-3) gösterilen lokasyonlarda Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (M.T.A.) MKS-1 ve MKS-2 olarak isimlendirdiği sırasıyla 102 ve 265 m derinliğe sahip iki adet kuyu açmıştır. MKS-1 artezyen yapmaktadır. MKS-1'in ağzında kilit olduğu ve MKS-2'nin de üzerinde pompa bulunmadığı için örnek alınamamıştır.



Şekil 4.142 Köyceğiz Sultanîye kaplıcalarının girişi.



Şekil 4.143 Kubbeli hamam kaynağı ile arasında yaklaşık 10 m mesafe olan ve içme olarak kullanılan kaynak (Köyceğiz Gölü'nün taşıdığı ve kaynağın debisinin arttığı bir dönemde örnekleme yapılmıştır).



Şekil 4.144 Yağmur suları çekildikten sonra Sultaniye’de büyük havuzdan KSK-2 örneği alınışı (Bu kaynak 39.°C ile Muğla ilinin en sıcak kaynağıdır)



Şekil 4.145 Büyük havuzun sıcak su çıkışı olan tarafından ölçümler ve örnekleme yapılışı.



Şekil 4.146 Sultaniye sıcak su kaynaklarından diğeri kubbeli hamamdır. Yoğun yağışlardan dolayı 08.01.2012 tarihinde Köyceğiz Gölü taşmış ve bu kaynaktan örnek alınabilmesi için 24.03.2012 tarihine kadar Köyceğiz Gölü'nün çekilmesi beklenmiştir. Sağ tarafta içme (KSK-1) görülmektedir.



Şekil 4.147 Sultaniye kubbeli hamamın içi.



Şekil 4.148 Köyceğiz Delibey girmesindeki KKK-1 örnek lokasyonu.



Şekil 4.149 Delibey girmesi diye bilinen kaynakta inşa edilmiş iptidai havuz (Bu havuzun tabanındaki çatlaklardan kaynayan su (KKK-3) kayaların arasından gelen sudan (KKK-1) daha sıcaktır).

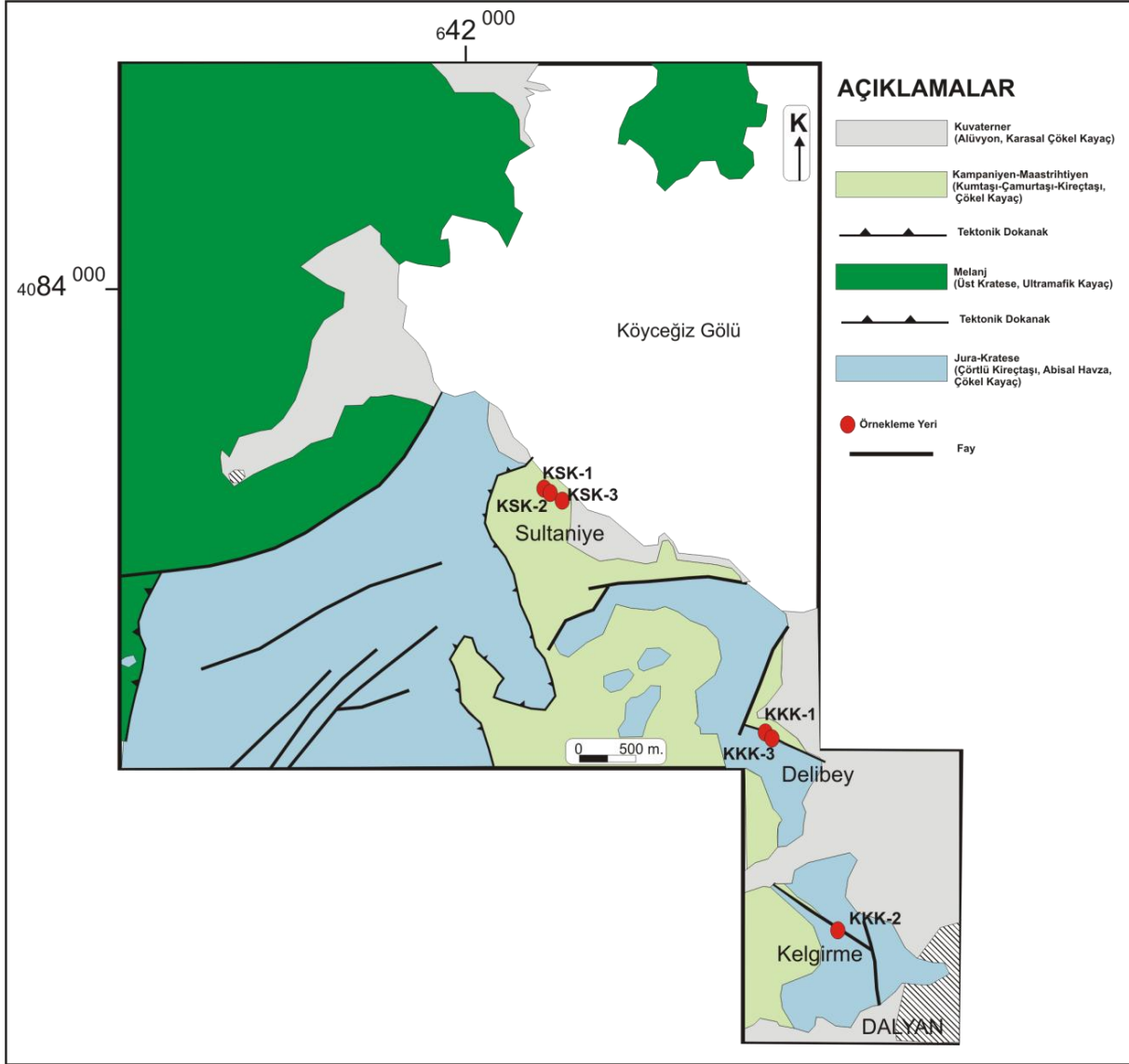


Şekil 4.150 Kelgirme olarak bilinen termal kaynağın genel görünümü (Su kütlesinin örnekleme yapılan kısmında 4-5 adet debisi 1 l/s'nin altında kaynak gözlenmiştir ancak su kütlesinin tabanında da kaynaklar olması muhtemeldir).

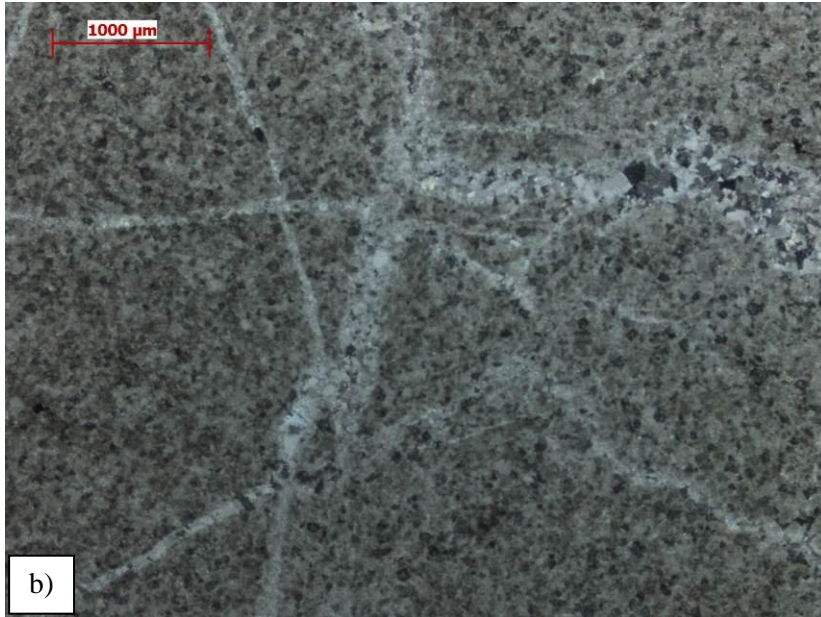
4.16.1 Jeoloji

Sultaniye-Delibey-Kelgirme sahası Fethiye O21a1, a3 ve a4 paftalarında yer almaktadır (Şekil 4.151). Alanda yüzeyleyen kaynak suları Dalyan şehir merkezinin kuzeydoğusunda yüzlek vermektedir. İnceleme alanındaki temel birimler Jura-Kratase yaşlı çörtlü kireçtaşı ile başlar ve tektonik olarak Üst Kratase yaşlı melanja ait birim ile örtülür. İstif tektonik olarak Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşından oluşan çökel bir istifile devam eder. Alandaki en genç birimleri karasal özellik gösteren Kuvaterner yaşlı kayaçlar oluşturur. Sultaniye'deki kaynaklar Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı kırıntılı istifile Jura-Kratase yaşlı karbonat istifine yakın kesimlerde yüzeylenmektedir. Kelgirme bölgesindeki kaynaklar ise fay kontrollü olarak Jura-Kratase yaşlı karbonatlar içersinde yüzlek vermektedir.

Sultaniye'den alınan kayaç örneği koyu gri renkli, damarlarla kesilmiş kireçtaşıdır (Şekil 4.152a). İnce kesitte ince taneli karbonat kayaçlarda damarlar halinde farklı kalınlıkta gelişen kalsit damarları gözlenmiştir. (Şekil 4.152b).

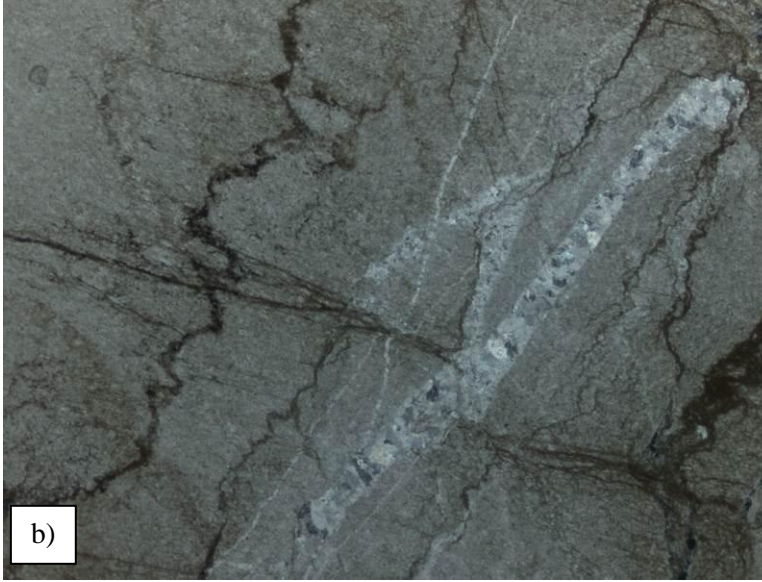


Şekil 4.151 Sultaniye, Delibey ve Kelgirme (Köyceğiz) alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Fethiye O21 paftasından alınmıştır).



Şekil 4.152 Köyceğiz Sultaniye'den alınan dolomitik kireçtaşının a) el örneğinde b) ince kesitte (çift nikol) görünümü

Delibey'den alınan kayaç el örneğinde grimsi bej renkli ve ince tanelidir. İnce kesitte de yönlenme ve kayacı kesen ince taneli karbonat damarları gözlenmektedir (Şekil 4.153).



Şekil 4.153 Köyceğiz Delibey’den alınan kalk şist kayacının a) el örneğinde b) ince kesitte (çift nikol) görünümü.

Kelgirme’den alınan kireçtaşı örneği diğer bölgelerdekilere göre en ince taneli dokuya sahiptir. El örneğinde bej renkli olan kayaç kuvars ve kalsit damarları içermektedir (Şekil 4.154a). Kuvars damarları kataklastik deformasyona uğramıştır. Kuvars kristalleri imbrike bir yapı sunarlar ve dalgalı sönme gösterirler. Bunlara paralel-yarı paralel halde daha ince ve deformasyon izleri taşımayan kalsit damarları da vardır (Şekil 4.154b).



Şekil 4.154 Köyceğiz Kelgirme lokasyonundan alınan kireçtaşının a) el örneğinde; b) ince kesitte (çift nikol) görünümü.

4.16.2 Su Kimyası

Sultaniye-Delibey-Kelgirme sahasındaki sıcaklıklar, toplam çözünmüş katı madde miktarları ve jeotermometre sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiş ve Şekil 4.158'de görselleştirilmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre Na-Cl tipinde olduğu görülmektedir. Delibey ve Kelgirme sularında NO₃ derişimleri diğer jeotermal sulara göre oldukça yüksektir (Şekil 4.155). KSK-1 ve KKK-1 örnekleri haricinde suların geneli deniz suyu ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.156 ve Şekil 4.157).

KSK-1 kaynağının sıcaklığı 19.70 °C ile Sultaniye kaplıcasındaki (hatta Kelgirme ve Delibey sahalarındaki) diğer kaynaklardan daha düşüktür ve içme olarak kullanılan bir kaynaktır. İçildiğinde müshil etkisi yaptığı bilinmektedir. Bu durum KSK-1 kaynak suyundaki meteorik su (yağış suyu) oranının diğer kaynaklara göre yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 4.155-4.157).

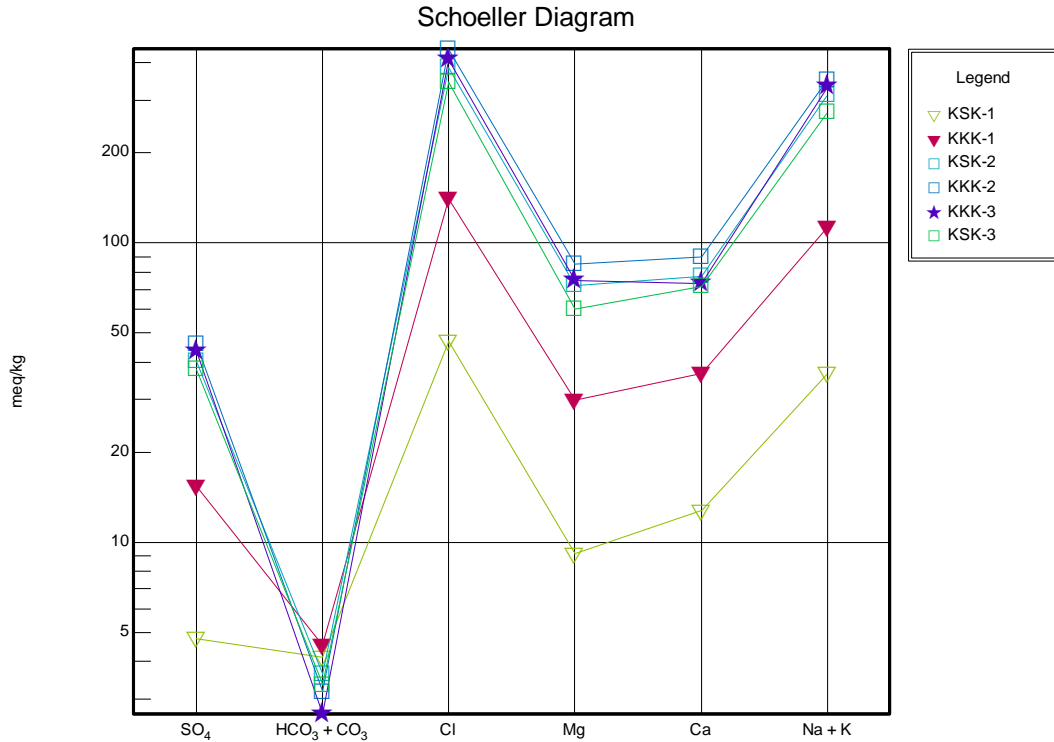
Delibey girmesinde KKK-1 ve KKK-3 diye adlandırılan iki ayrı çıkış noktasından örnek alınmıştır. KKK-1 kaynağı kayaların arasındaki çatlaktan gelmektedir ve KKK-3'ee göre daha yüksek debiyle sahiptir. İkinci örnek ise bu kaplıcayı kullanan halkın yaptığı küçük iptidai beton havuzun tabanından alınmıştır (KKK-3). Bu havuzdan alınan suyun toplam çözünmüş katı madde miktarı sahanın geneliyle tutarlıyken kayaların arasından gelen suyun toplam çözünmüş katı madde miktarı havuzdaki kaynağa göre düşüktür (Şekil 4.156 ve Şekil 4.157). Bu durum kayaların arasından gelen kaynağın meteorik su katkısının daha yüksek olması ile açıklanabilir.

Jeotermometre hesaplamalarına bakıldığında yüksek meteorik su katkısı olduğu düşünülen kaynakların (KSK-1 ve KKK-1) jeotermometre hesaplarından çıkan sonuçlar Sultaniye-Delibey-Kelgirme jeotermal sahasındaki diğer sulara göre daha düşüktür (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.158). Bunun sebebi bu suların jeotermal rezervuardan yeryüzüne çıkarken yolda daha temiz, tatlı ve soğuk su rezervuarıyla bir karışıma uğraması ve silika konsantrasyonunun bu karışım sonucunda düşmesi olabilir. Bu kaynaklar haricindeki kaynaklarla ilgili yapılan jeotermometre hesapları değerlendirildiğinde suların Fournier (1977)'ye göre 57 °C civarında, Fournier ve Potter'a (1982) göre 140 °C civarında bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir. Akışkan

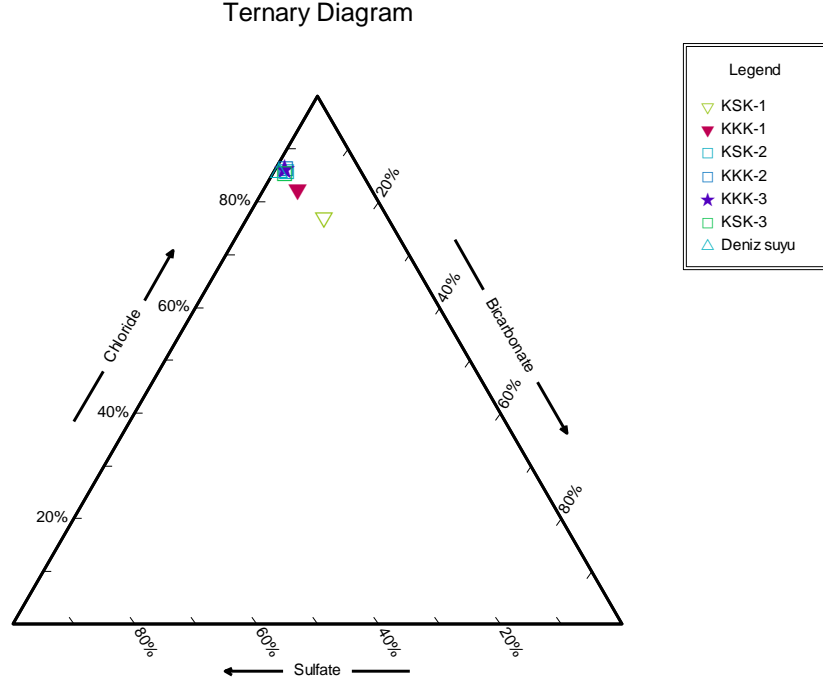
mineral dengesi jeotermometreleri ise 40 °C ile 90 °C arasında bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.159).

Çizelge 4.2 Sultaniye-Delibey-Kelgirme jeotermal kaynaklarına ait sıcaklık, toplam çözünmüş katı madde (TÇK) miktarlarını ve silika jeotermometresi hesaplama sonuçları.

