

TMMOB JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

"DENİZLİ'NİN JEOTERMAL KAYNAKLARI"

POTANSİYEL, GELİŞTİRİLEBİLİRLİK VE EKONOMİK YARARLANMA SEÇENEKLERİ İÇİN DEĞERLENDİRMELER

Hafize AKILLI



550.4 jeo

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası “DENİZLİ’NİN JEOTERMAL KAYNAKLARI”
POTANSİYEL, GELİŞTİRİLEBİLİRLİK VE EKONOMİK YARARLANMA SEÇENEKLERİ
İÇİN DEĞERLENDİRMELER RAPORU

Ankara: Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 2024

52 s.: 24 cm

jeotermal, Denizli, jeotermal enerji, Karahayıt, Pamukkale, Buldan, Honaz
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

ISBN: 978-625-98532-4-6

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
“DENİZLİ İLİNİN JEOTERMAL
KAYNAKLARI”
POTANSİYEL, GELİŞTİRİLEBİLİRLİK VE
EKONOMİK YARARLANMA SEÇENEKLERİ
İÇİN DEĞERLENDİRMELER

Dr. Hafize AKILLI

Jeoloji Yüksek Mühendisi

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Komisyonu Üyesi

Haziran 2024

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
2. JEOTERMAL ALANLAR	3
2.1. Sarayköy İlçesi Jeotermal Alanları	3
2.1.1. Kızıldere Jeotermal Alanı.....	3
2.1.2. Tekkehamam Jeotermal Alanı	8
2.2. Buldan İlçesi Jeotermal Alanları	10
2.2.1. Bölmekaya Jeotermal Alanı	10
2.2.2. Yenice-Kamara Jeotermal Alanı	11
2.3. Pamukkale İlçesi Jeotermal Alanları	13
2.3.1. Pamukkale Jeotermal Alanı	13
2.3.2. Karahayıt Jeotermal Alanı	15
2.3.3. Gölemezli Jeotermal Alanı	16
2.4. Çardak İlçesi Jeotermal Alanları.....	18
2.4.1. Beylerli Jeotermal Alanı	18
2.5. Honaz İlçesi Jeotermal Alanları	20
3. DENİZLİ İLİ JEOTERMAL KAYNAK POTANSİYELİ VE YARARLANMA OLANAKLARI	23
3.1. Elektrik Üretimine Uygun Alanlar.....	23
3.2. Kent veya Termal Tesis Isıtması İçin Potansiyel Alanlar	25
3.3. Jeotermal Seracılık İçin Potansiyel Alanlar	26
3.4. Termal ve Sağlık Turizmi İçin Potansiyel Alanlar.....	26
3.5. Yan Sanayi Ürünü İçin Potansiyel Alanlar	27
3.6. Meyve-sebze Kurutmacılığı İçin Potansiyel Alanlar	28
3.7. Kültür Balıkçılığı İçin Potansiyel Alanlar.....	29
4. GELİŞTİRME ÇALIŞMALARININ EKONOMİK YARARLANMADAKİ ROLÜ	31
5. DEĞERLENDİRMELER	33
6. SONUÇLAR	34
7. ÖNERİLER	36
8. DEĞİNİLEN BELGELER	38

1. GİRİŞ

Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenirken sosyal, ekonomik, kültürel, sağlık, çevre ve iklim gibi çok yönlü disiplinler bir araya gelerek değerlendirilmektedir. Artan nüfus, teknolojideki gelişmeler ve yükselen yaşam standartları nedeniyle yıllar içerisinde artan enerji talebine temiz ve sürdürülebilir çözüm arayışları çok yönlü olarak ele alınmaktadır. Dünyadaki enerji ihtiyacı her geçen gün artış göstermekte, yeni enerji kaynaklarına gereksinim giderek artmaktadır. Günümüzde dünyadaki enerji ihtiyacının büyük bir bölümü kömür, doğal gaz ve petrol gibi bilinen fosil enerji kaynakları kullanılarak karşılanmaktadır. Söz konusu fosil yakıtların rezervleri dünya üzerinde sınırlıdır ve artan enerji ihtiyacına bağlı olarak giderek tükenmektedir. Bütün bunların yanı sıra fosil yakıtların kullanılması, sera gazı salınımının büyük oranda artmasına ve buna bağlı olarak küresel ısınma gibi bütün dünyayı etkileyebilecek önemli sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İnsan kaynaklı küresel ısınma ve iklim değişiminin olumsuz etkileri tüm dünyada hissedilmekte ve ortaya konulan olumsuz öngörülerin önüne geçmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim hızla artmaktadır. Günümüzde başta güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik ve biyokütle olmak üzere alternatif ve yenilenebilir enerji kaynakları, hem çevre dostu hem de sürdürülebilir olduklarından gelecek açısından önemli olarak değerlendirilen enerji kaynakları konumundadırlar.

Ülkemiz petrol ve doğal gaz gibi önemli fosil enerji kaynakları açısından zengin olmaması nedeniyle enerji ihtiyacını büyük oranda dış kaynaklardan sağlamak zorundadır. Bu sebeple enerji ihtiyacımızın yerli kaynaklardan karşılanma olanaklarının araştırılması, yeni enerji kaynaklarının bulunması ve ülke ekonomisine kazandırılması büyük önem arz etmektedir. Ülkemiz ve yakın çevresinin güncel tektoniği, Alpin orojenezi tarafından kontrol edilmektedir. Türkiye, Geç Alpin tektonik hareketlerine bağlı olarak gelişen Alp-Himalaya Orojenik Kuşağı içerisinde yer almakta ve sahip olduğu özel jeotektonik konumu nedeniyle çok sayıda aktif fay ve genç volkanizmaya ev sahipliği yapmaktadır. Türkiye bu jeolojik özellikleri nedeniyle jeotermal potansiyeli



bakımından Avrupa'nın 1. ülkesi ve kurulu güç bakımından ise Dünyanın 4. ülkesi konumundadır. Ülkemizin jeolojik yapısı gereği hemen hemen tüm bölgelerinde farklı sıcaklıklarda jeotermal kaynaklar bulunmaktadır. Bu kaynaklar; elektrik üretimi, konut ısıtması, seracılık ve sağlık turizmi gibi çok yönlü amaçlar için kullanılmaktadır.

Denizli ili sıcak su kaynakları bakımından oldukça zengin bir ilimizdir. Kaynaklar Büyük Menderes Grabeni ve Çürüksu Grabenini oluşturan kırık hatları boyunca çıkmaktadır.

Ege, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri arasında bir geçit durumunda olan Denizli ili, yüzey şekilleri bakımından ovalar, yaylalar ve dağlık alanları bir arada bulundurmaktadır. En önemli akarsuyu Büyük Menderes Nehri'dir. Ege Bölgesi'nde olmasına rağmen, iç kesimlerde karasal iklim hüküm sürmekte olup yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır.

İç Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgesinin kesişim noktasında yer alan Denizli ilinin karayolu ve diğer ulaşım ağları gelişmiştir.