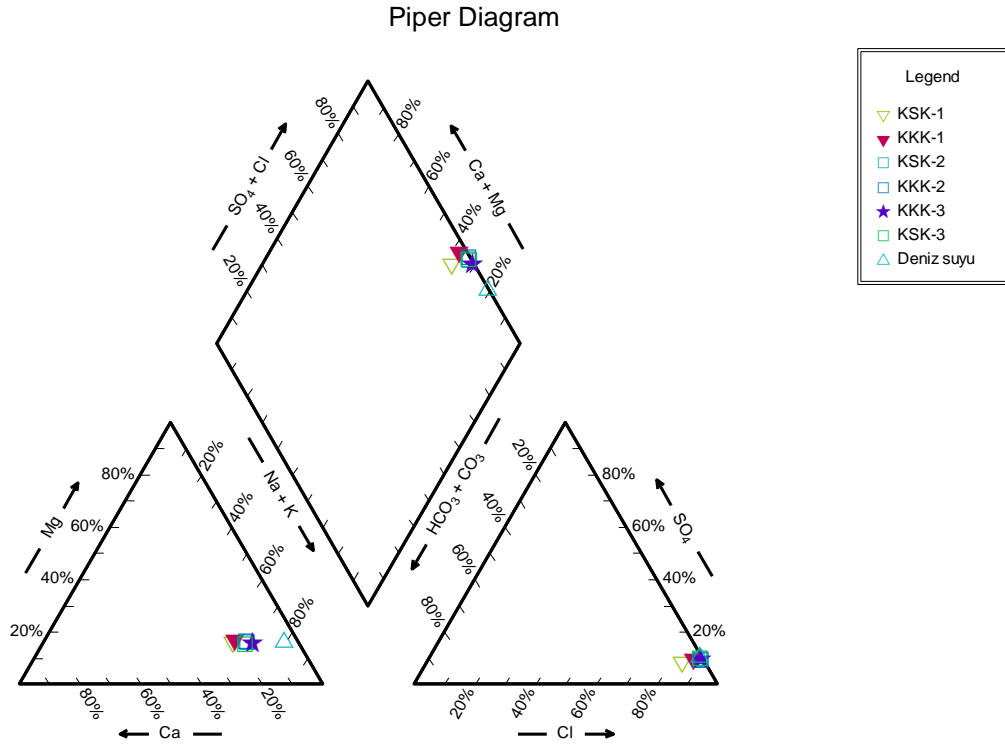
Lokasyon	Örnek no	Sıcaklık (°C)	TÇK (ppm)	Jeotermometre (°C)	
				Fournier (1977)	Fournier ve Potter (1982)
Sultaniye	KSK-1	19.70	3414	28.1	109.3
	KSK-2	39.20	25651	58.6	143.0
	KSK-3	37.00	22934	57.6	142.0
Delibey	KKK-1	29.88	9863	42.1	125.3
	KKK-3	30.50	27264	58.5	142.9
Kelgirme	KKK-2	36.89	29380	54.1	138.2



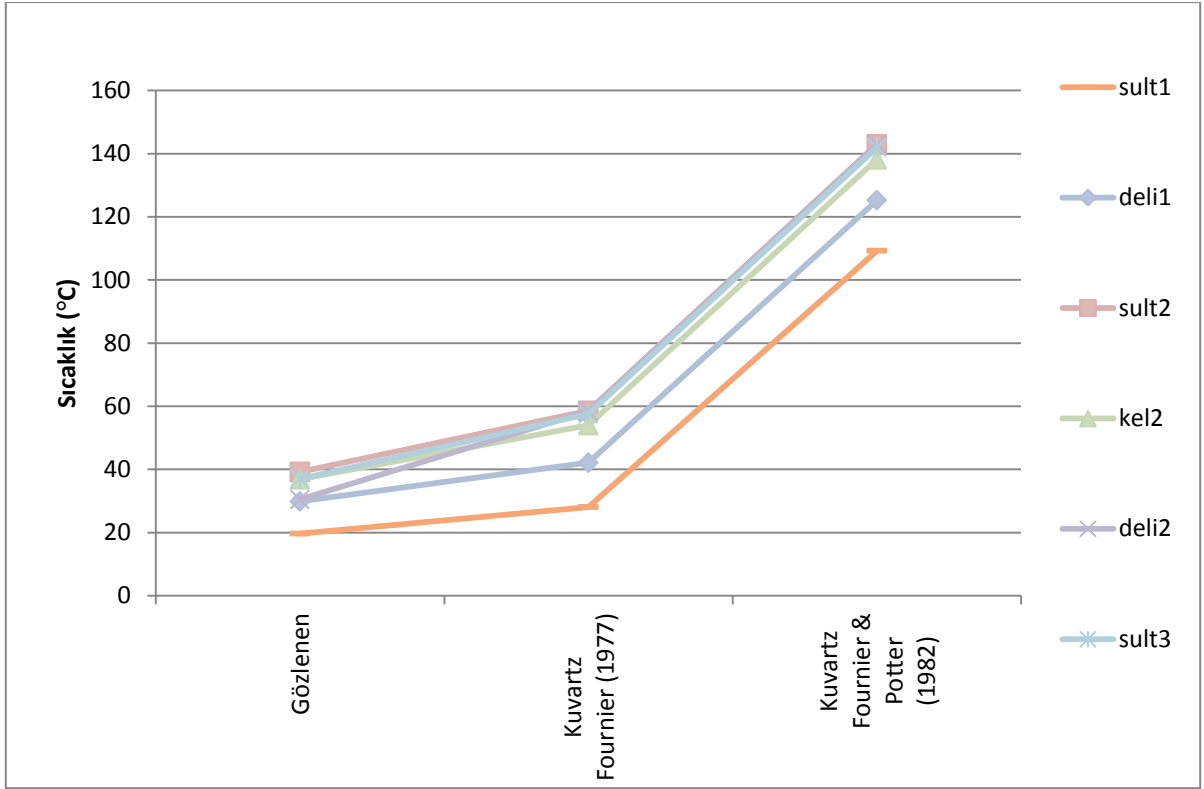
Şekil 4.155 Sultaniye-Delibey-Kelgirme kaynaklarından alınan su örneklerinin Schoeller diyagramı.



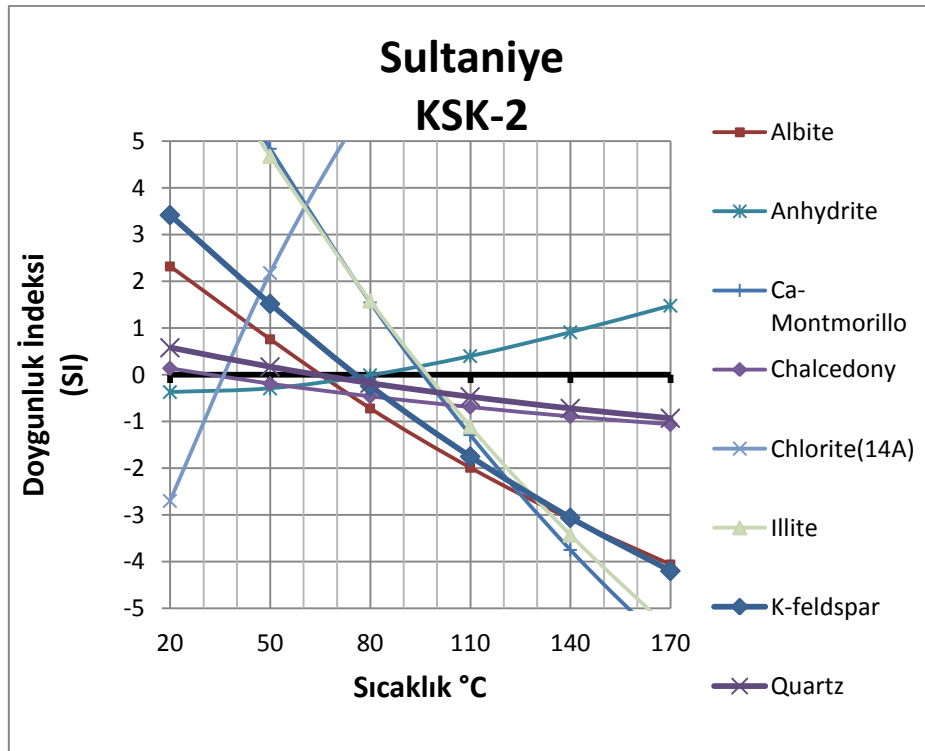
Şekil 4.156 Sultaniye-Delibey-Kelgirme kaynaklarından alınan su örneklerinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.157 Sultaniye-Delibey-Kelgirme kaynaklarından alınan su örneklerinin Piper diyagramı.



Şekil 4.158 Sultaniye-Delibey-Kelgirme kaynakları için silika jeotermometresi sıcaklıkları.



Şekil 4.159 Sultaniye KSK-2 kaynağının doygunluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

4.17 Toparlar (Köyceğiz)

Köyceğiz ilçesi Toparlar beldesinin yaklaşık 3.5 km batısında, Köyceğiz–Muğla karayolunun solunda sığla ağaçları arasında bir kaynak mevcuttur (Şekil 4.160 ve Şekil 4.161). Bu kaynak halk tarafından “yara suyu” olarak tanınmaktadır. Bazı cilt hastalıklarına iyi geldiği ve yaraların iyileşmesini hızlandırdığı bilinmektedir. Toparlar Belediye Başkanı tarafından yeri gösterilen sahada, suyun eskiden çıktığı yerin 20-30 m ilerisinden akan kaynak suyundan örnek alınmıştır. Belediye Başkanı bu suyun aslında farklı bir kaynaktan aktığını, örnek alınan lokasyonlarda daha önce su çıkışı olmadığını belirtmiştir. Eskiden çıkan ve yara suyu diye adlandırılan kaynak o an için kurumuş görünmektedir. Ancak her ihtimale karşı 20-30 m ileriden çıkan ve debisi 1 l/s'nin altında olan kaynakların birinden (eski kurumuş olan kaynağa daha yakın olan) örnek alınmış ve fizikokimyasal ölçümler yapılmıştır.



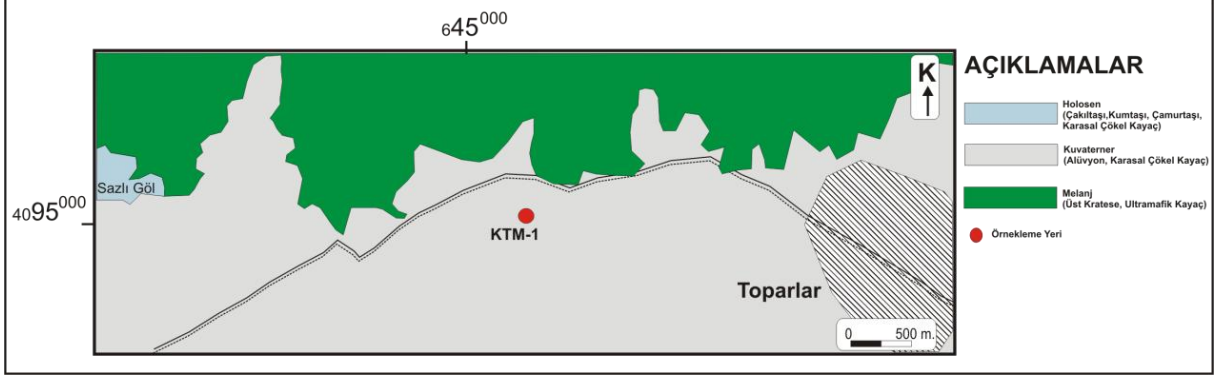
Şekil 4.160 Toparlar'ın 3.5 km uzağındaki sığla ağaçlarıyla çevrili arazideki KTM-1 kaynağı.



Şekil 4.161 KTM-1 kaynağının yakın görünüşü.

4.17.1 Jeoloji

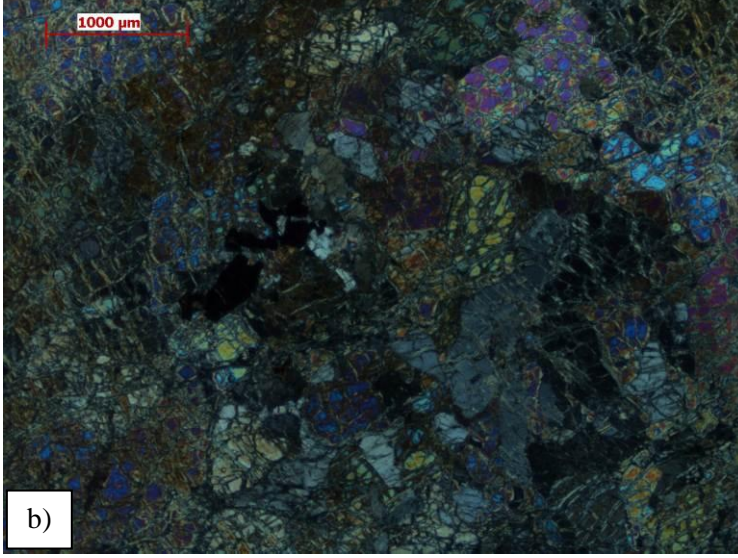
Toparlar sahası Fethiye O21a2 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.162). Alanda yüzeylenen mineralli su örnekleri Toparlar köyünün yaklaşık 3 km kuzeybatısında yüzlek vermektedir. Alanda temel birimleri Üst Kratese yaşlı melanaj özelliğindeki kayalar oluşturur. İstifin en üst kesimlerini Kuvaterner yaşlı alüvyon çökelleri ve Holosen yaşlı karasal özellikler sunan çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı aralanmasından meydana gelen silisiklastik istif oluşturur. Toparlar mineralli suyu, Kuvaterner yaşlı alüvyon örtü içinde haritalanamayacak boyutta mostra veren temel kayalarla ilişkili yüzlek vermektedir. (Şekil 4.162).



Şekil 4.162 Toparlar (Köyceğiz) alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Fethiye O21 paftasından alınmıştır).

Toparlar lokasyonundan alınan kayaç örneği kahve renkli meta-ultramafik kayaç örneğidir. El örneğinde altere bir görünümü olan kayacın ince kesitinde olivin, ortopiroksen, klinopiroksen ile serpantin mineralleri gözlenmektedir. Özşekilli-yarı özşekilli olivin kristallerine daha iri taneli piroksen ve tali opak mineraller eşlik ederler. Serpantin tipik ağ dokusunu oluşturmaktadır. Kayaç meta-peridotit olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.163).

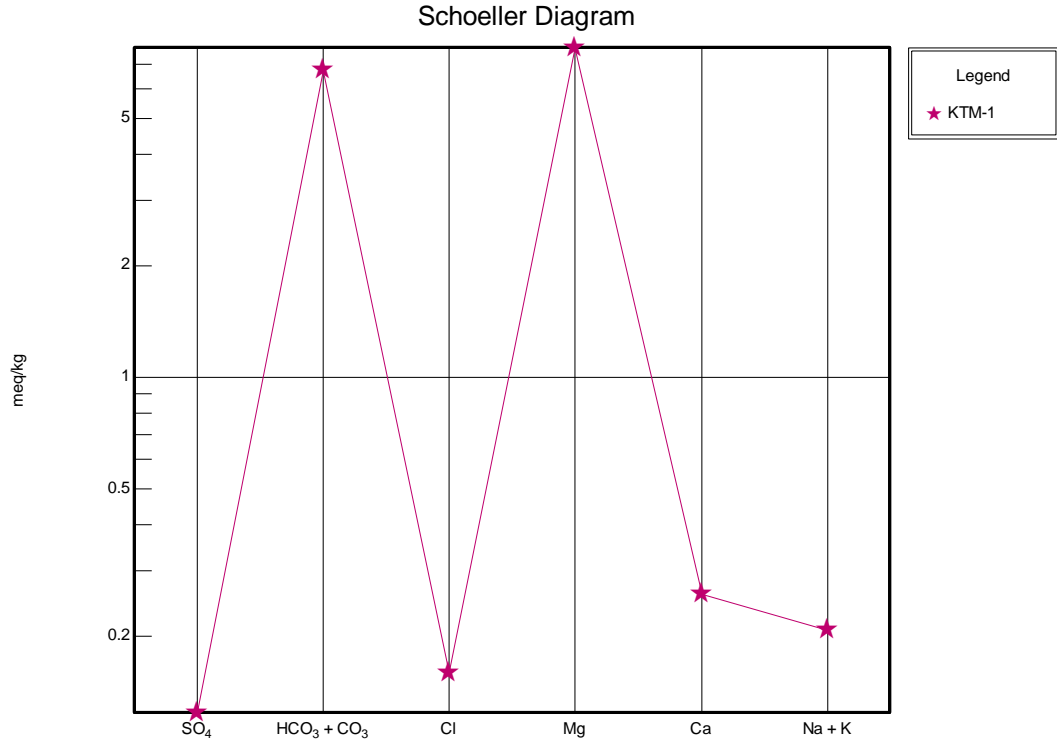




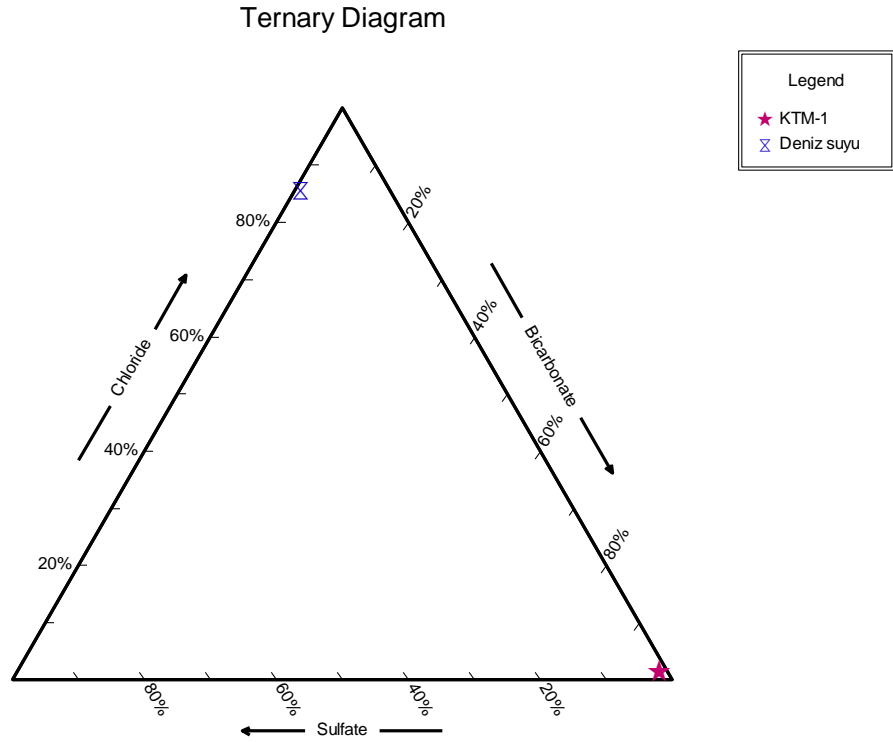
Şekil 4.163 Toparlar alanından alınan kayaç örneğinin a) makro ve b) ince kesitte (çift nikol) görünümü.

4.17.2 Su Kimyası

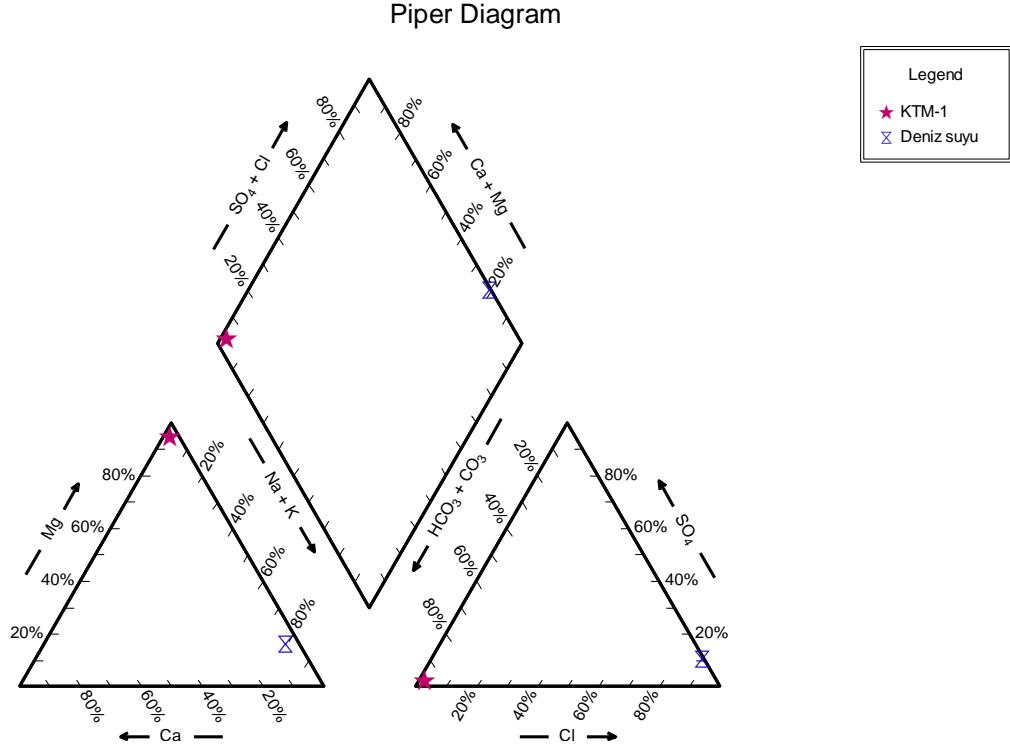
Bu kuyudaki su sıcaklığı 16.4 °C ölçülmüş olup toplam çözünmüş katı madde miktarı 574 ppm, EC'si 635 µs/cm olarak bulunmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre magnezyum bikarbonatlı (Mg-HCO₃ tipi) olduğu görülen suda herhangi bir kirlilik ögesine rastlanmamıştır (Şekil 4.164-166). Halk tarafından “yara suyu” diye adlandırılan şimdilerde kurumuş olan eski kaynak yerinin 20-30 m ilerisinden çıkan kaynaktan alınan bu suyun mineralli su olma vasfı yoktur. Bu lokasyonda yeraltı suyunun kaynak olarak yeryüzüne çıkışı temel birimlerde gözlenen kırık ve çatlak sistemine bağlı olarak gelişmiştir. Ancak mevcut kaynaklar temiz/tatlı özelliktedir ve eskiden akan, kimyası itibariyle şifalı olduğuna inanılan su, muhtemelen, bu su değildir.



Şekil 4.164 Toparlar KTM-1 kaynağından alınan su örneğinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.165 Toparlar KTM-1 kaynağından alınan su örneğinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.166 Toparlar KTM-1 kaynağından alınan su örneğinin Piper diyagramı.

4.18 Ortaca–Dalaman (Ortaca–Dalaman)

Ortaca–Dalaman jeotermal sahası Dalaman Ovası'nın güneyinde, alüvyon sınırında ortaya çıkan 4 adet lokasyondan oluşmaktadır:

1. Musalar kaynağı Güzelyurt köyünün 2.5 km batısında Musa Dağı'nın eteğindeki bir mağaradan çıkış yapan bir kaynaktır (Şekil 4.167-169). Suyun debisi 100 l/s'nin üstündedir ve sıcaklığı 25.79 °C olarak ölçülmüştür. Kaynağın yakınlarında bir girişimci bazı tesisler yapmaya başlamış ancak işletmeye açmadan yarım bırakarak burayı terk etmiştir (Şekil 4.170). Mağaranın tavanında ve duvarında kepçeyle hafriyat/tadilat yaparken mağaranın tavanından bir miktar malzeme çökmüştür (Şekil 4.167). Başka bir girişimci Musa Dağı'nın tepesine doğru kaynağın 100 m kuzeyinde 30 m kotta, mağaranın üstüne denk gelecek şekilde bir sondaj yapmış ve kullanmadan terk etmiştir (Şekil 4.171). Sondaj kuyusunda statik seviye 0 metredir, yani yeraltı suyu kuyunun ağzına kadar yükselmiştir (Şekil 4.172).

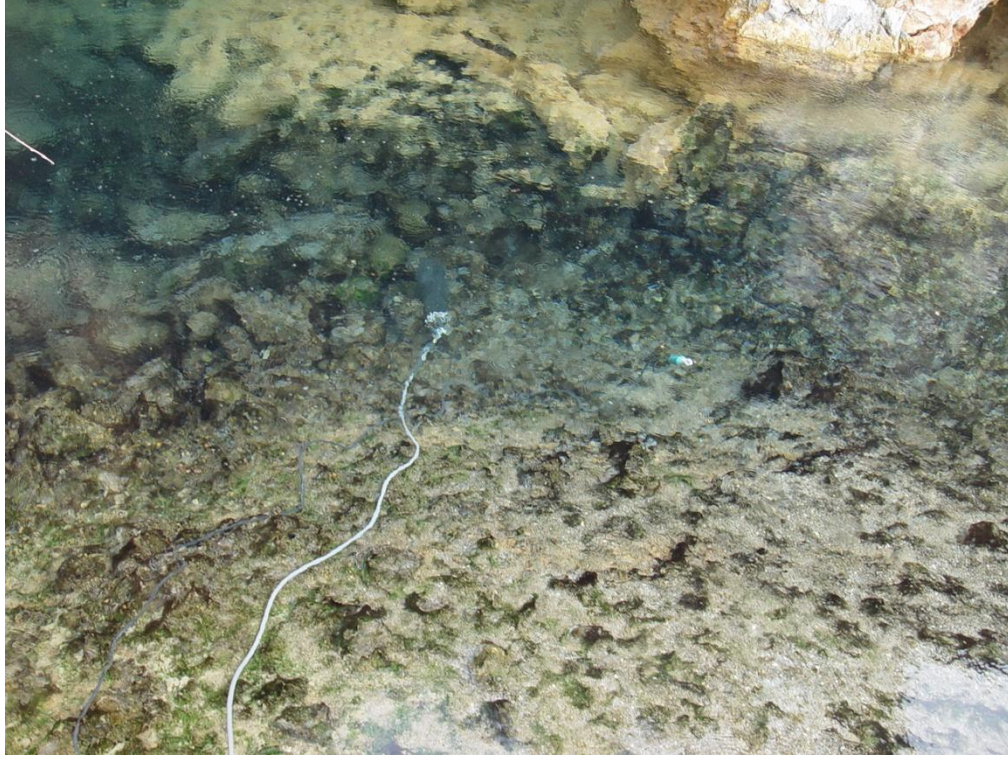
2. Çürükardı kaynağı (Şekil 4.173-4.176) Çürük Dağı'nın ardında olduğu için bu ismi almıştır. Kaynak Fevziye köyü tarafından işletilmektedir ve Musalar kaynağının 3.5 km güneydoğusunda yer almaktadır. Bu kaynağın 250 m. güneydoğusunda M.T.A.'nın yaptırdığı bir sondaj bulunmaktadır (Şekil 4.177). Arazi çalışmalarının yapıldığı zamanda bu sondajda delgi işlemi devam etmekteydi. Kaynaklardan kabarcıklar halinde bir gaz çıkışı gözlenmemesine rağmen yoğun koku hissedilmektedir. Örnek alınan iki büyük kaynak dışında 3-4 adet küçük kaynak bulunmaktadır.
3. Thermemaris Otel' in üzerinde bulunduğu 5 adet termal kaynaktan fizikokimyasal ölçümler yapılmış ve su örnekleri alınmıştır (Şekil 4.178-4.180).
4. Ortaca–Dalaman jeotermal sahasındaki diğer kaynak çıkış lokasyonu Kapukargın köyü yakınlarındaki Kükürtlü Pınar diye adlandırılan yerdir. Alınan ilk iki örnek (DKK-1 ve DKK-2) Kapukargın köyü yolu üzerinde bulunan kaynaklardan alınmıştır (Şekil 4.181-4.184). Diğer iki kaynak (DKK-3 ve DKK-4) ise bu kaynakların doğusunda, patika ile ulaşılan bir lokasyonda bulunmaktadır (Şekil 4.185-4.187). İkinci kaynak lokasyonunda 5-6 kaynak çıkışı gözlenmiş temsili 2 tanesinden ölçüm yapılmış ve analiz için örnek toplanmıştır. Her iki kaynak lokasyonunun (yol kenarı ve iç taraf) ön tarafında kaynaklardan çıkan suyla oluşmuş küçük gölcükler mevcuttur. Bu kaynakların 1-2'sinin bu yıl yeni ortaya çıktığı yöre halkınca ifade edilmiştir.



Şekil 4.167 Musa Dağı'nın eteğindeki mağaradan çıkan OMK-1 kaynağının genel görünümü. İşletmecinin mağaranın duvarlarında yapmaya çalıştığı hafriyat sonucu yıkılan mağara tavanı.



Şekil 4.168 Mağaranın içinin yakından görünümü (Bu mağara çok bilinmemekle beraber dikkate değer bir güzellik sergilemektedir).



Şekil 4.169 Musalar (OMK-1) suyunun çıktığı mağara tabanının yakın görünüşü (100 l/s'nin üzerinde bir debide su çıkışı gözlenmektedir).



Şekil 4.170 Bir girişimcinin Musalar kaynağının ön tarafında yapmaya çalıştığı tesisler (Çamur banyosu tarzında bir tesis yapmak istediği yerel halk tarafından ifade edilmektedir).



Şekil 4.171 Musalar'da başka bir girişimci mağaranın hemen üzerindeki bir düzlükte bir sondaj kuyu açtırmış muhtemelen aradığı sıcaklık ve/veya debiye ulaşamadığı için sondajı terk etmiştir.



Şekil 4.172 Sondaj kuyu başının yakın görünümü. Su seviyesinin kuyunun ağzında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.173 Çürükardı OÇK-1 kaynağı.



Şekil 4.174 Çürükardı OÇK-2 kaynağı.



Şekil 4.175 İki kaynağın (OÇK-1, OÇK-2) birlikte görünümü.



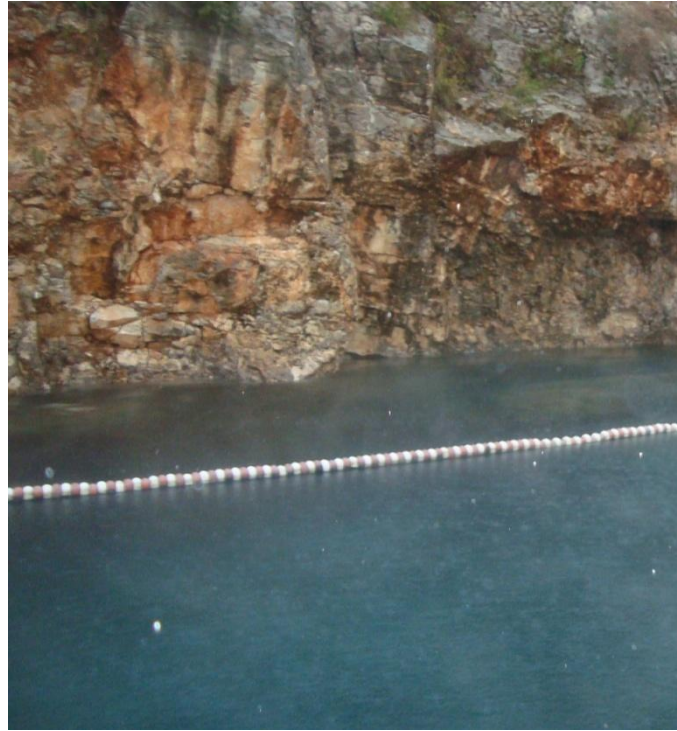
Şekil 4.176 Çürükardı kaynaklarının önünde halkın suya girebileceği bir gölcük oluşmuştur.



Şekil 4.177 Çürükardı kaynaklarının bulunduğu yerin yaklaşık 250 m güneydoğusunda M.T.A.'nın özel bir sondaj firmasına ihale etmek suretiyle yaptırmakta olduğu sondaj kuyusu şantiyesi.



Şekil 4.178 Thermemaris otelinin yürüme parkurunun yanındaki havuz (DTK-1 numaralı kaynak termal su havuzunun tabanından çıkmaktadır).



Şekil 4.179 Thermemaris otelinde büyük doğal havuz (DTK-2 numaralı kaynak termal su havuzunun tabanından kaynamaktadır).



Şekil 4.180 Thermemaris oteli. İçme kürü diye adlandırılan kaynak (DTK-4) (suyunun sindirim sistemine iyi geldiğine inanılmaktadır).



Şekil 4.181 Kapukargın DKK-1 numaralı kaynağın genel görünüm.



Şekil 4.182 Kapukargın DKK-1 kaynağının yakın görünümü.



Şekil 4.183 Kapukargın DKK-2 kaynağının genel görünümü.



Şekil 4.184 Kapukargın DKK-2 kaynağının yakın görünümü.



Şekil 4.185 Kapukargın DKK-3 ve DKK-4 kaynaklarının genel görünümü (Kaynakların önünde bir gölcük oluşmuştur).



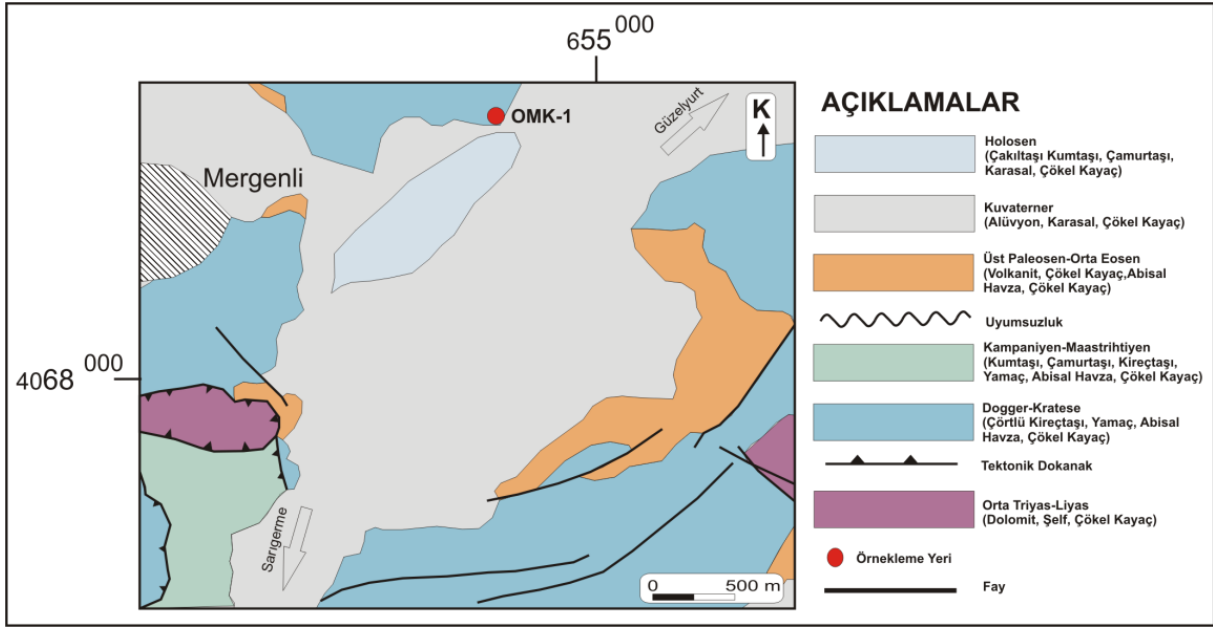
Şekil 4.186 Kapukargın DKK-3 kaynağının genel görünümü.



Şekil 4.187 Kapukargın DKK-4 kaynağının yakın görünümü.

4.18.1 Jeoloji

Musalar (Ortaca) alanı Fethiye O21d2 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.188). Kaynak su lokasyonu Mergenli köyünün 1 km kuzeydoğusunda yüzlek vermektedir. İnceleme alanındaki en yaşlı birimleri Orta Triyas-Liyas yaşlı dolomitik kayalar oluşturur ve tektonik olarak Dogger-Kratese yaşlı yamaç özellik gösteren çörtlü kireçtaşlarına geçer. İstif Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşından oluşan kırıntı/karbonat kayaları ile devam eder ve uyumsuz olarak Üst Paleosen Orta Eosen yaşlı volkanit arakatlı çökel kayalar ile üzerlenir. Tüm istif Kuvaterner ve Holosen yaşlı genç karasal çökeller ile devam eder. İnceleme alanındaki kaynak çıkış noktası Holosen yaşlı karasal özellik gösteren çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ardalanmasının yüzeylendiği kırıntılı bir istifte yüzlek vermektedir.



Şekil 4.188 Musalar (Ortaca) alanının genelleştirilmiş jeolojik haritası (M.T.A. Fethiye O21 paftasından alınmıştır).

Musalar lokasyonundan derlenen el örneği bej-gri renkli karbonat kayacıdır. İncelemelerde ince taneli kayacı kesen ince taneli ve daha iri taneli kalsit damarları gözlenmiştir (Şekil 4.189).

Çürükardı ve Kapukargın (Dalaman) alanında yüzeylenen kaynaklar Fethiye paftası O21c1 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.190). Örnek alınan jeotermal kaynaklar Çürükardı köyünün güneybatısında ve Kapukargın köyünün kuzeybatısında yer almaktadır. Alandaki en yaşlı birimleri Orta Triyas-Liyas yaşlı dolomitik kayaçlar oluşturmaktadır. İstif tektonik bir dokanakla Resiyen-Alt Triyas yaşlı karasal özellikler sunan çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ardanmalı birimle üzerlenir. Liyas yaşlı dolomit ve Jura-Dogger-Kratase yaşlı çörtlü kireçtaşları ile devam eden birim tektonik olarak Kratase yaşlı peridotitik bileşimli kayaçlar ile üzerlenir. İstif tektonik olarak Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı Kireçtaşı, Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı volkanoklastik kayaçlar, Eosen yaşlı kireçtaşı, Alt Miyosen yaşlı kireçtaşları ile devam eder. İstif, Orta Eosen-Alt Miyosen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı ardanması ile uyumsuz olarak üzerlenir. Kuvaterner yaşlı yamaç molozları, birikinti konisi, alüvyon çökeller tüm istif



Şekil 4.189 Musalar (Ortaca) bölgesinden alınan kayacın a) el örneğinde genel görünümü; b) ince taneli mikritik karbonatlı kayacı kesen kalsit damarlarını gösteren fotomikrograf (çift nikol).

uyumsuz olarak üzerler. Çürükardı köyünün güneybatısındaki kaynaklar, karasal çökel özellik taşıyan Kuvaterner yaşlı birimlerin içerisinde gözlenmektedir. Kapukargın köyünün kuzeybatısında yüzeylenen örnekler ise karasal kökenli Kuvaterner yaşlı birimler ile Orta

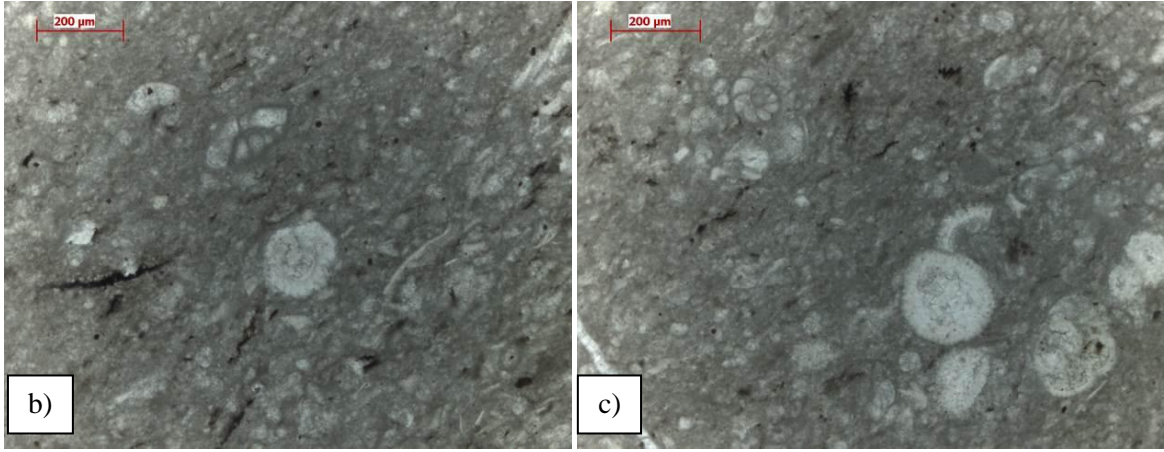
Eosen-Alt Miyosen yaşlı kumtaşı-çamurtaşı birimlerinin sınır dokanağına yakın kesimlerde yüzeylenmektedir. Kapukargın köyünün kuzeybatısındaki kaynak sularının çıkışı bu alanda KB-GD doğrultusunda uzanan tektonik hatta bağlı olarak gelişmiş olmalıdır. Dolayısıyla kaynak suların bu alandaki çıkışları fay kontrollü olarak gerçekleşmiş olmalıdır.

Kaynak bölgesinde kireçtaşıdan alınan el örneği koyu gri renklidir ve beyaz renkli kalsit damarlarıyla kesilmiş haldedir (Şekil 4.191a). Mikroskop ile petrografik incelemede ise ince taneli kayaçta fosiller gözlenmiştir (Şekil 4.191).

MUĞLA 'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ



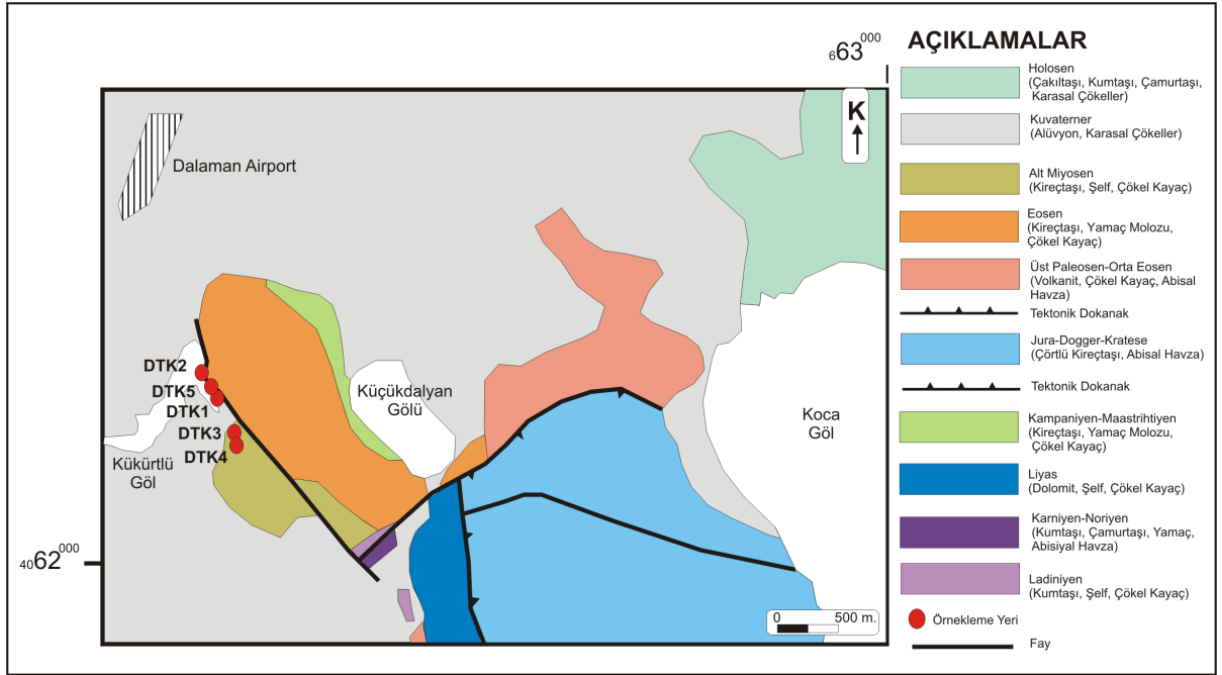
Şekil 4.190 Çürükardı-Kapıkargın (Dalaman) alanının jeolojik haritası (M.T.A. Fethiye O21 paftasından alınmıştır).



Şekil 4.191 Kapukargın (Dalaman) lokasyonundan alınan fosilli kireçtaşının a) el örneği b) ve c) fotomikrografında kayacın genel dokusu ve fosillerin görünümü (tek nikol).

Thermemaris alanı Fethiye O21c1 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.192). Alanda yüzeylenen kaynaklar Kargın Gölü'nün kuzeybatısında yüzeylenmektedir. Çalışma bölgesindeki en yaşlı kayaçları Ladiyen yaşlı şelf özellikli kumtaşı oluşturur ve uyumlu bir dokanak boyunca Karniyen-Noriyen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşan silisiklastik bir istifte üzerlenir. İstif Liyas yaşlı dolomit ve Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı kireçtaşları ile devam eder. Birim Jura-Dogger yaşlı çörtlü kireçtaşları ile tektonik dokanaklıdır. İstif tektonik olarak Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı volkanoklastik bir istifte Eosen-Miyosen yaşlı kireçtaşları ile devam eder. İstif Kuvaterner yaşlı alüvyon çökeller ve Holosen yaşlı karasal özellikler sunan çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ardalanmalı genç birimler ile üzerlenir (Şekil 4.192). Alandaki kaynak çıkışları Kuvaterner yaşlı alüvyon

çökeller ile Eosen/Miyosen yaşlı kireçtaşı dokanağına yakın kesimler içinde, fay kontrollü olarak gelişmiştir.