2. JEOTERMAL ALANLAR

Denizli ilinde sıcaklığı 20°C üzerinde olan kaynakların bulunduğu 10 adet jeotermal alan vardır (Şekil 1). Ülkemizde jeotermalden elektrik üretimi yapılan ilk alan olma özelliği taşıyan Kızıldere jeotermal alanı, Sarayköy ilçesi sınırları içinde yer almaktadır. Çaldağı'nın güney eteklerinden boşalan kalsiyum karbonatlı suların çökmesi ile oluşan görkemli beyaz travertenler ve Helenistik döneme ait kalıntılar içeren Hierapolis arkeolojik kenti Pamukkale jeotermal alanı içerisinde bulunmaktadır.

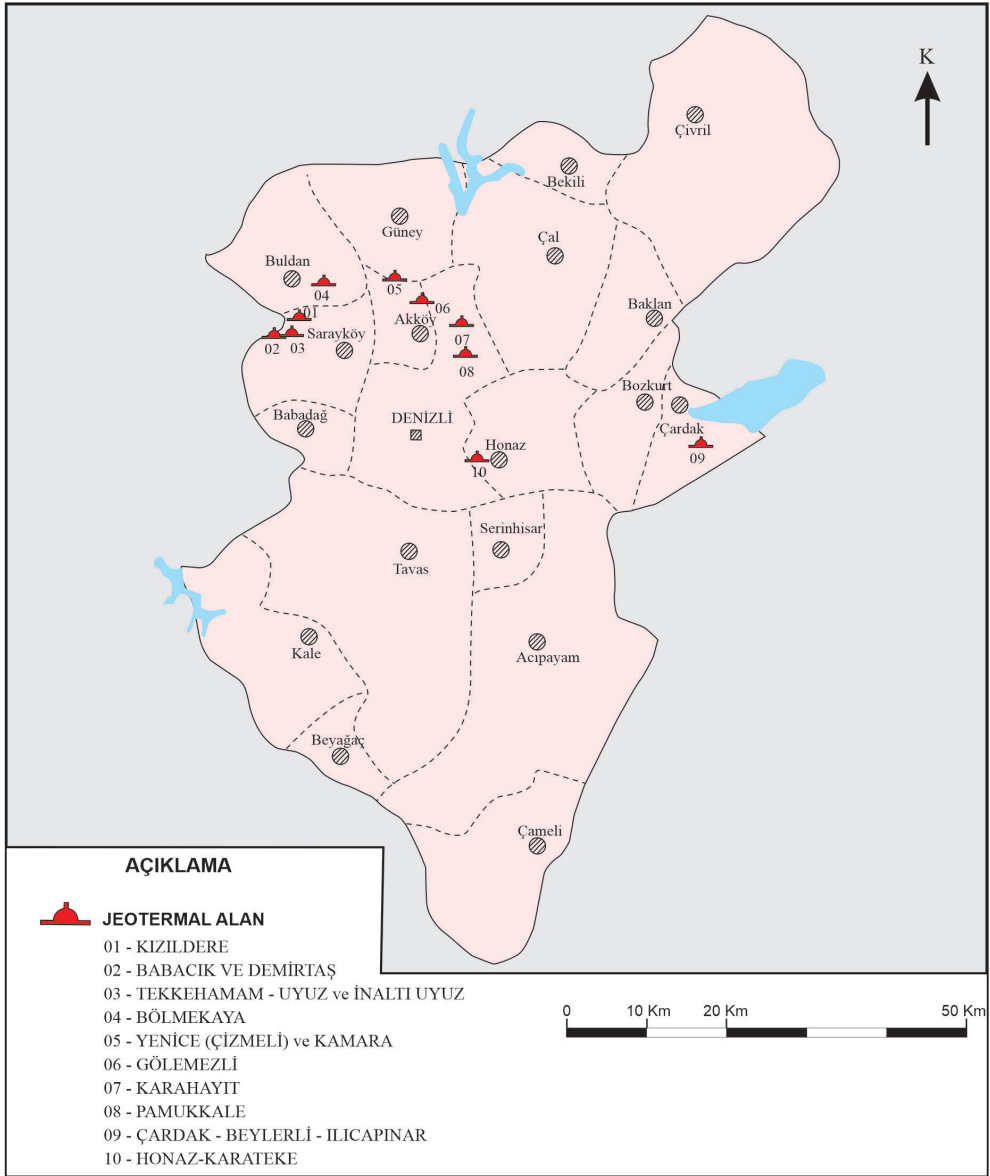
2.1. Sarayköy İlçesi Jeotermal Alanları

Sarayköy ilçesindeki jeotermal alanlar Büyük Menderes Grabeni ile Çürüksu (Gediz) grabenlerinin kesişme yerlerine yakın bir bölgede yer almaktadır.

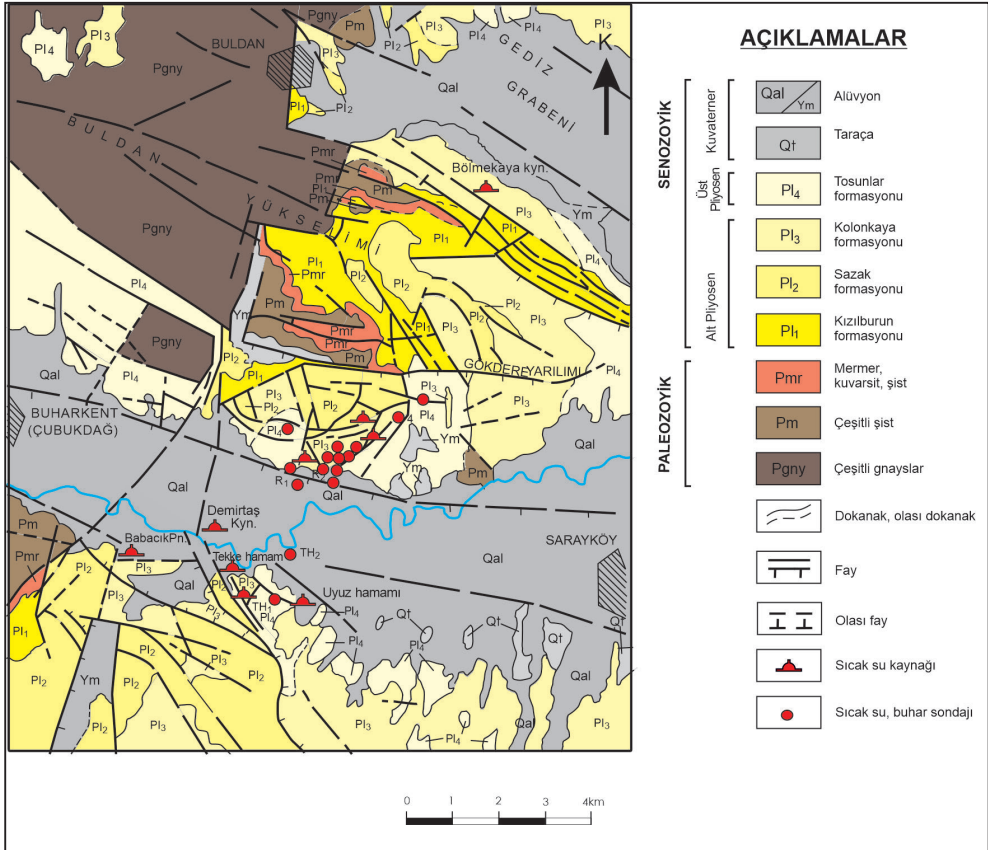
2.1.1. Kızıldere Jeotermal Alanı

Kızıldere jeotermal alanında Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalar ile Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı çökel kayaları bulunur (Şekil 2). Temelde Menderes Masifi'nin metamorfikleri yer alır. Bunlar tabandan tavana doğru yanal ve dikey geçişli gnays, şist, kuvarsit, mikaşist ve mermerler ile temsil edilir (Şimşek, 1984).