Şekil 4.192 Thermemaris (Dalaman) alanının genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Fethiye O21 paftasından alınmıştır).

4.18.2 Su Kimyası

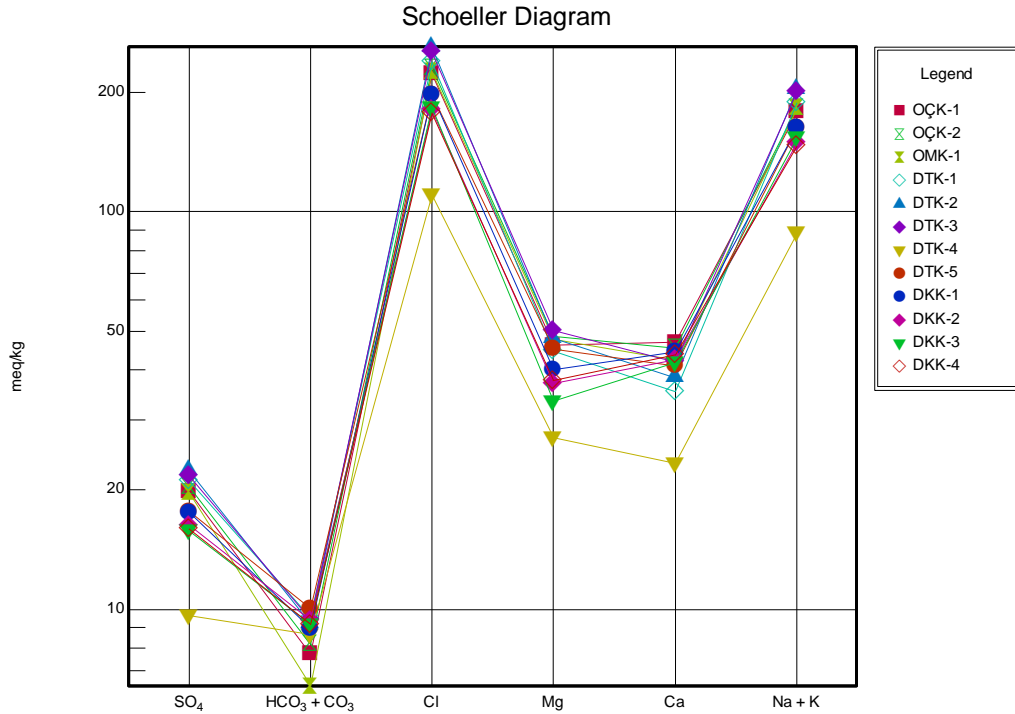
Ortaça–Dalaman sahasındaki sıcaklıklar, toplam çözülmüş katı madde miktarları ve jeotermometre sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre suların sodyum klorür tipinde (Na–Cl tipi) olduğu görülmektedir (Şekil 4.193-4.195). Kapukargın sularının NO_3 içerikleri diğer jeotermal sulara göre oldukça yüksektir. DTK-4 kaynağının düşük toplam çözülmüş katı madde miktarı dikkat çekicidir. İçme olarak kullanılan bu kaynağın içeriğinde diğerlerine göre daha yüksek meteorik su katkısı olduğu açıktır.

Yapılan jeotermometre hesapları değerlendirildiğinde suların Fournier (1977)'ye göre 50 ile 61 °C arasında değişen, Fournier ve Potter'a (1982) göre 134 ile 145 °C arasında değişen bir rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir. Akışkan mineral dengesi

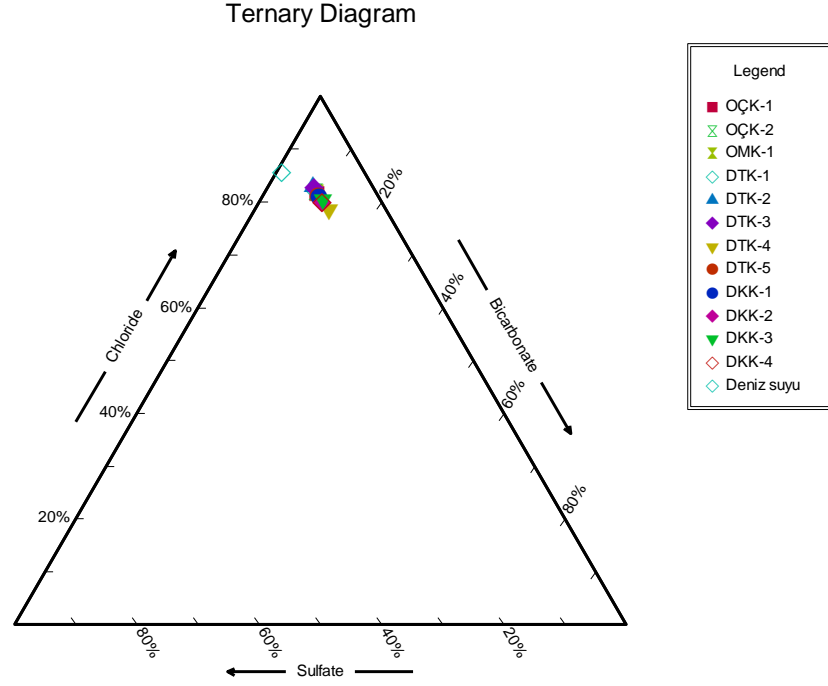
jeotermometreleri ise 40 °C ile 90 c arasında bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.196).

Çizelge 4.3 Ortaca – Dalaman sahası kaynaklarına ait sıcaklık, toplam çözünmüş katı madde (TÇK) miktarlarını ve silika jeotermometresi hesaplamalarını gösterir çizelge.

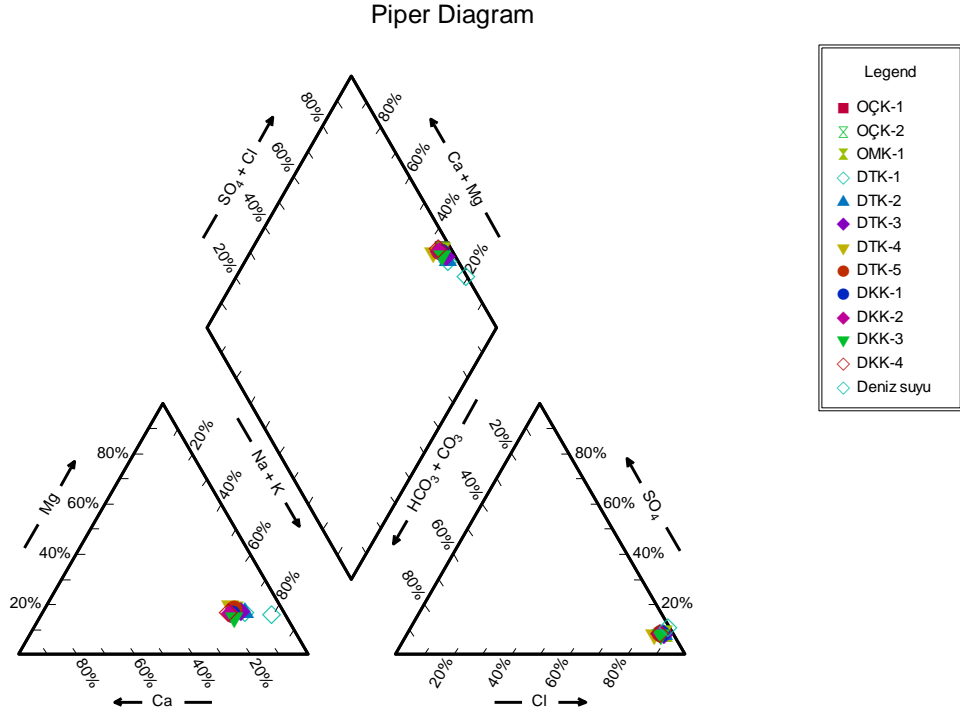
Lokasyon	Örnek No	Sıcaklık (°C)	TÇK (ppm)	Jeotermometre (°C)	
				Fournier (1977)	Fournier ve Potter (1982)
Musa	OMK-1	25.79	15520	61.1	145.6
Çürükardı	OÇK-1	28.70	15412	54.1	138.2
	OÇK-2	28.76	15839	52.6	136.7
Thermemaris	DTK-1	26.94	16051	55.9	140.2
	DTK-2	26.90	17263	54.5	138.7
	DTK-3	26.93	17031	54.5	138.7
	DTK-4	25.90	7897	53.6	137.7
	DTK-5	26.22	13892	55.0	139.2
Kapukargın	DKK-1	28.78	13946	52.6	136.7
	DKK-2	27.81	12895	50.6	134.5
	DKK-3	27.40	13130	51.1	135.1
	DKK-4	28.41	12707	50.1	134.0



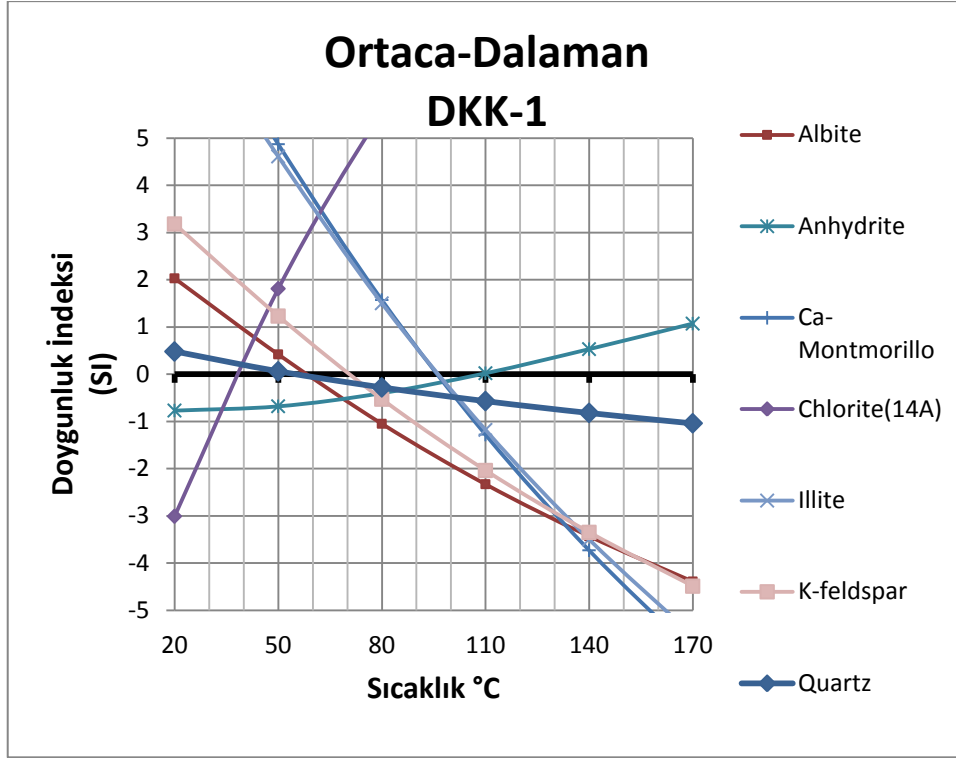
Şekil 4.193 Ortaca-Dalaman kaynaklarından alınan su örneklerinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.194 Ortaca-Dalaman sahası kaynaklarından alınan su örneklerinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.195 Ortaca-Dalaman kaynaklarından alınan su örneklerinin Piper diyagramı.



Şekil 4.196 Kapukargın DKK-1 kaynağının doygunluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

4.19 Girmeler (Fethiye)

Fethiye şehir merkezinin yaklaşık 20 km güneydoğusundaki Girmeler köyü (eski adıyla Gebeler) yakınında bulunan termal kaynaklar 3 adet mağaradan çıkış yapmaktadır. Bu üç mağaradan sadece bir tanesi kaplıca olarak kullanılmaktadır. Bu kaynaklar etrafında Girmeler köyünün işletmesinde olan tesisler bulunmaktadır. Klasik kaplıca mimarisi (sıra banyolar) niteliğinde olan tesislerde 50 oda bulunmaktadır. Su çıkışı olan üç adet mağaradan ikisine tahta merdivenle ulaşılmaktadır. Tahta merdiven döşeli bu iki mağaradan sadece bir tanesinden (Şekil 4.197-4.199) içeri girip örnek alınabilmiş, diğer mağaranın elektrik tesisatı arızalı olduğu için mağaranın içindeki dalgıç pompa aracılığıyla drene edilen sudan örnek alınmıştır (Şekil 4.200-4.202). Üçüncü mağaraya ise girilememiştir. FGK-1 kaynağından çıkan su mağara tabanında 1-1.5 m derinlikte bir su kütlesi oluşturmaktadır ve sıcaklığı 36.10 °C olarak ölçülmüştür. Suyun nereye deşarj olduğu gözlemlenememiştir. Yaz aylarında kullanılmaktadır. Ayrıca, hamile kalamayan kadınların suya girilmesini takiben gebe kaldıklarına inanılmaktadır. Köy muhtarının naklettiğine göre, köyün eski isminin Gebeler olmasının nedeni budur. Termal suyun aynı

zamanda cilt hastalıklarına da iyi geldiğine ve yaraların iyileşmesini hızlandırdığına inanılmaktadır.

Girmeler jeotermal alanında sıcak su çıkışı olan üç küçük mağaranın güneybatısında Dilek mağarası isminde çok daha büyük bir mağara bulunmaktadır. Girişi güvenlik nedeniyle tel örgüyle kapatılmış olan bu mağara, günümüzde turizmin hizmetinde kullanılmamaktadır. Kaynakların yaklaşık 100 m batısında M.T.A.'nın açtığı bir sondaj kuyusu bulunmaktadır (Şekil 4.203). Kilitli olduğu için bu sondajdan örnek alınamamıştır.



Şekil 4.197 Girmeler FGK-1 kaynağının bulunduğu mağara.



Şekil 4.198 Girmeler kaynağının bulunduğu mağara (Mağaralar fay düzlemleri boyunca yer altı suyunun kayaları çözmesiyle oluşmuş karstik boşluklar gözlenmektedir).



Şekil 4.199 Girmeler FGK-1 kaynağının bulunduğu mağaranın tabanı.



Şekil 4.200 Girmeler kaplıcasında örnek alınan ikinci nokta FGK-2.



Şekil 4.201 FGK-2 numaralı kaynağın bulunduğu mağara girişi (Yaz sezonunda kullanıma açılmaktadır).



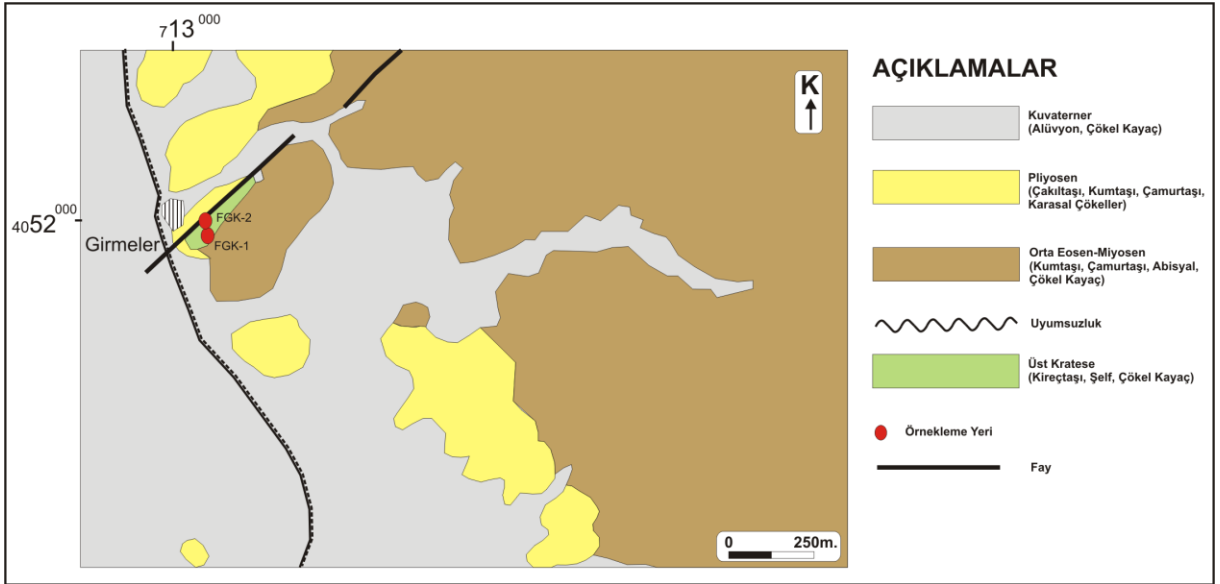
Şekil 4.202 FGK-2 numaralı kaynağın bulunduğu mağaranın girişi.



Şekil 4.203 Girmeler kaplıcalarının 100 m batısında açılan M.T.A. jeotermal sondaj kuyusu.

4.19.1 Jeoloji

Girmeler alanında bulunan kaynaklar Fethiye O22c23 paftasında yüzeylenmektedir (Şekil 4.204). Alandaki en yaşlı birimler, Üst Kratese kireçtaşından meydana gelmiştir. İstif uyumsuz olarak Orta Eosen-Miyosen yaşlı kumtaşı, çamurtaşından meydana gelen bir birimle devam eder ve karasal özellikler gösteren çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşından meydana gelen Pliyosen yaşlı kayalar ile devam eder. Tüm istif Kuvaterner yaşlı alüvyon çökeller ile üzerlenir. Alandaki örnekler Pliyosen-Üst Kratese yaşlı birimlerin tektonik dokanağına yakın bir alanında yüzeylenmektedir. Dolayısıyla jeotermal kaynaklar fay kontrollü olarak gelişmiştir.



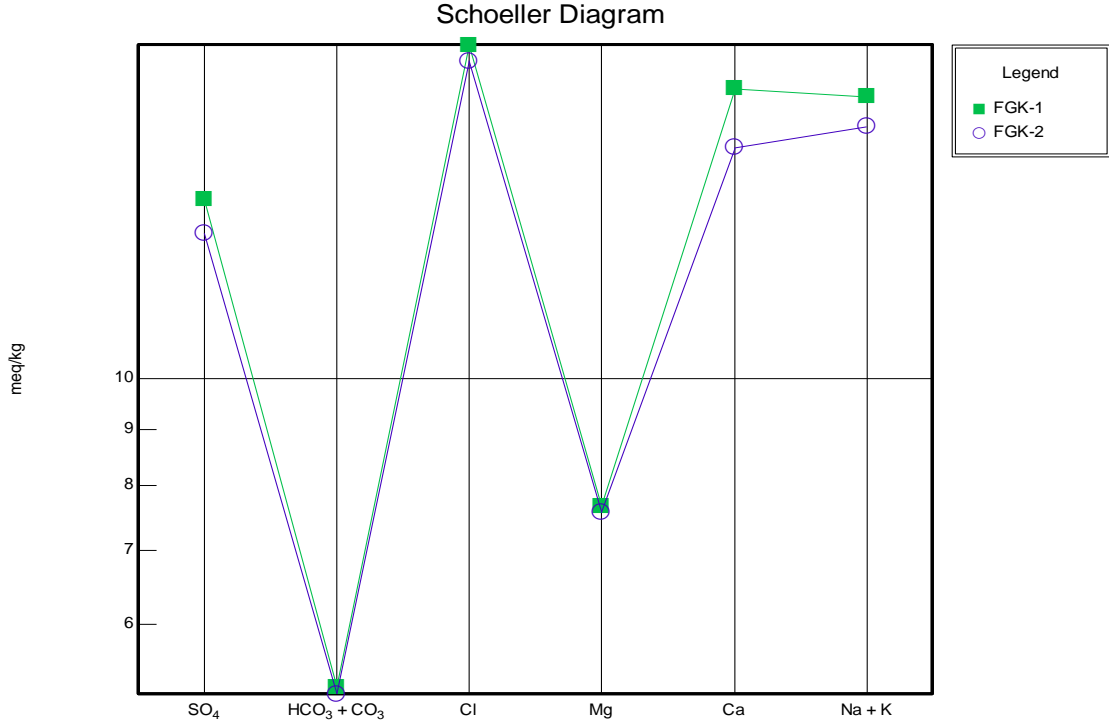
Şekil 4.204 Girmeler (Fethiye) bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (M.T.A. Fethiye O22 paftasından alınmıştır).

4.19.2 Su Kimyası

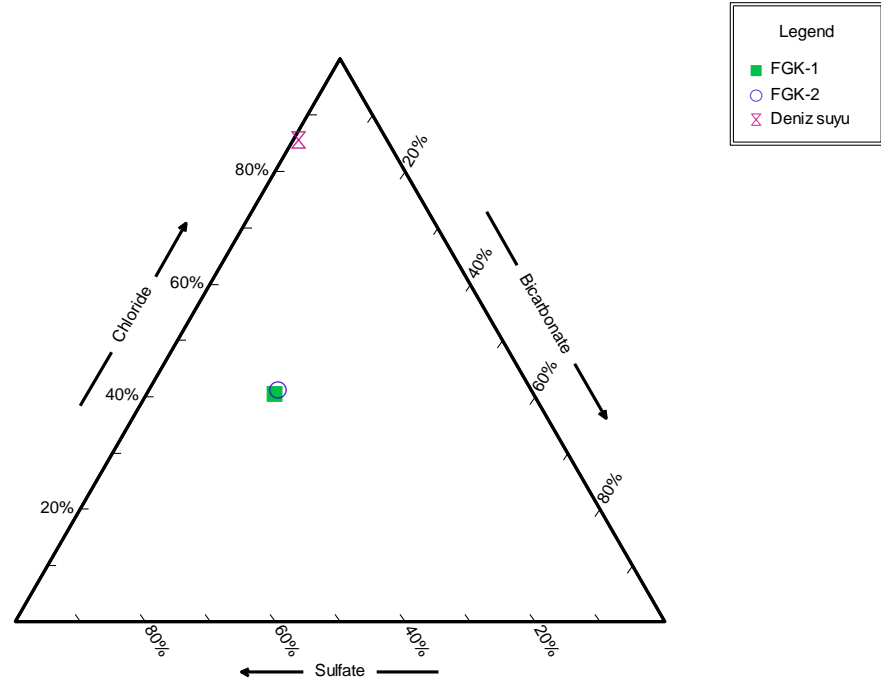
Girmeler kaplıcasında FGK-1 ve FGK-2 olarak adlandırılan iki adet kaynaktan sırasıyla 36.1 °C ve 33.3 °C sıcaklık ölçülmüş olup kaynakların toplam çözünmüş katı madde

miktarı 2600 ppm civarındadır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre kaynaklar karışık klorürlü-sülfatlı (Na-Mg-Ca-Cl-SO₄ tipi) sulardır (Şekil 4.205 - 4.207).

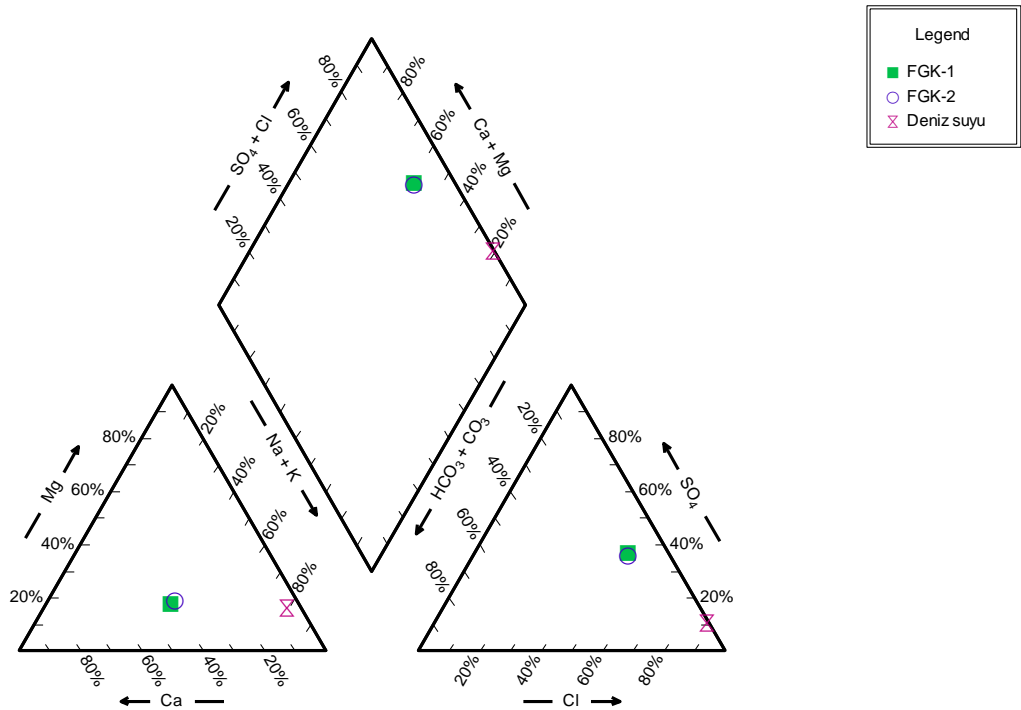
Yapılan jeotermometre hesapları değerlendirildiğinde FGK-1 ve FGK-2 kaynaklarının Fournier (1977)'ye göre sırasıyla 64 ve 67 °C, Fournier ve Potter'a (1982) göre 151 ve 148 °C rezervuar sıcaklığı tahmin edilmektedir. Akışkan mineral dengesi jeotermometreleri ise 30 ile 110 °C arasında bir rezervuar sıcaklığı önermektedir (Şekil 4.208).



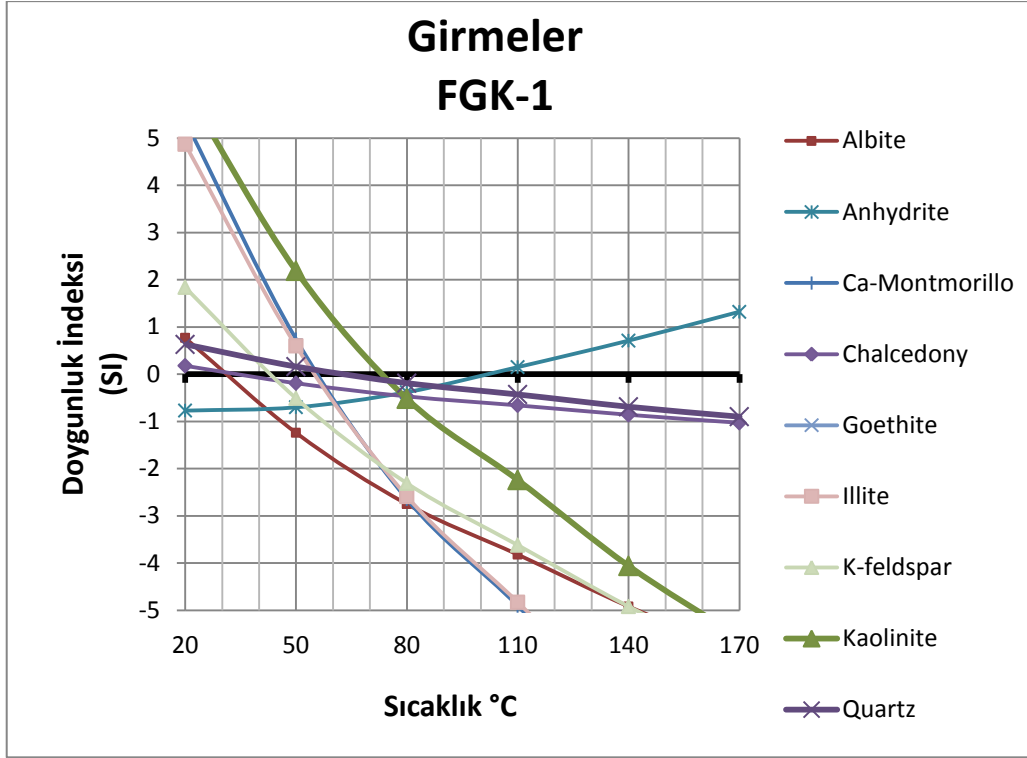
Şekil 4.205 Girmeler kaynaklarından alınan su örneklerinin Schoeller diyagramı.



Şekil 4.206 Girmeler kaynaklarından alınan su örneklerinin üçgen diyagramı.



Şekil 4.207 Girmeler kaynaklarından alınan su örneklerinin Piper diyagramı.



Şekil 4.208 Girmeler FGK-1 kaynağının doygunluk indeksine karşı sıcaklık grafiği.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

“Muğla’nın Jeotermal Kaynakları ve Doğal Mineralli Sularının Envanteri” başlıklı proje çalışmasından elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

1. Proje kapsamında incelenen Muğla ili suları, sıcaklıkları ve hidrojeokimyasal özellikleri göz önünde tutularak, “Jeotermal Sular” ve “Mineralli Sular” olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Coğrafi dağılım açısından jeotermal özellikteki sular genellikle inceleme alanının kıyı kesimindeki sahalarda, mineralli sular ise genellikle iç kesimindeki sahalarda yer almaktadır. Diğer bir ifade ile, incelenen sular arasında “Kıyı Suları” ve “İç Sular” şeklinde bir gruplanma ortaya çıkmaktadır.
2. Jeotermal sular genellikle toplam çözünmüş maddeler (TÇK) yönünden zengindir. Bu sularının elektriksel iletkenliği (EC) 688 ile 58200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sıcaklığı ise 18.3 ile 39.2 °C arasında değişmektedir.
3. Mineralli sular genellikle toplam çözünmüş maddeler (TÇK) yönünden jeotermal sulardan daha fakirdir. Bu sularının elektriksel iletkenliği (EC) 127 ile 22622 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sıcaklığı 9.3 ile 19.9 °C arasında değişmektedir.
4. Büyük çoğunlukla jeotermal su karakterine sahip olan “Kıyı Suları” sodyum klorürlü (Na-Cl tipi) sulardır. Bunun nedeni, bu jeotermal suların, olası olarak değişik oranlarda deniz suyu ile karışmasıdır.
5. Mineralli suların (İç Suların) çoğunluğu kalsiyum bikarbonatlı (Ca-HCO₃ tipi) veya sodyum klorürlü (Na-Cl tipi) sulardır.
6. Dalaman (Çürükardı, Kapukargın), Datça (Ilıca), Fethiye (Girmeler), Bodrum (Karaada), Köyceğiz (Sultaniye, Delibey, Kelgirme), Ortaca (Thermemaris), Kavaklıdere (Menteşe), Milas (Bahçeburun, Karahayıt), Yatağan (Kapubağ) alanlarında gelişen jeotermal sular, fay kontrollü olarak yüzeylemişlerdir. Yatağan (Bozhöyük, Milas (Kıyıkışlacık, Narhisar, Sepetçiler), Kavaklıdere (Menteşe, Yatağan (Hacıbayramlar, Hisarardı, Mesken), Marmaris (İçmeler), Datça (Kargı), Ortaca (Musalar), Bodrum (Gümüşlük, Dereköy) sahaları ise çatlak kontrollü olarak yüzlek vermektedir.

7. Duraylı izotop (oksijen-18 ve döteryum) analiz sonuçlarına göre Muğla ili jeotermal ve mineralli suları meteorik kökenlidir.
8. Hidrojeokimyasal ve izotopik verilere göre inceleme alanındaki jeotermal ve mineralli suların özelliklerini etkileyen en önemli yeraltı süreçleri “karışım” ve “kayaç-su etkileşimi”dir.
9. Jeotermal ve mineralli suların bor (B) derişimleri 0.0-5.6 ppm arasında değişmektedir. Bu değerler Batı Anadolu'daki benzer özellikteki suların genellikle 20-30 ppm civarında olan B miktarlarına göre çok düşüktür.
10. İncelenen jeotermal sularda nitrat (NO₃) miktarı 0-31 ppm arasında değişmektedir ve çoğunlukla 10 ppm'den azdır. Kapukargın, Delibey ve Kelgirme sularında en büyük NO₃ değerler ölçülmüştür.
11. Muğla'nın jeotermal sahaları için yapılan silika jeotermometreleri hesaplama sonuçlarına göre 29 ile 195 °C arasında, akışkan-mineral dengesi hesaplamalarına göre ise 30 ile 130 °C arasında değişen rezervuar sıcaklıkları tahmin edilmiştir. Ancak akışkan-mineral dengesi hesaplamalarına dayanan tahminlerin daha güvenilir sonuçlar verdiği düşünölmektedir.
12. Jeotermal sahaların genelinde, yüksek kesimlere düşen yağış suları (meteorik sular) kırık hatları (faylar ve çatlaklar) boyunca derinlere süzölüp jeotermal gradyan ile ısınarak, tektonizma kontrollü olarak (faylar) yeryüzüne çıkmaktadır. Kıyıya yakın kesimlerdeki jeotermal sular dolaşım sırasında bir miktar deniz suyu ile karışım yaptıktan sonra yeryüzüne ulaşmaktadır.

5.2. Öneriler

“Muğla'nın Jeotermal Kaynakları ve Doğal Mineralli Sularının Envanteri” başlıklı proje çalışmasından elde edilen sonuçlar ışığında yapılan öneriler aşağıdadır.

1. Jeotermal ve mineralli kaynaklar doğal varlıklar ve güzelliklerdir. Doğal ortamlarda ve çevrede son yıllarda ortaya çıkan ve hızla artan bozulma ve kirlenme dikkate alınarak bu kaynaklar korumacı bir yaklaşımla insanların kullanımına açılmalıdır.
2. İnceleme alanındaki jeotermal kaynaklar çıkış sıcaklıkları itibariyle, literatürde kullanılan sınıflamaya göre “düşük sıcaklıklı sahalar” (sıcaklığı 20-70 °C olan)

sınıfında yer almaktadır. Bu sahalardan sahip oldukları su sıcaklıklarının elverdiği sağlık (kaplıca tedavisi), konut ısıtmacılığı, seracılık, meyve kurutma vb. faaliyetlerinde yararlanılabilir.

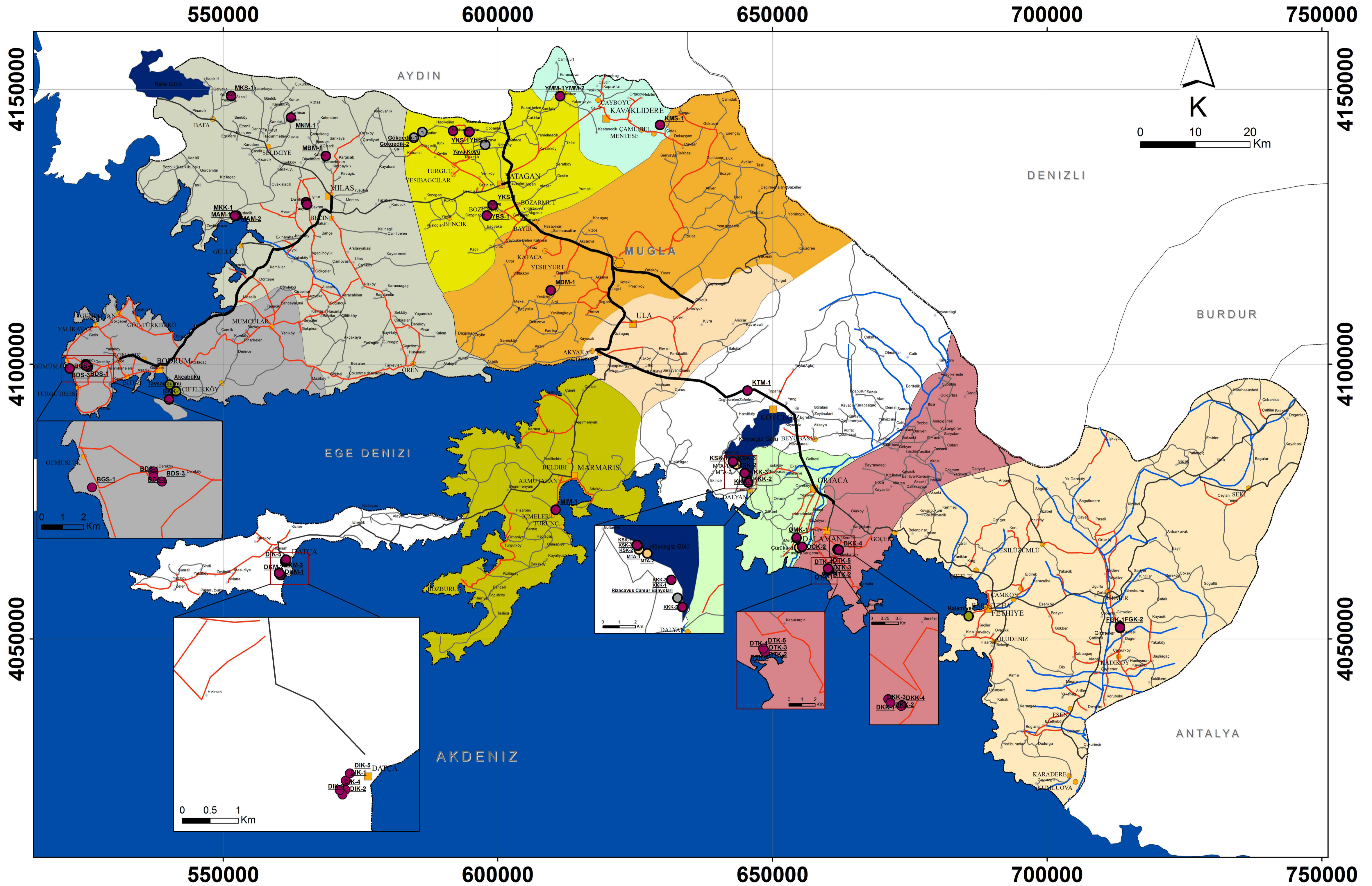
3. İnceleme alanındaki jeotermal suların sağlık açısından yararları (şifa nitelikleri) kaplıca tıbbı ve tedavisi konusunda uzmanlaşmış hekimler tarafından incelenip değerlendirilmeli ve halkımızın bilgisine sunulmalıdır.
4. Su kimyası analiz sonuçlarına dayanan jeotermometre hesaplamaları ile elde edilen rezervuar sıcaklıkları tahmini değerlerdir. Elde edilen bu sıcaklık değerlerinin genel bir envanter çalışması kapsamında hesaplanmış olduğu göz önünde tutulmalıdır. Jeotermal sahalar yatırım açısından değerlendirilmek istendiğinde, her bir saha ayrıca jeoloji, hidrojeoloji, hidrojeokimya ve jeotermal potansiyel yönlerinden çeşitli araştırma teknikleri kullanılarak (detaylı jeolojik ve hidrojeolojik haritalama, su kimyası ve izotopik incelemeler, gaz ölçümleri, yüzey ve yeraltı jeofiziği, sondaj çalışmaları vb.) detaylı olarak incelenmelidir.
5. Türkiye dünya ülkeleri arasında jeotermal potansiyeli yönünden önde gelen ülkelerden biridir. Özellikle Batı Anadolu'da yüksek sıcaklığa sahip jeotermal sahalar bulunmaktadır. Muğla ili için yapılan envanter çalışmasının Batı Anadolu'daki diğer illerde de yapılması yararlı olacaktır.
6. Muğla ili jeotermal alanlarında yapılacak arama, sondaj, kullanım, kaplıca tesisleri vb. faaliyetlerde jeotermal kaynakların koruma alanlarına ve tedbirlerine ilişkin olarak Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Yönetmeliği'ne ve konu ile ilgili diğer yasal mevzuata uyulmalı ve yapılan uygulamalar sorumlu merciler tarafından takip edilmelidir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- APHA-AWWA-WEF, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (19th ed). American Public Health Association, Washington, USA.
- Bayarı, S., Kazancı, N., Koyuncu, H., Çağlar, S. S., ve Gökçe, D., 1993. Determination of the origin of the waters of Köycegiz Lake, Turkey, Journal of Hydrology, 166, 171-191.
- Craig, H., 1961. Isotopic variations in meteoric waters. Science, 133, 1702-B.
- Fournier, R.O., 1977. Chemical geothermometers and mixing models for geothermal systems. Geothermics, 5, 41-50.
- Fournier, R.O. ve Potter, R.W. II, 1982. A Revised and Expanded Silica (quartz) Geothermometer. Geotherm. Resourc. Counc. Bull., 11, 10, 3-12.
- Freeze, R.A., ve Cherry, J.A., 1979. Groundwater. PrenticeHall, New Jersey, 605.
- Giggenbach, W.F., 1991. Geochemical techniques in geothermal exploration. D'Amore, F. (Ed.), Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development. UNITAR/UNDP publications, Rome, 119-142.
- Goldschmidt, V.M., 1958. Geochemistry. Oxford Univ. Press, London, 730.
- Hayward, A.B., 1984. Miocene clastic sedimentation related to the emplacement of the Lycian Nappes and the Antalya Complex, S.W. Turkey. In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), Geological Evolution of the Eastern Mediterranean: Geological Society of London Special Publication, 287-300.
- Hayward, A.B., ve Robertson, A.H.F., 1982. Direction of ophiolite emplacement inferred from Cretaceous and Tertiary sediments of an adjacent autochthon, the Bey Dağları, Southwest Turkey. Geological Society of America Bulletin 93, 68-75.
- Hem, J.D., 1985. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. U.S. Geological Survey, Water Supply Paper 2254, 263.
- IAEA, 1981. Stable isotope hydrology. Deuterium and oxygen-18 in water cycle. In: Gat, J.R., Gonfiantini, R. (Eds.), International Atomic Energy Agency Technical Report No.210, Vienna, 339p.
- Koçak, A., 2001. Jeotermal Enerji. MTA Genel Md. Enerji Dairesi Hizmet İçi Eğitim Semineri Notları, Ankara, 1-48.
- McNeely, R.N., Neimanis, V.P., ve Dwyer, L., 1979. Water Quality Sourcebook-A Guide to Water Quality Parameters. Inland Water Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada.
- MTA, 2002. 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (Denizli Paftası), Editörler: Konak, N., Senel, M., MTA yayını, Ankara.