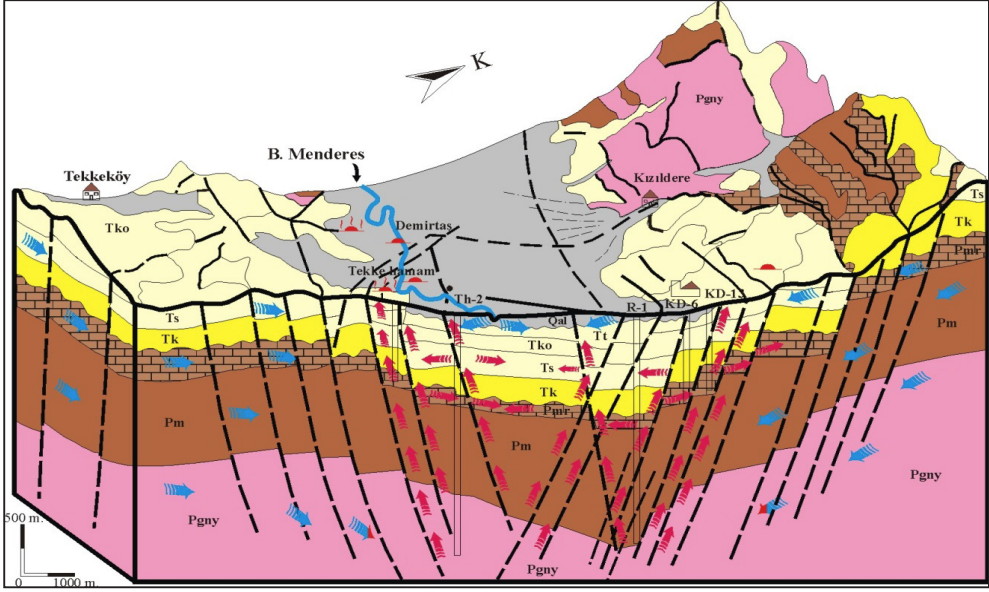
Senozoyik Eosen ile başlar. Birim çakıltaşı, kumtaşı ve marn ardalanmasından oluşmaktadır (Şekil 3). Senozoyik'e ait Alt Pliyosen sedimanları alttan itibaren Kızılburun formasyonu (çakıltaşı, kumtaşı), Sazak formasyonu (kireçtaşı, marn), Kolonkaya formasyonu (marn, kumtaşı) birimlerine ayrılır. Bunların üzerindeki Üst Pliyosen yaşlı Tosunlar formasyonu bloklu çakıltaşı, kumtaşı ve kireçtaşından oluşur. Kuvaterner kaya topluluklarına ilişkin olarak ise taraçalar (eski alüvyon), yeni alüvyon ve yamaç molozları gözlenir (Şimşek vd.,1979).



Şekil 1- Denizli ili jeotermal alanları (Akkuş vd, 2005a den değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 2- Kızıldere - Babacık ve Demirtaş - Tekkehamam - Bölmekeya jeotermal alanlarının jeoloji haritası (Şimşek, 1984)



Şekil 3- Kızıldere ve Tekkehamam sahalarının kavramsal hidrotermal modeli (Şimşek vd., 2005; Karakuş, 2010).

Kızıldere jeotermal alanı Büyük Menderes Grabeni sistemi içinde yer alır. Karmaşık kırıklı yapısı ve içerdiği tektonik özellikler ile oldukça ilginç görünüm sunar. Kenar fayları olarak haritalanmış kırıkların hemen hepsi derine doğru eğimleri azalan listrik (kürek şekilli) normal faylardır. Bölgesel yapıyı kontrol eden kırık hatları D-B, KD-GB, KB-GD doğrultuludur. Fakat ana yapı D-B yönlü kırıklardır. Jeotermal alanlar bu kırık hatları üzerinde konumlanmışlardır.

Bölgede ana rezervuar kaya, metamorfik temele ait mermer, kuvarsit, kuvarslı şist ve gnaylarla temsil edilir. Ayrıca diğer rezervuar kaya olarak Sazak formasyonunun kireçtaşları yer alır (Şimşek, 1984).

Kızıldere jeotermal sahasında geçmişte çok sayıda sıcak su kaynağının olduğu bilinmektedir. Fakat günümüzde Kızıldere sahasında açılan kuyulardaki üretim nedeniyle kısmi basınç düşümü gerçekleşmiş, bu kaynaklar kurumuştur. Sahanın kuzeyinde fümerol çıkışları devam etmektedir.

Kızıldere jeotermal sahası 1968 yılında MTA tarafından keşfedilmiş olup sahada çok sayıda derin kuyu açılmıştır. Bu kuyuların derinlikleri 150-3500 m arasında değişmektedir (Şekil 2). MTA tarafından açılan kuyulara ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.



Çizelge 1- Kızıldere jeotermal alanında MTA tarafından açılan kuyular (Akıllı ve Bülbül, 2006; Demirel vd., 2011; Demirel vd.,2013)

Kuyu Adı	Yılı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı (1/25 000)	Koordinatlar		
						Y (Sağa)	X (Yukarı)	Z (m)
KD-1	1968	540,00	203	Gözlem	M21-b1	661480	02593	177
KD1/A	1968	456,00	188	Gözlem	M21-b1	661500	02658	183
KD-2	1968	705,00	175	Gözlem	M21-b1	660872	02 452	169
KD-3	1969	370,00	171	-	M21-b1	660227	03586	345
KD-4	1969	368,00	166	-	M21-b1	663694	03608	364
KD-111	1969	505,00	164	Terk	M21-b1	661507	03888	456
KD-6	1970	851,00	190	38	M21-b1	61 919	02620	177
KD-7	1970	645,00	205	Gözlem	M21-b1	661796	03 034	203
KD-8	1970	567,00	185	Gözlem	M21-b1	662349	02910	204
KD-9	1970	1241,00	170	Gözlem	M21-b1	661746	02052	144
KD-11	1969	505,00	164		M21-b1	-	-	-
KD-12	1970	404,00	146	Kuru	M21-b1	663658	04423	494
KD-13	1971	760,00	195	32	M21-b1	661900	02810	179
KD14	1971	597,00	205	35	M21-b1	662041	03051	198
KD-15	1971	508,00	205	42	M21-b1	662220	03180	212
KD-16	1973	666,00	205	55	M21-b1	662155	03060	205
KD-17	1975	350,00	157	-	M21-b1	-	-	-
KD-20	1986	810,00	200	38	M21-b1	661920	02981	179
KD-21	1985	897,00	200	51	M21-b1	662226	02939	198
KD-22	1985	887,00	195	31	M21-b1	662019	02918	194
R-1	1998	2261,00	242	103	M21-b1	661088	02122	134
R-2	1999	1428,00	204	83	M21-b1	661811	02498	168
R-3	2006	2250,00	241	111	M21-b1	661435	02206	-
KT-1	2007	1403,85	137	35	M21-b1	664682	02409	194
KB-1	2009	598,00	144	35	M21-b1	658890	05390	-