- Okay, A.I., 2001. Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Massif: a new structural model. *International Journal of Earth Sciences* 89, 709-727.
- Okay, A.I., 2002. Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Massif. A new structural model. *International Journal of Earth Sciences* 91, 173-178.
- Okay, A.I., 2008. *Geology of Turkey: A synopsis*. *Anschnitt* 21, 19-42
- Özkara, M.M., Şener, S., 1986. Jeotermal atıkların Büyük Menderes Nehrine karışmasının Aşağı Büyük Menderes Havzasının tarımsal yapısına etkileri. *Çevre'86 Sempozyumu Bildirileri*, İzmir.
- Piper, A.M., 1944. A graphical procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *American Geophysical Union Transactions*, 25, 914-923.
- Resmi Gazete, 2007. Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu (Kanun no. 5686), Resmi Gazete, 13 haziran 2007, Sayı: 26551, Ankara.
- Schoeller, H., 1955. *Geochemie des aux souterraines: Revue de L'Institute Francais du Petrole*, v. 10, 230-244.
- van Hinsbergen, D.J.J., Dekkers, M.J., Bozkurt, E., ve Koopman, M., 2010. Exhumation with a twist: paleomagnetic constraints on the evolution of the Menderes metamorphic core complex (western Turkey). *Tectonics* 29, 1-33 . doi: 10.1029/2009TC002596.

EK-1: YERBULDURU HARİTASI



BU HARİTA
"MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MINERALİ SULARININ ENVANTERİ" BAŞLIKLİ
PROJENİN EKİDİR.

MUĞLA İL KÜLTÜR VE TURİZM MÜDÜRLÜĞÜNÜN HARİTASINDAN DEĞİŞTİRİLMİŞTİR.

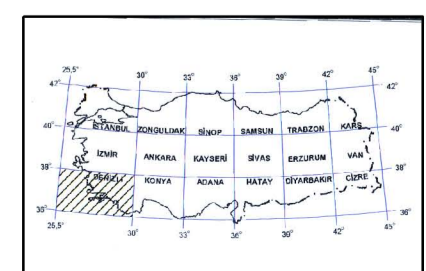
KOORDİNAT SİSTEMİ: UTM/ED 50

MUĞLA ÜNİVERSİTESİ- GÜNEY EGE KALKINMA AJANSI
DOĞRUDAN FAALİYET DESTEĞİ

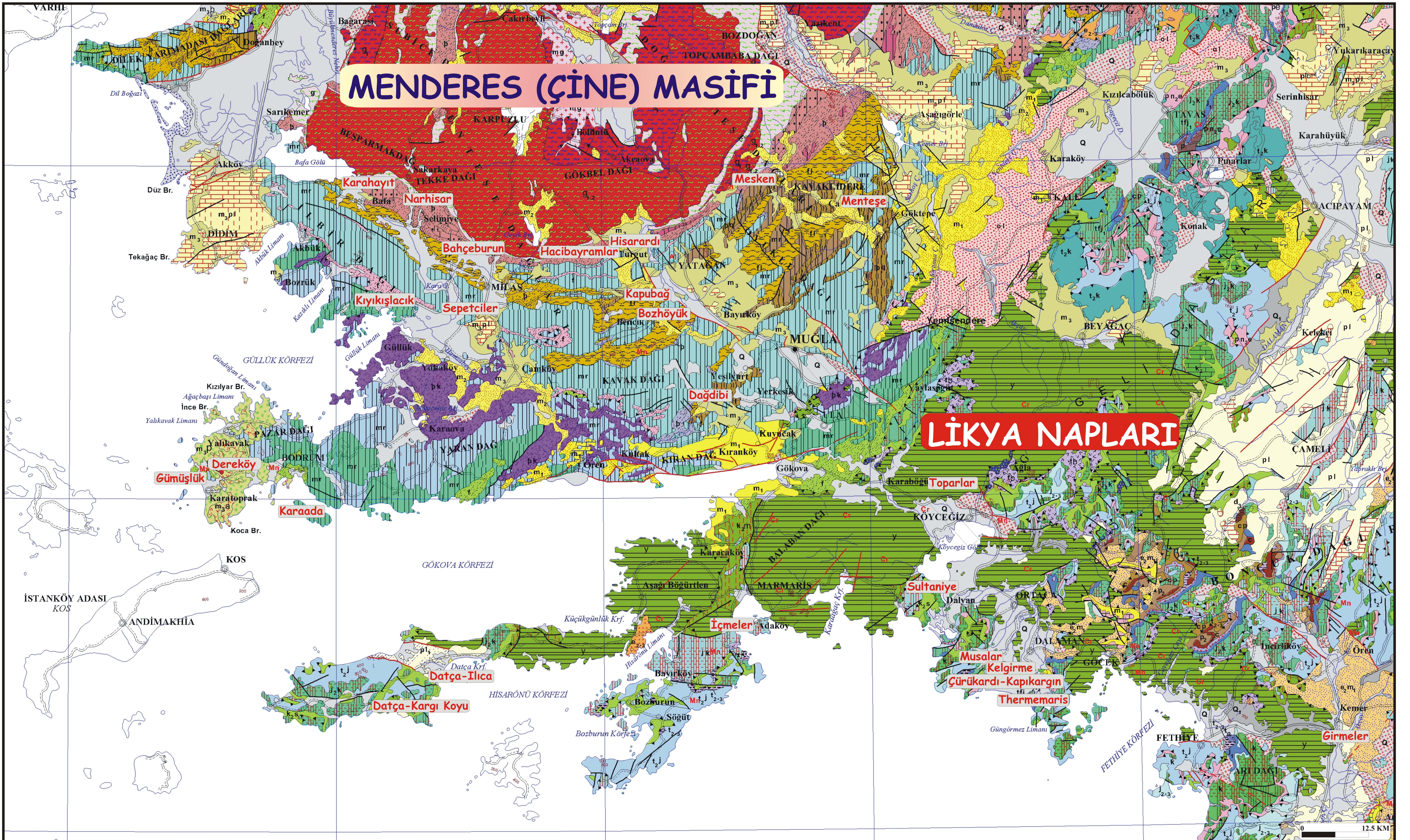
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Yrd.Doç.Dr. Özgür AVŞAR
PROJE ARAŞTIRMACILARI: Prof.Dr. Fikret KAÇAROĞLU
Doç.Dr. Gonca KUŞÇU
Doç.Dr. Semih GÜRSU
Yrd.Doç.Dr. Bedri KURTULUŞ

Harita hazırlanması: Yrd.Doç.Dr. Bedri Kurtuluş

AÇIKLAMALAR	
	Duble Yol
	Ana Yol
	Asfalt Yol
	Köy Yolu
	İl Merkezi
	İlçe Merkezleri
	Belde Merkezleri
	Köy
	Göl
	Muğla İl Sınırı
	Ege Denizi - Akdeniz
	Örnek Yeri ve Numarası
	Kaybolmuş Mineralli/Jeotermal Su Kaynağı
	MTA Kuyuları
	Örnek Alınamayan Mineralli/Jeotermal Su Kaynağı



EK-2: MUĞLA VE CİVARININ JEOLJİ HARİTASI
(MTA 1/500.000 ÖLÇEKLİ JEOLJİ HARİTASINDAN ALINMIŞTIR)



VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS

PLİYOSEN PLIOCENE		Basalt
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Basalt
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Andezit vb. Andesite etc.
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Piroklastik kayalar Pyroclastic rocks
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Basalt
ORTA - ÜST TRİYAS MIDDLE - UPPER TRIASSIC		Basalt

PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS

MİYOSEN MIOCENE		Granitoid Granitoid
PALEOZOYİK ve/veya PREKAMBİYEN PALEOZOIC AND/OR PRECAMBRIAN		Metagranite (yer yer Triyas) Metagranite (in places Triassic)
PREKAMBİYEN PRECAMBRIAN		Metagranit Metagranit

METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS

ÜST PALEOSEN - EOSEN UPPER PALEOCENE - EOCENE		Metaliş Metalyisch
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Metaliş Metalyisch
ORTA JURA - KRETASE MIDDLE JURASSIC - CRETACEOUS		Mermer, çörtlü mermer, rekristalize, kireçtaşı Marble, chert marble, recrystallized limestone
JURA - KRETASE JURASSIC - CRETACEOUS		Mermer Marble
ORTA TRİYAS - JURA MIDDLE TRIASSIC - JURASSIC		Mermer Marble
TRİYAS - JURA TRIASSIC - JURASSIC		Şist, metakonglomera vb. Schist, metaconglomerate etc.
ALT TRİYAS LOWER TRIASSIC		Kalkşist, şist, metakonglomera vb. Calcschist, schist, metaconglomerate etc.

PERMİYEN / PERMIAN

	Mermer Marble
	Şist, kuvarsit, mermer vb. Schist, quartzite, marble etc.
	Mermer Marble
	Fillat, şist Phyllite, schist
	Şist Schist
	Mermer Marble

PALEOZOYİK / PALEOZOIC

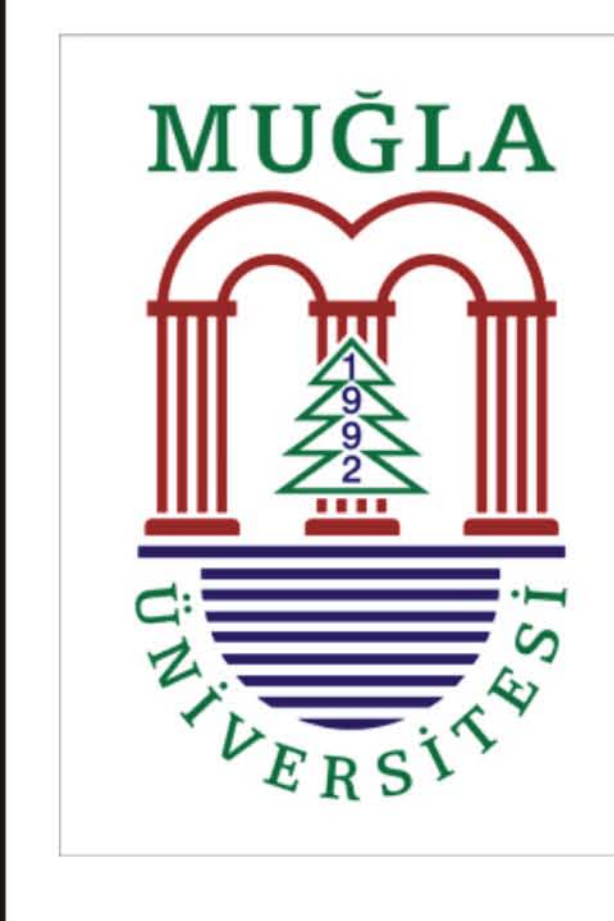
	Kuvarsit, kuvarsit şist Quartzite, quartzschist
	Şist Schist
	Gnays Gneiss
	Gnays, şist Gneiss, schist
	Gnays, migmatit Gneiss, migmatite

OFİYOLİTİK KAYALAR / OPHIOLITIC ROCKS

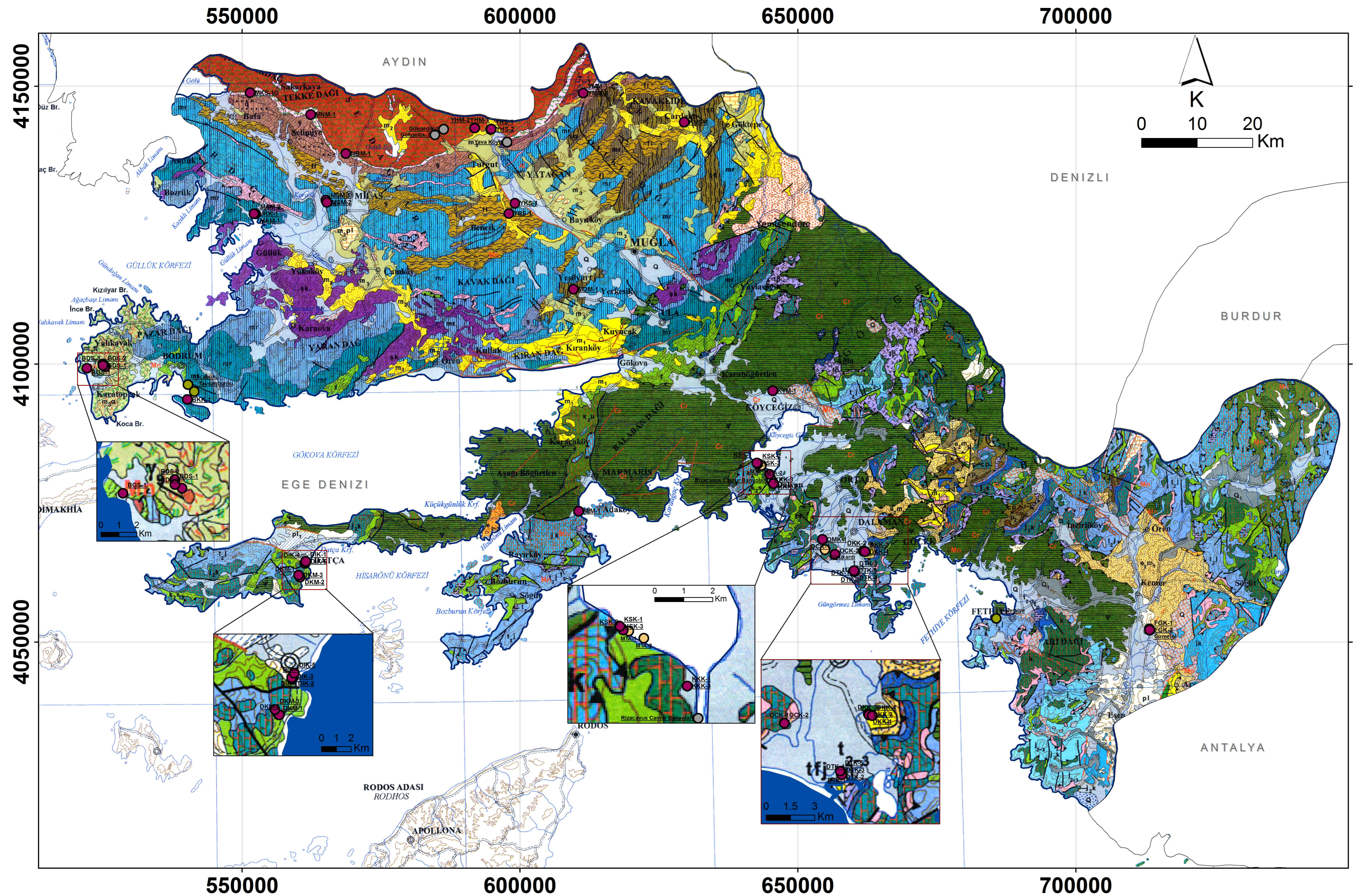
	Ofiyolitik melanj Ophiolitic melange
	Gabbro
	Gabbro, dunit vb. (kümülatlar) Gabbro, dunite etc. (cumulative rocks)
	Peridotit Peridotite
	Dunit Dunite
	Serpantinit (yer yer metaserpantinit) Serpentine (metaserpentine in place)
	Subofiyolitik metamorfitter Subophiolitic metamorphic rocks

AÇIKLAMALAR

EK-2'DE VERİLEN HARİTA
"MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ"
BAŞLIKLİ PROJENİN EKİDİR (MTA 1/500.000 JEOLJİ HARİTASINDAN ALINMIŞTIR)
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ - GÜNEY EGE KALKINMA AJANSI DOĞRUDAN FAALİYET DESTEĞİ
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Yrd.Doç.Dr. Özgür AVŞAR
PROJE ARAŞTIRMACILARI: Prof.Dr. Fikret KAÇAROĞLU, Doç.Dr. Gonca KUŞCU, Doç.Dr. Semih GÜRSU
Yrd.Doç.Dr. Bedri KURTULUŞ
HARİTA HAZIRLANMASI: Doç.Dr.Semih GÜRSU



EK-3: MUĞLA İLİ JEOLOJİ HARİTASI



AÇIKLAMALAR / GEOLOGICAL EXPLANATIONS SEDİMENTER KAYALAR / SEDIMENTARY ROCKS

KUVATERNER QUATERNARY	Q	Ayrılmamış Kuvaterner / Undifferentiated Quaternary
KUVATERNER QUATERNARY	Q ₁	Alüvyon yelpazesi, yamaç, malozu, moren vb. / Alluvial fan slope debris, moraine etc.
KUVATERNER QUATERNARY	Q ₂	Plaj ve kumul / Beach and dune
KUVATERNER QUATERNARY	Q ₃	Traverten / Travertine
PLEYİSTOSEN PLEISTOCENE	Q ₄	Ayrılmamış karasal kıntıllar / Undifferentiated continental clastic rocks
PLİYOSEN-KUVATERNER PLOCENE-QUATERNARY	pQ	Ayrılmamış karasal kıntıllar / Undifferentiated continental clastic rocks
PLİYOSEN PLOCENE	p1	Karasal karbonatlar / Continental carbonate rocks
ALT PLİYOSEN PLOCENE	p1 ₁	Kıntıllı Kayalar / Clastic Rocks
PLİYOSEN PLOCENE	p1	Ayrılmamış karasal kıntıllar / Undifferentiated continental clastic rocks
ÜST MİYOSEN - PLİYOSEN ÜPPER MIOCENE - PLOCENE	m ₁ p	Karasal karbonatlar (yer yer kıntıllar) / Continental carbonate rocks (clastic rocks in places)
ÜST MİYOSEN ÜPPER MIOCENE	m ₃	Ayrılmamış karasal kıntıllar / Undifferentiated continental clastic rocks
ORTA MİYOSEN MIDDLE MIOCENE	m ₂	Ayrılmamış karasal kıntıllar / Undifferentiated continental clastic rocks
ORTA - ÜST MİYOSEN MIDDLE - ÜPPER MIOCENE	m ₂ a	Karasal karbonatlar / Continental carbonate rocks
ORTA MİYOSEN MIDDLE MIOCENE	m ₂	Kıntıllar / Clastic rocks
ALT - ORTA MİYOSEN LOWER - MIDDLE MIOCENE	m ₁₋₂	Karasal kıntıllar / Continental clastic rocks
ALT MİYOSEN LOWER MIOCENE	m ₁	Kıntıllar ve karbonatlar / Clastic and carbonate rocks
ALT MİYOSEN LOWER MIOCENE	m ₁	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
ALT MİYOSEN LOWER MIOCENE	m ₁	Ayrılmamış karasal kıntıllar (yer yer denizel) / Undifferentiated continental clastic rocks (marine in places)
OLİGOSEN OLGOCENE	o1	Kıntıllar / Clastic rocks
OLİGOSEN OLGOCENE	o1	Karasal kıntıllar / Continental clastic rocks
ORTA EÖSEN - ALT MİYOSEN MIDDLE EOCENE - LOWER MIOCENE	e ₂₋₃	Kıntıllar ve karbonatlar / Clastic and carbonate rocks
ORTA - ÜST EÖSEN MIDDLE - ÜPPER EOCENE	e ₂₋₃	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
ORTA - ÜST EÖSEN MIDDLE - ÜPPER EOCENE	e ₂₋₃	Karasal kıntıllar / Continental clastic rocks
ÜST PALEOSEN-ALT EÖSEN ÜPPER PALEOCENE-LOWER EOCENE	ppn	Kireçtaşı / Limestone
ÜST PALEOSEN - EÖSEN ÜPPER PALEOCENE - EOCENE	p ₁ a	Kıntıllar ve karbonatlar (yer yer volkanik) / Clastic and carbonate rocks (in places volcanic rocks)
PALEOSEN PALEOCENE	pn	Kıntıllar ve karbonatlar / Clastic and carbonate rocks
PALEOSEN PALEOCENE	pn	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
ÜST SENONİYEN ÜPPER SENONIAN	k ₂ a	Kıntıllar ve karbonatlar (bloku filiz) / Clastic and carbonate rocks (blocky fossils)
ÜST SENONİYEN ÜPPER SENONIAN	k ₂ a	Pelajik kireçtaşı / Pelagic limestone
ÜST KRETASE ÜPPER CRETACEOUS	k ₂ a	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
KRETASE CRETACEOUS	k ₂ a	Pelajik kireçtaşı / Pelagic limestone
ORTA JURA - KRETASE MIDDLE JURASSIC - CRETACEOUS	j ₂ k	Pelajik kireçtaşı (yer yer kristalize) / Pelagic limestone (crystalline in places)
JURA-KRETASE JURASSIC-CRETACEOUS	j ₂ k	Pelajik kireçtaşı / Pelagic limestone
JURA-KRETASE JURASSIC-CRETACEOUS	j ₂ k	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
ORTA - ÜST JURA MIDDLE - ÜPPER JURASSIC	j ₂₋₃	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
ALT JURA LOWER JURASSIC	j ₁	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
RESİYEN - ALT LİYAS RHÆTIAN - LOWER LIAS	r ₁	Karasal kıntıllar / Continental clastic rocks
ORTA TRİYAS - KRETASE MIDDLE TRIASSIC - CRETACEOUS	t ₂	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
ORTA TRİYAS - JURA MIDDLE TRIASSIC - JURASSIC	t ₂	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
ORTA - ÜST TRİYAS MIDDLE - ÜPPER TRIASSIC	t ₁	Kıntıllar ve karbonatlar / Clastic and carbonate rocks

ORTA TRİYAS MIDDLE TRIASSIC	t ₂	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
ORTA TRİYAS MIDDLE TRIASSIC	t ₂	Kıntıllar (yer yer karasal) / Clastic rocks (partly continental)
ÜST PERMİYEN ÜPPER PERMIAN	p ₃	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
PERMİYEN PERMIAN	p ₃	Karbonatlar, yer yer kıntıllar / Carbonate rocks, clastic rocks in places
PERMO - KARBONİFER PERMO - CARBONIFEROUS	ep	Neritlik kireçtaşı / Neritic limestone
KARBONİFER CARBONIFEROUS	ep	Kıntıllar ve karbonatlar (bloku filiz, yer yer volkanik) / Clastic and carbonate rocks (blocky fossils, in places volcanic rocks)
DEVONİYEN DEVONIAN	ep	Kıntıllar ve karbonatlar / Clastic and carbonate rocks
PREKAMBRYEN PRECAMBRIAN	ps	Kıntıllar / Clastic rocks

—	Birinci derece karayolu / First grade road
—	İkinci derece karayolu / Second grade road
—	Demiryolu / Railway
●	İller / Cities
○	Nüfusu 10.000'den fazla olan şehirler / Districts that have population more than 10.000
○	Nüfusu 10.000'den az olan şehirler / Districts that have population less than 10.000
○	Perlit ve gaz suyu kayaları / Oil and gas evaporite salts

BU HARİTA "MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MİNERALLİ SULARININ ENVANTERİ" BAŞLIKLI PROJENİN EKİDİR.

MTA 1/500000 GENEL JEOLOJİ HARİTASINDAN DEĞİŞTİRİLMİŞTİR.

KOORDİNAT SİSTEMİ: UTM/ED 50

MUĞLA ÜNİVERSİTESİ- GÜNEY EGE KALKINMA AJANSI DOĞRUDAN FAALİYET DESTEĞİ

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Yrd.Doç.Dr. Özgür AVŞAR
PROJE ARAŞTIRMACILARI: Prof.Dr. Fikret KAÇAROĞLU
Doç.Dr. Gonca KUŞÇU
Doç.Dr. Semih GÜRSU
Yrd.Doç.Dr. Bedri KURTULUŞ

Harita hazırlanması: Yrd.Doç.Dr. Bedri Kurtuluş

Örnekleme Yerlerine Ait Bilgiler

İlçe	Lokasyon	ÖRNEK NO	T (°C)	Tipi	KOORDİNAT (UTM / ED50)		İrifa (m)
					E	N	
Milas	Karahayit	MKS-1	33,06	Sondaj	551434	4148803	335
Milas	Narlıca	MNS-1	15,36	Mineral	562356	414891	670
Milas	Sepetçiler-1	MSM-1	18,63	Mineral	565084	4129465	5
Milas	Sepetçiler-2	MSM-2	18,50	Mineral	565255	4129076	10
Milas	Kuyulacak	MKK-1	20,98	Kaynak	552160	4127031	5
Milas	Asın-1	MAK-1	20,98	Kaynak	552356	4127035	2
Milas	Asın-2	MAK-2	21,17	Kaynak	552442	4127017	2
Milas	Bahçeburun	MBM-1	14,31	Mineral	566693	4127875	100
Yatağan	Bizbiçlik	YBS-1	33,33	Sondaj	598009	4127081	430
Yatağan	Hacıbayramlar-1	YHM-1	18,61	Mineral	591853	4142464	315
Yatağan	Hacıbayramlar-2	YHM-2	19,95	Mineral	591853	4142464	315
Yatağan	Hisarardı-1	YHS-1	18,80	Sondaj	594713	4142209	290
Yatağan	Hisarardı-2	YHS-2	18,10	Sondaj	594811	4142282	290
Yatağan	Mesken-1	YMM-1	10,82	Mineral	611350	4148733	460
Yatağan	Mesken-2	YMM-2	16,40	Mineral	611355	4148735	461
Yatağan	Kapuhacı	YKS-1	15,50	Sondaj	599095	4128942	350
Kavaklıdere	Mentece	KMS-1	14,31	Sondaj	629529	4143523	710
Merkez	Dadıbi	MDM-1	9,30	Mineral	609616	4113442	820
Bodrum	Karandı	BKK-1	29,67	Kaynak	540168	4093599	2
Bodrum	Gimlelik	BGS-1	26,37	Sondaj	522062	4099238	10
Bodrum	Dereköy-1	BDS-1	22,35	Sondaj	524985	4099736	85
Bodrum	Dereköy-2	BDS-2	23,80	Sondaj	524976	4099996	75
Bodrum	Dereköy-3	BDS-3	19,39	Sondaj	525387	4099520	40
Datça	İlca-1	DIK-1	26,49	Kaynak	561396	4064336	2
Datça	İlca-2	DIK-2	18,27	Kaynak	561388	4064175	5
Datça	İlca-3	DIK-3	22,15	Kaynak	561338	4064090	15
Datça	İlca-4	DIK-4	23,50	Kaynak	561286	4064172	20
Datça	İlca-5	DIK-5	24,55	Kaynak	561468	4064467	2
Datça	Kargı-1	DKM-1	20,00	Mineral	560398	4061674	10
Datça	Kargı-2	DKM-2	19,17	Mineral	560447	4061659	10
Datça	Kargı-3	DKM-3	20,50	Mineral	560169	4062016	10
Marmaris	İmeler	İMİ-1	16,55	Mineral	610529	4073557	5
Köyceğiz	Sultanıye-1	SKS-1	19,70	Kaynak	642788	4082305	10
Köyceğiz	Sultanıye-2	SKS-2	39,20	Kaynak	642853	4082265	10
Köyceğiz	Sultanıye-3	SKS-3	37,00	Kaynak	642805	4082293	10
Köyceğiz	Delibey-1	KKK-1	29,88	Kaynak	644920	4080156	5
Köyceğiz	Delibey-2	KKK-2	36,50	Kaynak	644921	4080156	10
Köyceğiz	Kıldırım	KKK-3	36,89	Kaynak	645593	4078489	35
Köyceğiz	Toparlar	KTM-1	16,35	Mineral	645446	4095192	10
Ortaça	Cürüklü-1	OKK-1	28,70	Kaynak	656671	4065767	10
Ortaça	Cürüklü-2	OKK-2	28,76	Kaynak	656677	4065767	10
Ortaça	Musalı	OMK-1	25,79	Kaynak	654393	4068427	15
Dalaman	Thermemaris-1	DTK-1	26,94	Kaynak	660150	4062773	10
Dalaman	Thermemaris-2	DTK-2	26,90	Kaynak	660168	4062670	10
Dalaman	Thermemaris-3	DTK-3	26,93	Kaynak	660187	4062623	20
Dalaman	Thermemaris-4	DTK-4	25,90	Kaynak	660198	4062602	20
Dalaman	Thermemaris-5	DTK-5	26,22	Kaynak	660101	4062827	5
Dalaman	Kaşıncılar-1	DKK-1	27,81	Kaynak	661869	4066291	10
Dalaman	Kaşıncılar-2	DKK-2	27,40	Kaynak	662087	4066249	9
Dalaman	Kaşıncılar-3	DKK-3	27,40	Kaynak	662072	4066232	9
Dalaman	Kaşıncılar-4	DKK-4	28,41	Kaynak	662072	4066232	9
Fethiye	Girmeler-1	FGK-1	36,10	Kaynak	713277	4052077	170
Fethiye	Girmeler-2	FGK-2	33,30	Kaynak	713256	4052139	145

VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS

PLİYOSEN PLOCENE	ps	Basalt / Basalt
ÜST MİYOSEN ÜPPER MIOCENE	m ₃	Basalt / Basalt
ÜST MİYOSEN ÜPPER MIOCENE	m ₂	Andezit vb. / Andesite etc.
ÜST MİYOSEN ÜPPER MIOCENE	m ₁	Piroklastik kayalar / Pyroclastic rocks
ÜST KRETASE ÜPPER CRETACEOUS	k ₂	Basalt / Basalt
ORTA - ÜST TRİYAS MIDDLE - ÜPPER TRIASSIC	t ₁	Basalt / Basalt

PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS

MİYOSEN MIOCENE	g	Granitoid / Granite
PALEOZOYİK VE/veya PREKAMBRYEN ÜPPER PALEOCENE AND/OR PRECAMBRIAN	t ₁₋₃	Metagranit (yer yer Triyas) / Metagranite (in places Triassic)
PREKAMBRYEN PRECAMBRIAN	ps	Metagranit / Metagranite
ORTA JURA - KRETASE MIDDLE JURASSIC - CRETACEOUS	mr	Mermer / Marble
TRİYAS - JURA TRIASSIC - JURASSIC	s	Şist, metakonglomera vb. / Schist, metakonglomerate etc.
ALT TRİYAS LOWER TRIASSIC	sk	Kalklı şist, metakonglomera vb. / Calciferous schist, metakonglomerate etc.

METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS

ÜST PALEOSEN - EÖSEN ÜPPER PALEOCENE - EOCENE	mf	Metafiş / Metaflysch
ÜST KRETASE ÜPPER CRETACEOUS	mf	Metafiş / Metaflysch
ORTA JURA - KRETASE MIDDLE JURASSIC - CRETACEOUS	mr	Mermer / Marble
JURA - KRETASE JURASSIC - CRETACEOUS	mr	Mermer / Marble
ÜST PALEOZOYİK ÜPPER PALEOCENE	mf	Metafiş / Metaflysch
ÜST PALEOZOYİK ÜPPER PALEOCENE	mf	Mermer / Marble
ÜST PALEOZOYİK ÜPPER PALEOCENE	mf	Şist, metakonglomera vb. / Schist, metakonglomerate etc.
PALEOZOYİK PALEOCENE	mf	Mermer / Marble

PERMİYEN PERMIAN

mer	Mermer / Marble
gk	Şist, kuvarşit, mermer vb. / Schist, quartzite, marble etc.

PERMO-KARBONİFER PERMO-CARBONIFEROUS

mer	Mermer / Marble
gk	Şist, kuvarşit, mermer vb. / Schist, quartzite, marble etc.

PALEOZOYİK PALEOCENE

ku	Kuvarşit, kuvarşit / Quartzite, quartzschist
gk	Şist / Schist
gn	Gneys / Gneiss
gk	Gneys, şist / Gneiss, schist
gk	Gneys, migmatit / Gneiss, migmatite

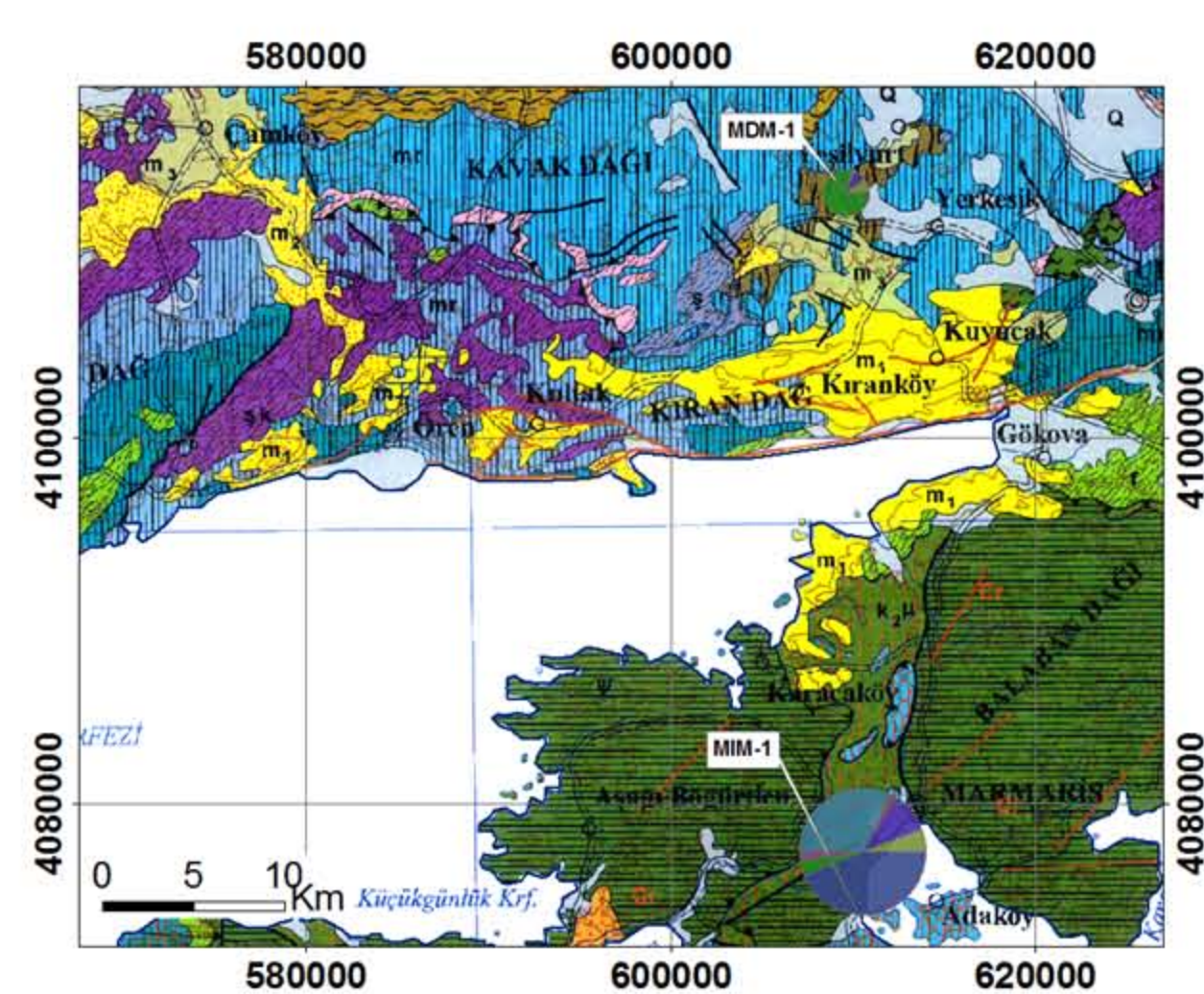
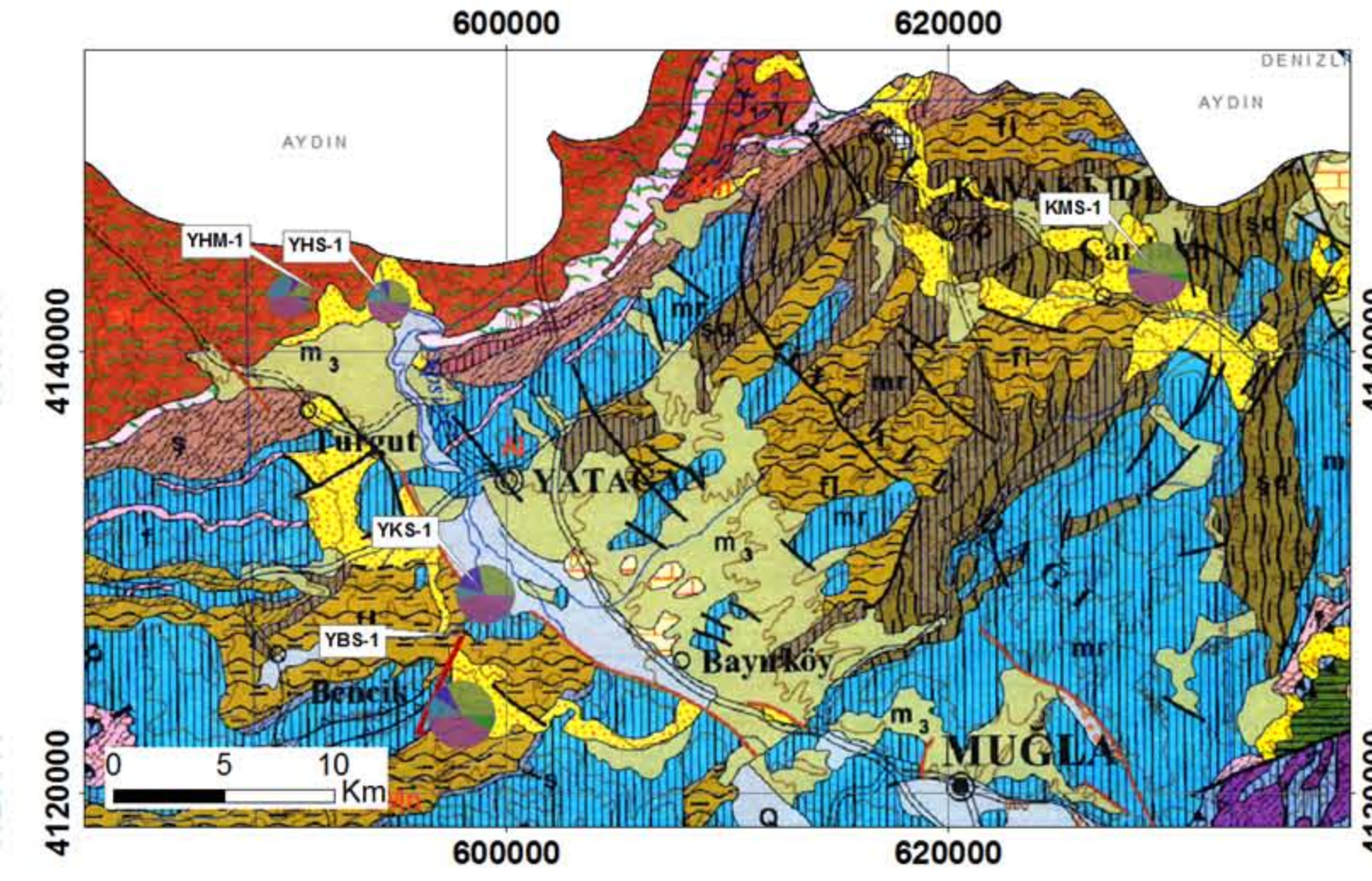
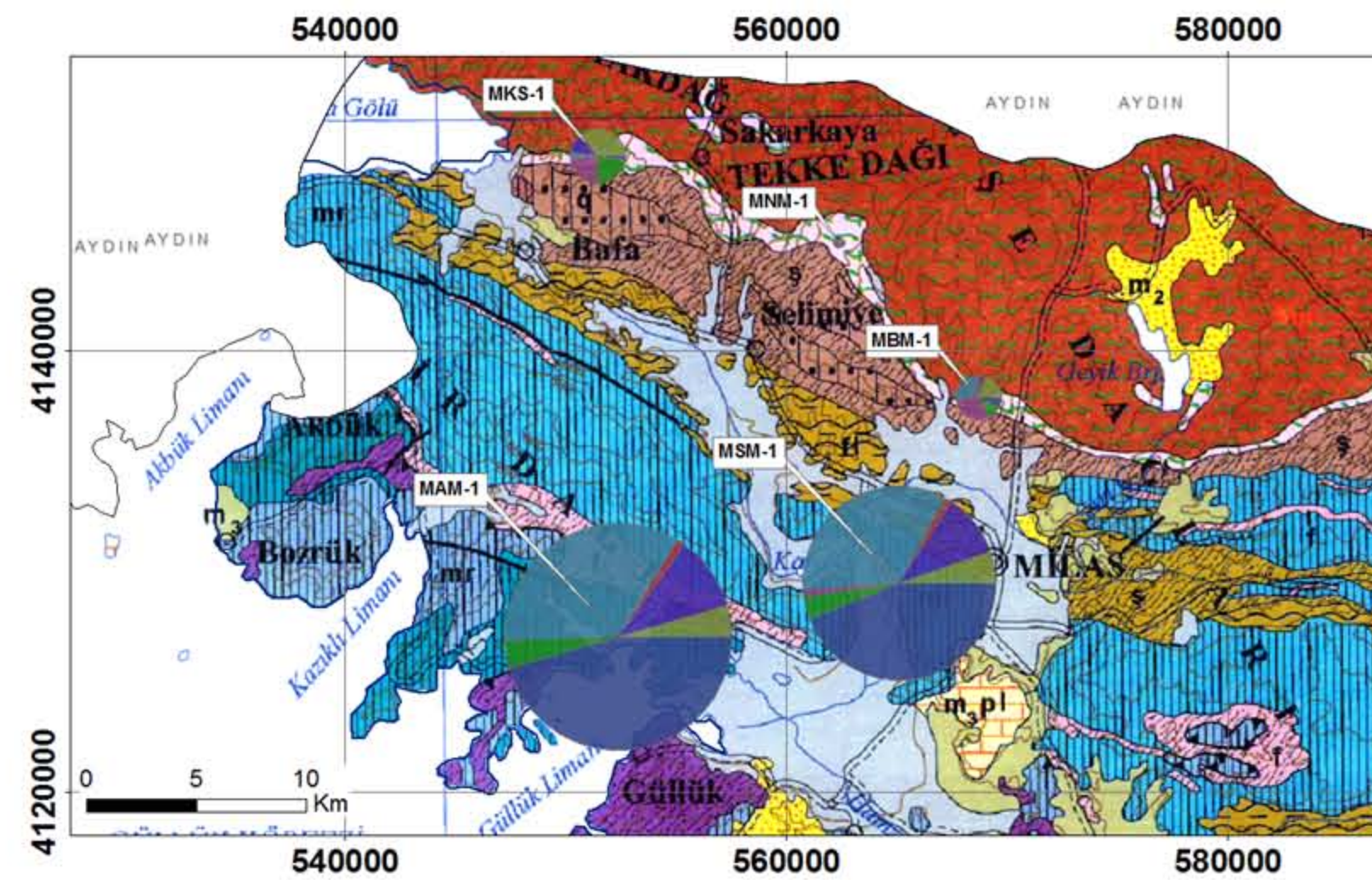
ÜST KRETASE ÜPPER CRETACEOUS

g ₂	Gabro / Gabbro
g ₁	Gabro, dunit vb. (kümlülükler) / Gabbro, dunite etc. (cumuliferous rocks)
g ₁	Peridotit / Peridotite
g ₁	Dunit / Dunite
g ₁	Serpantin (yer yer metaserpantin) / Serpentine (in places metaserpentine)
g ₁	Subofiyolitik metamorfik kayalar / Subophiolitic metamorphic rocks

OFİYOLİTİK KAYALAR / OPHIOLITIC ROCKS

g ₂	Gabro / Gabbro
g ₁	Gabro, dunit vb. (kümlülükler) / Gabbro, dunite etc. (cumuliferous rocks)
g ₁	Peridotit / Peridotite
g ₁	Dunit / Dunite
g ₁	Serpantin (yer yer metaserpantin) / Serpentine (in places metaserpentine)
g ₁	Subofiyolitik metamorfik kayalar / Subophiolitic metamorphic rocks

EK-4: İNCELEME ALANINDAKİ TEMSİLİ SULARIN DAİRESEL DİYAGRAMLARI



BU HARİTA "MUĞLA'NIN JEOTERMAL KAYNAKLARI VE DOĞAL MINERALİ SULARININ ENVANTERİ" BAŞLIKLI PROJENİN EKİDİR.