2.1.2. Tekkehamam Jeotermal Alanı

Kızıldere jeotermal alanındaki birimler Tekkehamam jeotermal alanında da yüzeylenmekte olup bu birimler Menderes Masifi'ne ait temel kayalar ve Pliyosen yaşlı çökellerdir.

Tekkehamam sahasında grabenin güneyini sınırlayan D-B fay hattı üzerinde Babacık, Demirtaş, İnaltı ve Tekke gibi çok sayıda sıcak su kaynakları bulunmaktadır (Şekil 2). Tekkehamam jeotermal alanından çıkan kaynaklara ait bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir. Grabenin güney kenarında yer alan ve Kızıldere jeotermal sisteminin devamı kabul edilen Tekkehamam sahasında derinlikleri 75 m ile 3000 m arasında değişen çok sayıda kuyu bulunmaktadır (Çizelge 3). Ayrıca MTA Genel Müdürlüğü tarafından Sarayköy-Gerali'de 2202 m derinliğinde bir kuyu açılmıştır (Çizelge 4).

Tekkehamam jeotermal sahasında elde edilen akışkanla 106 MWe elektrik üretimi yapılmaktadır. Ayrıca bu sahada çıkan sıcak suların sağlık turizminde de yararlanılmaktadır. Son yıllarda kurulan modern termal tesislerde sıcak suların kimyasal ve fiziksel özelliklerinden yararlanılmaktadır. Alanda jeotermal akışkandan diğer bir yararlanma da sera uygulamasıdır.

Çizelge 2- Tekkehamam jeotermal alanındaki kaynaklar (Akıllı ve Bülbül, 2006).

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı	Koordinatlar		
				Y (sağa)	X (yukarı)	Z (m)
Tekkehamam (17 kaynak)	29-97,2	30*	M21-b1	59066	99460	133
İnatlı-Uyuz (4 kaynak)	83,5-98		M21-b1	59075	99350	150
Çavuşoğlu (4 kaynak)	67-78	7-8	M21-b1	58760	99486	134
Babacık	62	2	M21-b1	55990	99991	135
Demirtaş	94	10	M21-b1	58210	00760	-
Gerenlik Gölü Kaynakları	25-78	30*	M21-b1	60870	98870	135

* Toplam debi



Çizelge 3- Tekkehamam jeotermal alanında açılan kuyular (Akıllı ve Bülbül, 2006; Demirel ve Yıldız, 2013, Avşar ve Altuntaş, 2017)

Kuyu Adı	Yılı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı (1/25 000)	Koordinatlar		
						Y (Sağa)	X (Yukarı)	Z (m)
TH-1	1968	615,50	114	15*	M21-b1	60 041	98 799	151
TH-2* ¹	1997	2001	168	12	M21-b1	6071592	929612	131
TH-3**	2009	752	-	-	M21-b1	0655703	4199903	222
DST-2010/19	2011	1500	-	-	M21-b1	-	-	-
DST-2011/11	2012	2100	150	6 (K)	M21-b1	0657873	4199468	158
W-1	-	320	144	20-25	M21-b1	0660727	4198674	-
W-2	-	955	127,5	68	M21-b1	0660470	4198667	-
W-3	-	717	110	45	M21-b1	0660604	4198550	-
W-4	-	450	91	15	M21-b1	0660562	4198692	-

A: Artezyen, K: Kompresör, R: Reenjeksiyon, KA: Kuyu ağzı, KD: Kuyu dibi

*İlk üretim değeridir. Kabuklaşmadan dolayı kuyu tıkanmış durumdadır.

*¹ Kuyuya ait veriler ilk üretim değerleridir.

** : Kuyu askıda kalmıştır.

Çizelge 4- Sarayköy ilçesi yakınında açılan kuyular (Demirel vd., 2017, Karamanderesi ve Ölçenoğlu, 2005).

Kuyu Adı	Yılı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı (1/25 000)	Koordinatlar		
						Y (Sağa)	X (Yukarı)	Z (m)
DSG-2010/4	2010	2202	90,1(KA) 114(KD)	33(A) 50(K)	M21-b2	669115	4196685	187
MDO-1	-	2120	125	50	M21-b2	667475	4197600	143

KA: Kuyu Ağzı, KD: Kuyu Dibi

2.2. Buldan İlçesi Jeotermal Alanları

2.2.1. Bölmekaya Jeotermal Alanı

Kızıldere jeotermal alanının kuzeyinde yer alan Bölmekaya jeotermal alanında, Kızıldere alanında gözlenen jeolojik birimler gözlenmektedir (Şekil 2).

Buldan ve batısında yer alan bölgede en yaşlı birim Menderes Masifi'nin iri feldispatlı gözlü gnayslarıdır (Şimşek, 1984). Bunlar mikalı olup takriben 1500 m kalınlıktadırlar. Bunların üzerine aynı derecede metamorf olan, fakat daha ince elemanlı, daha kompakt ve içinde biyotit seviyelerinin alt ve üstündeki açık renkli, bol kuvarslı seviyelere bağlı olarak granat ihtiva eden gnayslar gelmektedir. Gnaysların hemen üstünde mikaşistler yer alırlar. Dayanaksız olduklarından ayrıışmışlardır. Bunlar çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitliliğin ortak özelliği hemen hemen bütün seviyelerde az veya çok olarak granat ve biyotitin bulunmasıdır. Üst Pliyosen tamamen kalkerden ibaret ve fosilli olan bir seriden oluşur. Tüm bu birimleri ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlar örter.

Bölmekaya jeotermal alanında hâkim olan tektonik hatlar doğu-batı uzanımlıdır. Ancak jeotermal sistem üzerinde oldukça etkili olan kuzeydoğu-güneybatı, kuzey-güney ve kuzeybatı-güneydoğu tektonik hatlar da gözlenir. Bu tektonik hatlar saha genelinde oldukça etkilidir.

Sazak Formasyonunun kireçtaşı seviyeleri birinci rezervuar kaya özellikleri gösterir. Bölgedeki ana rezervuar kaya ise Menderes Masifinin metamorfikleridir. Bir başka deyişle Menderes Masifi içerisinde yer alan mermerler sahanın rezervuar kayalarıdır. Ana rezervuar kaya üzerinde yer alan Senozoyik birimleri, jeotermal sistemin örtü kaya görevini yapar.

Sahada yer alan kaynaktaki yapılan ölçümlerde, kaynağın bölgenin en düşük sıcaklık ve en az debili sıcak suyu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5- Bölmekaya jeotermal alanındaki kaynaklar (Akıllı ve Bülbül, 2006)

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı	Koordinatlar		
				Y (sağa)	X (yukarı)	Z(m)
Bölmekaya	36	0,2	L21-c3	65 559	10 000	438

Sahada MTA Genel Müdürlüğü tarafından açılmış dört adet kuyuya ait bilgiler Çizelge 6'da verilmiştir.



Çizelge 6- Buldan Bölmekaya sahasında MTA tarafından açılan kuyular (Demirel, 2017; Demirel ve Akar, 2017; Demirel ve Beker, 2017).

Kuyu Adı	Yılı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı (1/25 000)	Koordinatlar		
						Y (Sağa)	X (Yukarı)	Z (m)
BK-1	2010	725	72	50	L21-c3	668359	4207771	275
DBM-2010/3	2010	1499	88 (KA)	6,5	L21-c4	661715	4211630	-
DBD-2010/5	2010	734	32 (KA) 39,6 (KT)	22(K)	L 21-c1	662890	4223181	-
DBS-2012/15	2012	904,10	24	4	L 21 c1	657876	4223860	604

KA: Kuyu Ağızı, KT: Kuyu Tabanı, K: kompresör

2.2.2. Yenice-Kamara Jeotermal Alanı

Sahanın temel kayaları olan şist, mermer ve kuvarsitler Menderes Masifine ait olan metamorfik kayalardır. Paleozoyik yaşlı bu metamorfik kayaların üzerinde Pliyosen yaşlı karasal çökeller yer alır. Bu birim taban konglomerası ile başlar ve üzerine birimle yanal ve düşey geçişli olan kireçtaşları gelir. Kireçtaşlarının üzerinde de kumtaşları ve bol fosilli kumlu, siltili kireçtaşları ile en üstte alüvyon ve yamaç molozu yer almaktadır (Şekil 4).

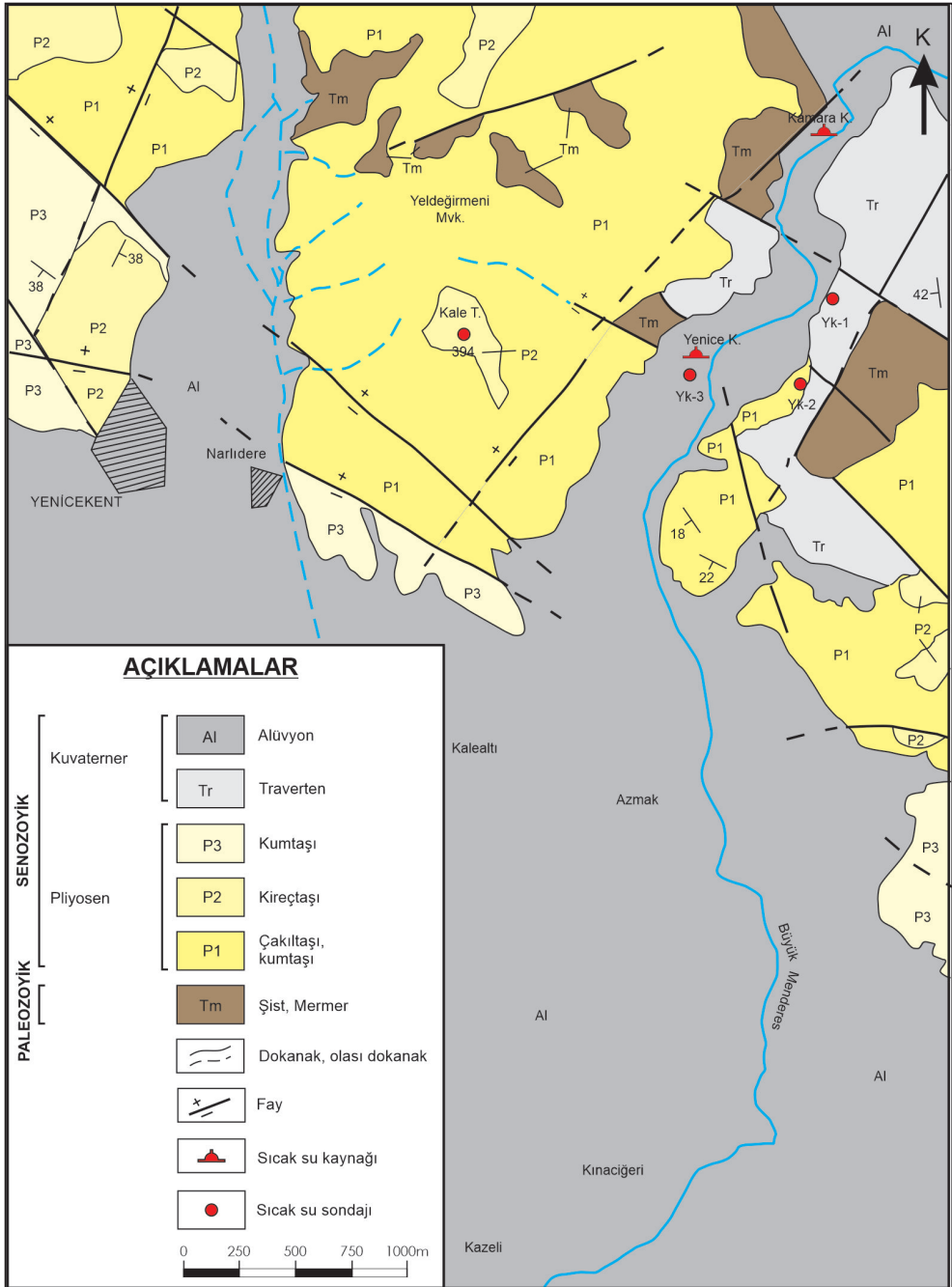
Paleozoyik yaşlı mermer ve kuvarsitler rezervuar, Plioyosen yaşlı kiltası, siltili birimleri ise örtü kaya olarak düşünülmektedir.

Yenice-Kamara jeotermal alanında kaynaklar iki ayrı noktadan çıkmaktadır (Çizelge 7).

Çizelge 7- Yenice-Kamara jeotermal alanından çıkan sıcak su kaynakları (Akkuş vd. 2005a)

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı	Koordinatlar		
				Y (sağa)	X (yukarı)	Z(m)
Yenice (Çizmeli)	39	1,8	L21-c3	72270	13122	162
Kamara	51-56,8	0,5	L21-c3	72974	14192	170

Yenice sahasında 5 adet kuyu açılmıştır (Çizelge 8). Yenice kaynağından kaplıca amaçlı yararlanılmaktadır. Yenice jeotermal alanında açılan kuyulardan elde edilen sıcak sular seracılıkta ve termal tesislerde kullanılmaktadır.