MTA 1/500000 GENEL JEOLJİ HARİTASINDAN DEĞİŞTİRİLMİŞTİR.

KOORDİNAT SİSTEMİ: UTM/ED50

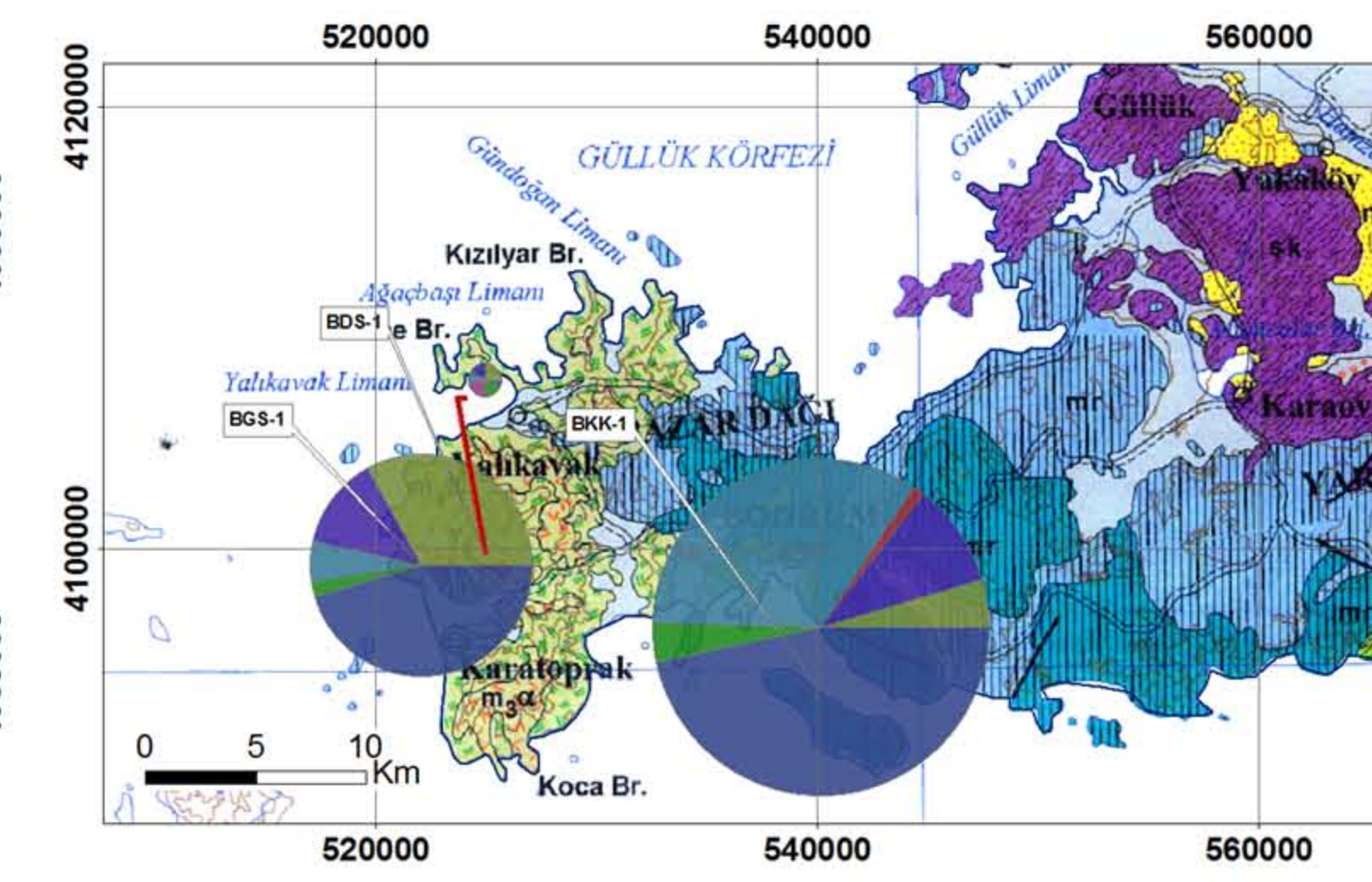
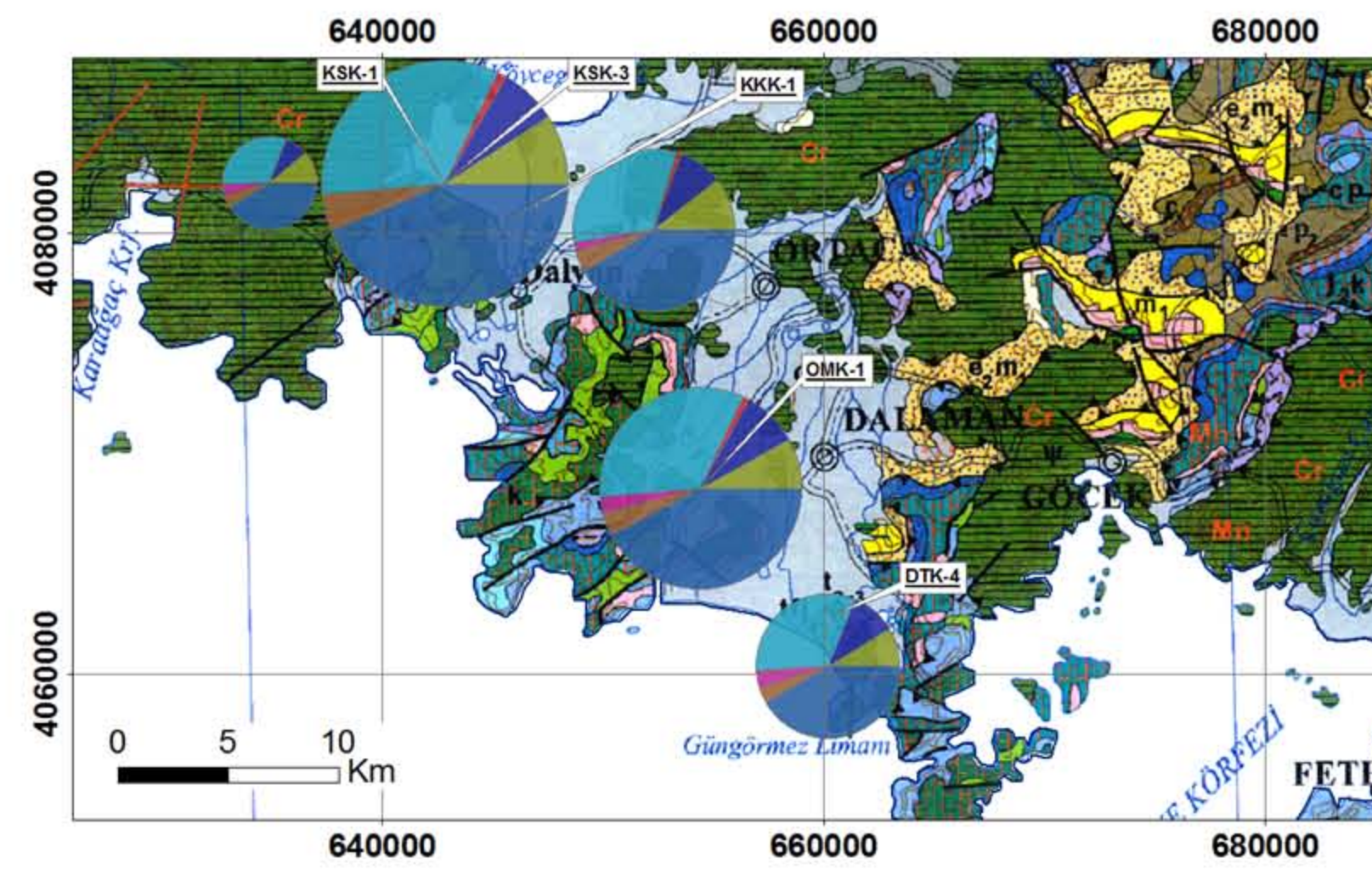
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ- GÜNEY EGE KALKINMA AJANSI DOĞRUDAN FAALİYET DESTEĞİ

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Yrd.Doç.Dr. Özgür AVŞAR
 PROJE ARAŞTIRMACILARI: Prof.Dr. Fikret KAÇAROĞLU
 Doç.Dr. Gonca KUŞÇU
 Doç.Dr. Semih GÜRSU
 Yrd.Doç.Dr. Bedri KURTULUŞ

Harita hazırlanması: Yrd.Doç.Dr. Bedri Kurtuluş

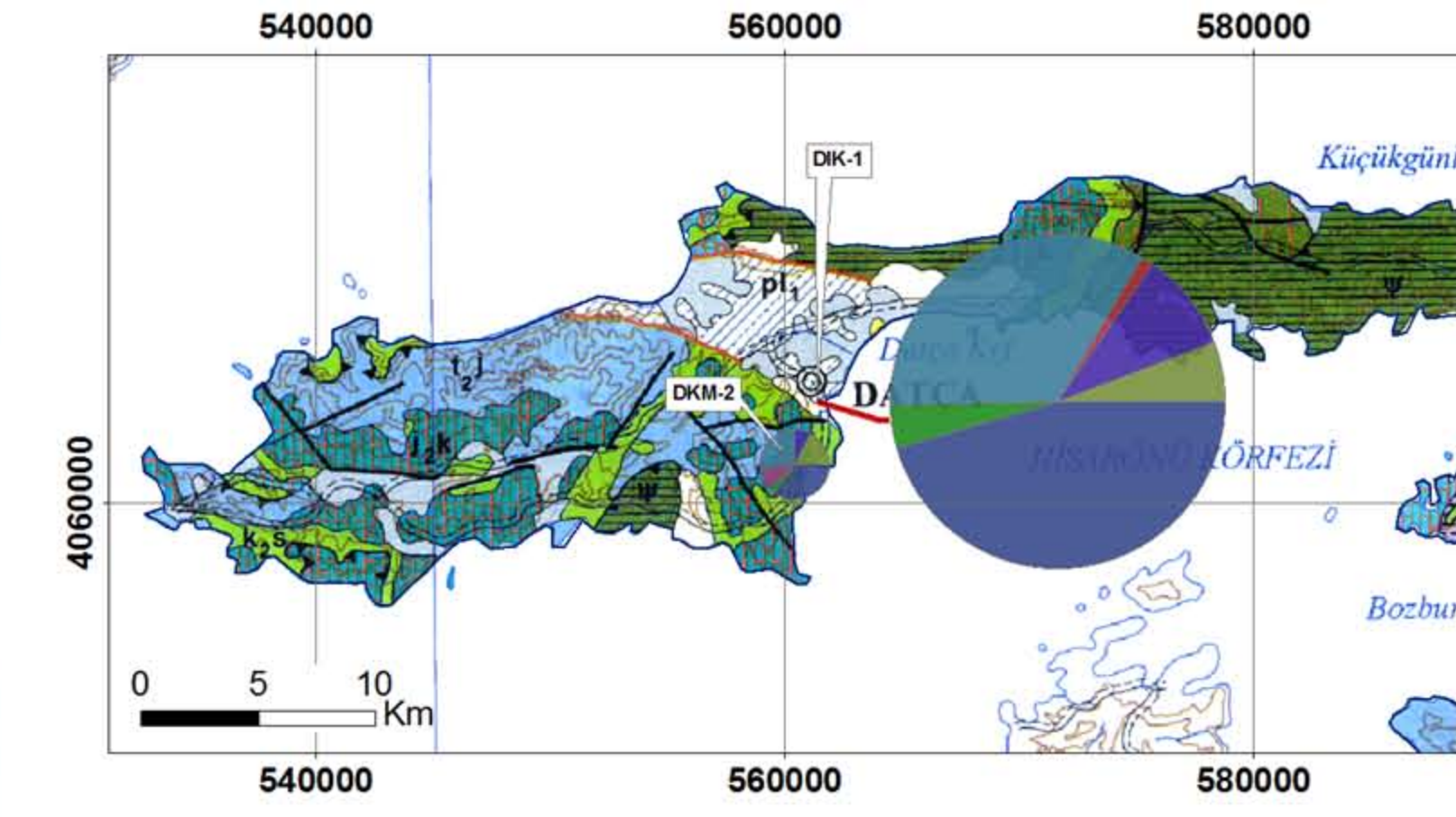
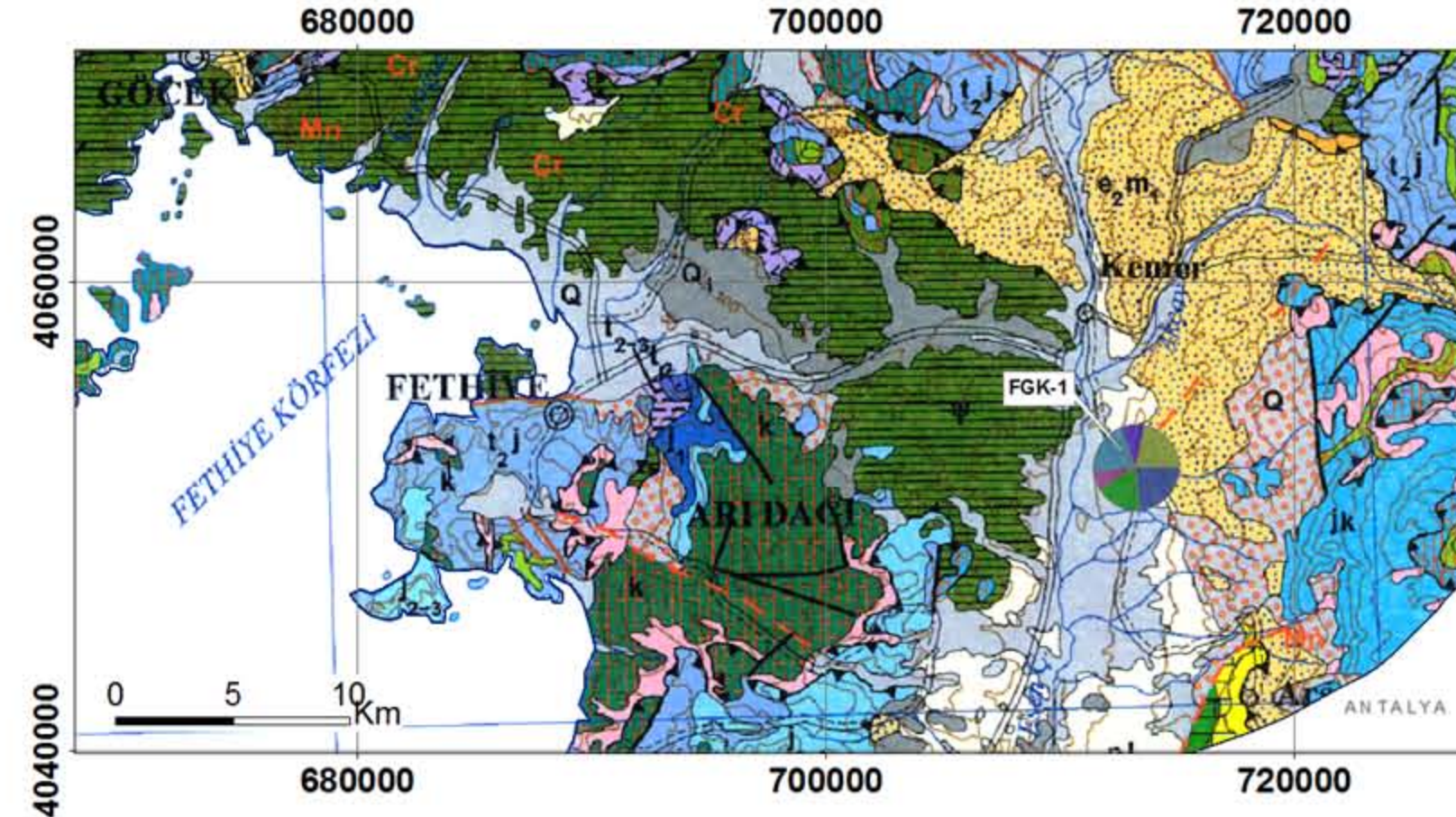
Seçilmiş Sulara Ait Bilgiler

İlçe	Lokasyon	ÖRNEK NO	T (°C)	Tipi	KOORDİNAT (UTM / ED50)	
					E	N
Milas	Karahayit	MKS-1	33.06	Sondaj	551434	4148803
Milas	Narlısar	MNM-1	15.36	Mineral	562356	414891
Milas	Sepetçiler-1	MSM-1	18.63	Mineral	565084	412965
Milas	Asın	MAM-1	20.98	Kaynak	552356	4127035
Milas	Bahçeburun	MBM-1	14.31	Mineral	568693	4137875
Yatağan	Büzbüyük	YBS-1	33.33	Sondaj	598009	4127081
Yatağan	Hisarardı	YHS-1	18.80	Sondaj	594713	4142209
Yatağan	Mesken	YMM-1	10.02	Mineral	611350	4148733
Yatağan	Kapubağ	YKS-1	15.50	Sondaj	599095	4128942
Kavaklıdere	Menteşe	KMS-1	14.31	Sondaj	629529	4143523
Merkez	Dağdibi	MDM-1	9.30	Mineral	609616	4113442
Bodrum	Karada	BKK-1	29.67	Kaynak	540168	4093599
Bodrum	Gimibüyük	BGS-1	26.87	Sondaj	522062	4099238
Bodrum	Dereköy	BDS-1	22.35	Sondaj	524985	4099736
Datça	İlca-1	DIK-1	26.49	Kaynak	561396	4064336
Datça	Karg-2	DKM-2	19.17	Mineral	560447	4061629
Marmaris	İçmeler	MIM-1	16.55	Mineral	610529	4073537
Küveçiz	Sultaniye-1	KSK-1	19.70	Kaynak	642788	4082305
Küveçiz	Sultaniye-3	KSK-3	37.00	Kaynak	642805	4082293
Küveçiz	Delibey-1	DKK-1	29.88	Kaynak	644920	4080156
Küveçiz	Toparlar	KTM-1	16.35	Mineral	645446	4095192
Ortaca	Musalar	OMK-1	25.79	Kaynak	654393	4068427
Dalaman	Thermemaris-4	DTK-4	25.90	Kaynak	660198	4062602
Fethiye	Girmeler-1	FGK-1	36.10	Kaynak	713277	4052077



AÇIKLAMALAR / GEOLOGICAL EXPLANATIONS SEDİMENTER KAYALAR / SEDIMENTARY ROCKS

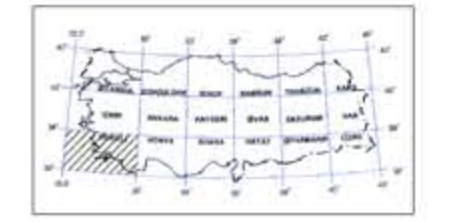
Üst Paleozoik / Üst Paleozoic	Orta Paleozoik / Orta Paleozoic	Alt Paleozoik / Alt Paleozoic	Devoniyen / Devonian	Prekambriyen / Precambrian
Üst Paleozoik - Eosen / Üst Paleozoic - Eocene	Orta Paleozoik - Eosen / Orta Paleozoic - Eocene	Alt Paleozoik - Eosen / Alt Paleozoic - Eocene	Devoniyen / Devonian	Prekambriyen / Precambrian
Üst Paleozoik - Eosen / Üst Paleozoic - Eocene	Orta Paleozoik - Eosen / Orta Paleozoic - Eocene	Alt Paleozoik - Eosen / Alt Paleozoic - Eocene	Devoniyen / Devonian	Prekambriyen / Precambrian
Üst Paleozoik - Eosen / Üst Paleozoic - Eocene	Orta Paleozoik - Eosen / Orta Paleozoic - Eocene	Alt Paleozoik - Eosen / Alt Paleozoic - Eocene	Devoniyen / Devonian	Prekambriyen / Precambrian
Üst Paleozoik - Eosen / Üst Paleozoic - Eocene	Orta Paleozoik - Eosen / Orta Paleozoic - Eocene	Alt Paleozoik - Eosen / Alt Paleozoic - Eocene	Devoniyen / Devonian	Prekambriyen / Precambrian



ANA İYONLAR

18 meq/l

Ca	Mg	K	Na	HCO ₃	CO ₃	SO ₄	Cl
----	----	---	----	------------------	-----------------	-----------------	----



VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS	PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS	METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS	OFİYOLİTİK KAYALAR / OPHIOLITIC ROCKS
VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS	PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS	METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS	OFİYOLİTİK KAYALAR / OPHIOLITIC ROCKS
VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS	PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS	METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS	OFİYOLİTİK KAYALAR / OPHIOLITIC ROCKS
VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS	PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS	METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS	OFİYOLİTİK KAYALAR / OPHIOLITIC ROCKS
VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS	PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS	METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS	OFİYOLİTİK KAYALAR / OPHIOLITIC ROCKS