Şekil 4- Yenice - Kamara jeotermal alanının jeoloji haritası (Tamgaç vd., 2010).



Çizelge 8-Yenice-Kamara sahasında MTA tarafından açılan kuyular (Akıllı ve Bülbül, 2006; Alçıçek vd, 2015).

Kuyu Adı	Yılı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı (1/25 000)	Koordinatlar	
						Y (Sağa)	X (Yukarı)
YK-1	2002	54,00	57	20	L21-c3	673044	4213421
YK-2	2002	238,80	65	100	L21-c3	672861	4213095
YK-3	2002	250,00	36	4	L21-c3	672284	4213090
YK-4	2012	300	53	34	L21-c3	672527	4212825
YK-5	2015	245	53	35	L21-c3	672750	4212950

2.3. Pamukkale İlçesi Jeotermal Alanları

Pamukkale ilçesi sınırları içinde Pamukkale, Karahayıt ve Yenice jeotermal alanları yer alır.

2.3.1. Pamukkale Jeotermal Alanı

Jeolojik istif Menderes Masifi metamorfileri ile başlar. Metamorfiter mikaşist, mermer ve kuvarsitlerden oluşur. Bunların üzerinde Mesozoyik kireçtaşı yüzeyler. Mesozoyik kayaçları üzerinde Senozoyik sedimanları olarak Eosen flişi, Pliyosen yaşlı Kızılburun formasyonu, Sazak formasyonu, Kolonkaya formasyonu ve Tosunlar formasyonu bulunur. Kuvaterner yaşlı alüvyon ve travertenler bölgenin en genç kaya birimlerini oluşturur (Şekil 5).

Bölgenin ana yapısı graben-horst tipi bir yapı olup bu yapının ana gidişi KB-GD'dur. Sistemin beslenmesi graben fayları ile bağlantılıdır. Rezervuar kayaları mermer ve kireçtaşlarıdır.

Şistler ve Pliyosen yaşlı formasyonların kiltası, silttaşı birimleri ise örtü kaya olarak özelliğindedir.

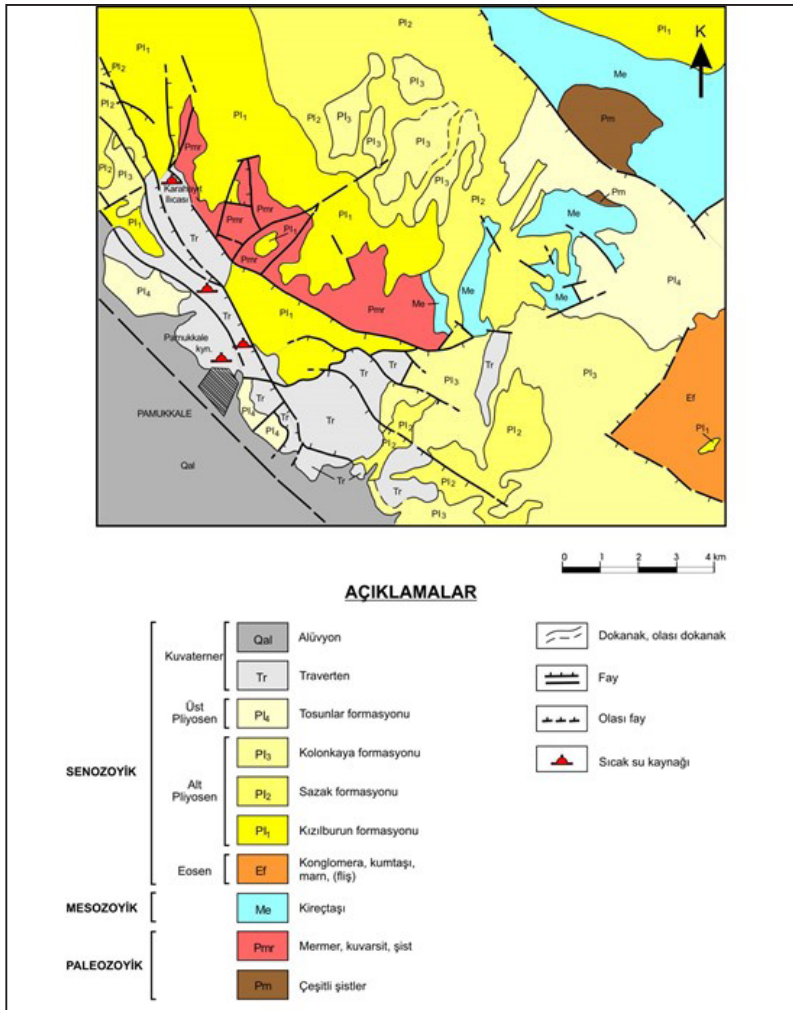
Pamukkale ilçesi sınırlarında bulunan kaynaklara ait veriler Çizelge 8'de verilmiştir. Pamukkale jeotermal alanında yüksek debili kaynaklar yer almaktadır. Çizelgede verilen sıcaklık ve debi değerleri ise kaynakların toplam debileri olup yaklaşık 330 l/s'dir (Çizelge 9).

Çizelge 9- Pamukkale jeotermal alanında yer alan sıcak su kaynakları (Akıllı ve Bülbül, 2006)

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı	Koordinatlar		
				Y(sağa)	X(yukarı)	Z(m)
Pamukkale**	34,5	330*	M22-a1	87050	99962	384

* Toplam debi

** Havuz içindeki kaynağın koordinatı



Şekil 5- Pamukkale-Karahayit jeotermal alanının jeoloji haritası (Tamgaç vd., 1996)

2.3.2. Karahayıt Jeotermal Alanı

Pamukkale jeotermal alanının kuzeyinde yer alan Karahayıt jeotermal alanında sıcaklıkları 27-51 °C arasında değişen kaynaklar vardır (Çizelge 10). Bölgenin jeolojik özellikleri Pamukkale jeotermal alanı ile aynıdır.

Çizelge 10- Karahayıt jeotermal alanında yer alan sıcak sular (Akıllı ve Bülbül, 2006)

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı	Koordinatlar**	
				Y(sağa)	X(yukarı)
Kırmızı Su*	27-51	2,5*	M22-a1	-	-

*Toplam debi,

**Çok sayıda kaynak çıkışı olduğu için koordinat verilmemiştir.

Karahayıt yöresinde bilinen kaynakların çoğu, özel şahıslar tarafından termal turizm amaçlı açılan kuyular nedeniyle kurumuş durumdadır. Bu durum, beslenmeden daha fazla suyun rezervuardan çekilmesinden kaynaklanmıştır. Bölgede yapılan jeolojik etütler sonucu belirlenen lokasyonlarda 5 adet sondaj yapılmıştır (Çizelge 11). Açılan derin kuyulardan elde edilen sıcak suların pansiyon ve otellere dağıtımı yapılmaktadır.

Çizelge 11- Karahayıt jeotermal alanında açılan bazı sıcak su kuyuları (<https://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/05/Ali-Aydin.pdf>)

Kuyu Adı	Yılı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı (1/25 000)	Koordinatlar	
						Y (Sağa)	X (Yukarı)
KH-1	2007	460	61	15	M22-a1	685000	4203100
KH-2	2007	452	61	40	M22-a1	685130	4203800
KH-3	2007	570	36	4	M22-a1	684900	4203300
KHR-1	2011	900	54	27	M22-a1	698450	4202250
KH-4	2018	650	54	30	M22-a2	685092	4204072

2.3.3. Gölemezli Jeotermal Alanı

Bölgesel olarak en yaşlı birimler Menderes Masifi metamorfikleridir. Gnays, kuvarsit, kalkışit, klorit-biyotit-muskovit şist ve mermerlerden oluşan bu metamorfikler almandin-amfibolit ve yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmişlerdir. Masifin çekirdeğini gnayslar oluşturmaktadır (Şimşek, 1984). Paleozoyik yaşlı bu metamorfik kayaların üzerinde Pliyosen yaşlı karasal çökeller yer alır. Bu birim taban konglomerası ile başlar ve üzerine, birimle yanal ve düşey geçişli olan kireçtaşları gelir. Kireçtaşlarının üzerinde de kumtaşları ve bol fosilli kumlu, siltli kireçtaşları ile en üstte alüvyon ve traverten yer almaktadır (Şekil 6).

Gölemezli jeotermal alanın da içinde yer aldığı Menderes Grabeni doğu-batı uzanımlı bir yapıdadır. Bu yapıyı yine doğu-batı uzanımlı, düşey atımlı normal faylar meydana getirmiştir. Bu fayların yanı sıra, bunlara dik ve/veya verrev konumunda gelişmiş oblik atımlı faylar da Menderes Grabeni'nin şekillenmesinde etkili olmuştur. Doğrultuları ise kuzeydoğu-güneybatı, kuzey-güney ve kuzeybatı-güneydoğudur (Demirel ve Kahraman, 2003).

Paleozoyik yaşlı mermer ve kuvarsitler rezervuar, Pliyosen yaşlı kiltası, silttaşlı birimleri örtü kaya olarak düşünülmektedir.

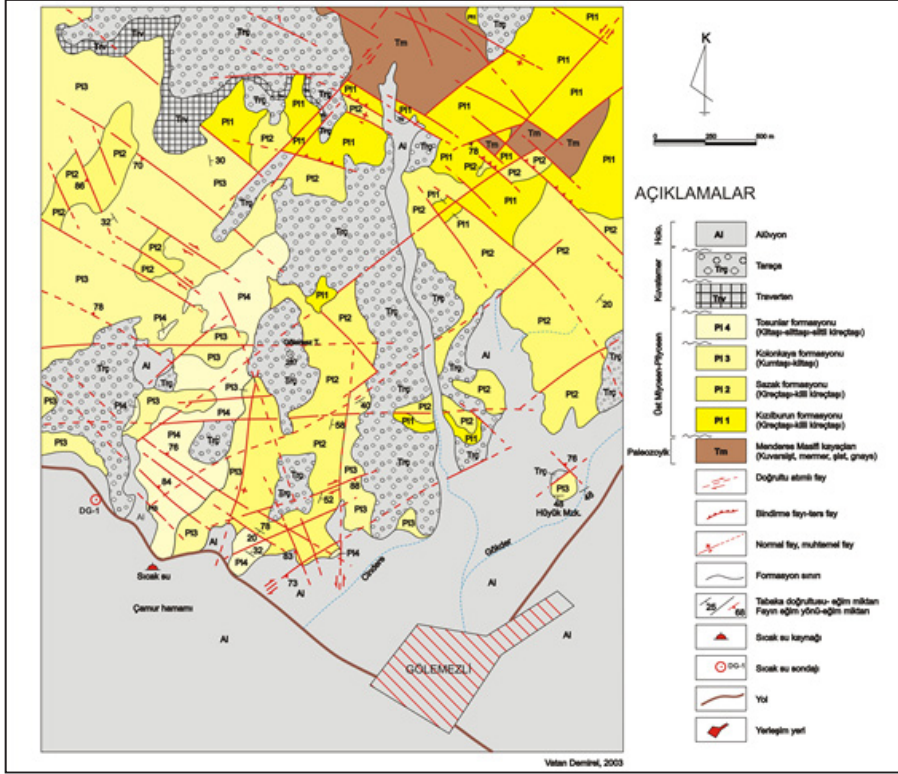
Gölemezli jeotermal alanında kaynaklar birkaç noktadan çıkmakta olup kaynak alanı oluşturmaktadır. Sıcaklıkları 50-57 °C arasında değişmektedir (Çizelge 12).

Çizelge 12- Gölemezli jeotermal alanında yer alan sıcak sular (Akıllı ve Bülbül, 2006)

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı	Koordinatlar		
				Y(sağa)	X(yukarı)	Z(m)
Gölemezli	50 - 57	6*	M22-a1	77353	06814	180

* Toplam debi

Sahada MTA ve Büyükşehir Belediyesi tarafından açılan kuyulara ait bilgiler Çizelge 13'te verilmiştir. Kuyulardan elde edilen akışkan sera ısıtmasında kullanılmaktadır. Sıcak sudan termal turizm amaçlı olarak da yararlanılmaktadır.



Şekil 6- Gölemezli jeotermal alanının jeoloji haritası (Tamgaç vd., 2010).

Çizelge 13- Gölemezli jeotermal alanında açılan kuyular (Akılı ve Bülbül,2006; Alçiçek vd., 2018; <https://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/05/Ali-Aydin.pdf>)

Kuyu Adı	Yılı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı (1/25 000)	Koordinatlar		
						Y (Sağa)	X (Yukarı)	Z (m)
DG-1	2001	1500,00	88	15	M22-a1	677248	4207597	192
DG-2	2002	696,80	72	140	M22-a1	677736	4207441	190
DG-3	2002	549,00	68	110	M22-a1	678247	4207492	200
DG-4	2003	750	66	45	M22-a1	678524	4207493	182
DG-5	2003	750	62	35	M22-a1	678062	4207734	206
Kokarhamam sondajı	1998	110	61	6	M22-a1	678050	427810	148
GÖL-1	2008	605	65	120	M22-a1	677897	420742	-
GÖL-2	2011	137	68	136	M22-a1	677725	4207445	-

2.4. Çardak İlçesi Jeotermal Alanları

2.4.1. Beylerli Jeotermal Alanı

Sahanın temelini Kretase yaşlı peridotitler ve bunların üst kısımlarında yer alan melanj ve olistostromlar oluşturur (Şekil 7). Bu ofiyolitik kayaçlardan oluşan temel üzerinde Jura-Kretase yaşlı Yandağ kireçtaşları tektonik dokanakla bulunur. Bu birimin üzerinde Pliyosen yaşlı, gölsel ve yer yer akarsu tortullarından oluşan; kıltaşı, marn, kumtaşı, çakıltaşı, vb. litolojilerden meydana gelen birim yer alır. İstifin en üstündeki birimler ise kendisinden yaşlı birimleri örten tutturulmamış çakıl, kum ve killerden oluşan Kuvaterner yaşlı alüvyondur (Burçak, 1998).

Yapılan çalışmalarda sahada sıcak suların çıkışını sağlayan yapının KD-GB doğrultulu ve eğimleri oldukça dik olan faylar olduğu tespit edilmiştir.

Yandağ kireçtaşları bol erime boşluklu, kırıklı ve çatlaklı olması nedeniyle hazne kaya özelliği taşımaktadır. Pliyosen yaşlı gölsel çökeller örtü kayacını oluşturur.

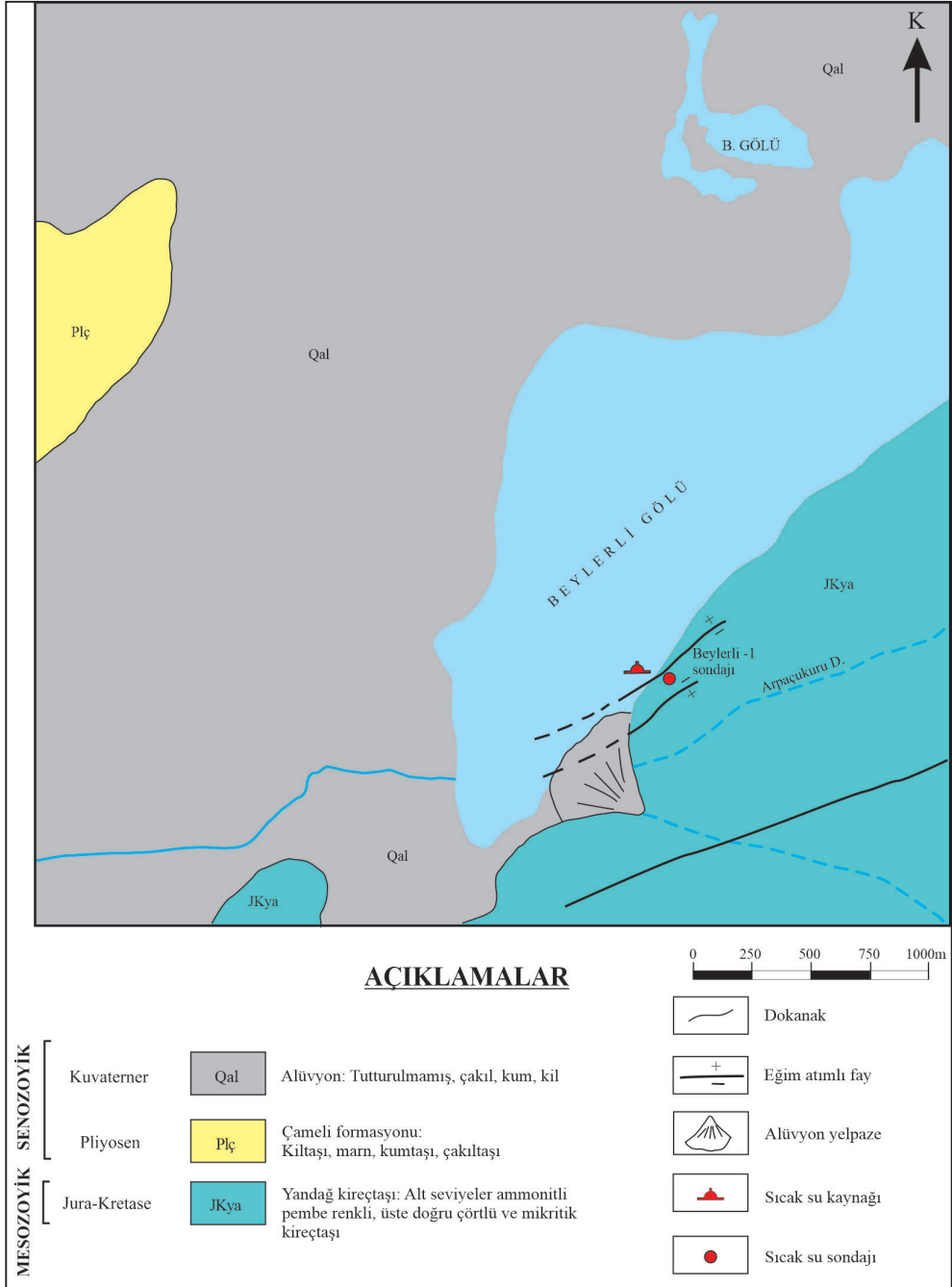
Karstik Yandağ kireçtaşından boşalan bu kaynağın sıcaklığı 37,5 °C olarak ölçülmüştür (Çizelge 13; Akın, 2012). Bölgedeki jeotermal akışkan varlığıyla ilgili diğer emareler, Beylerli kasabasının doğusunda yer alan Beylerli Efem jeotermal kuyusu ve kaynağı, Cumalı Köyü'ndeki Cumalı ılıcası ve sıcaklığı 20°C'nin üzerinde olan içme ve sulama amaçlı açılan sondaj kuyularıdır (Akın, 2012). Beylerli Efem jeotermal kuyusunun derinliği 53 metredir ve bu kuyudan 24 metre derinlikte bulunan dalgıç pompayla 39,5 °C'lik termal su sağlanmaktadır (Çizelge 14).

Çizelge 14- Ilıcapınar jeotermal alanındaki kaynaklar (Akıllı ve Bülbül, 2006)

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı	Koordinatlar		
				Y(sağa)	X(yukarı)	Z(m)
Ilıcapınar	37,5	*	M22-a3	77353	0737100	4181100

*Kaynak mevsimseldir.

Beylerli sahasında toplam 3 adet kuyu açılmıştır. Kuyulardan iki tanesi Büyükşehir belediyesi tarafından yaptırılmıştır (<https://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/05/Ali-Aydin.pdf>) (Çizelge 15).



Şekil 7- Beylerli-Ilıcapanar jeotermal alanının jeoloji haritası (Burçak, 2008)

Çizelge 15- Beylerli - Ilıcapınar jeotermal alanında açılan kuyular (Akıllı ve Bülbül,2006; <https://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/05/Ali-Aydin.pdf>)

Kuyu Adı	Yılı	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı (1/25 000)	Koordinatlar	
						Y (Sağa)	X (Yukarı)
Beylerli	1998	55,6	39.5	3	M23-d2	736588	4178600
S-1	-	760	-	-	M23-d2	738541	4180573
S-2	-	250	30	200	M23-d2	736350	4178200

Açılan S-1 kuyusunda üretim sağlanamamıştır. S-2 kuyusundan da düşük sıcaklıklı akışkan elde edilmiştir. Sıcak su, banyo amaçlı olarak kaplıcaya verilmektedir.

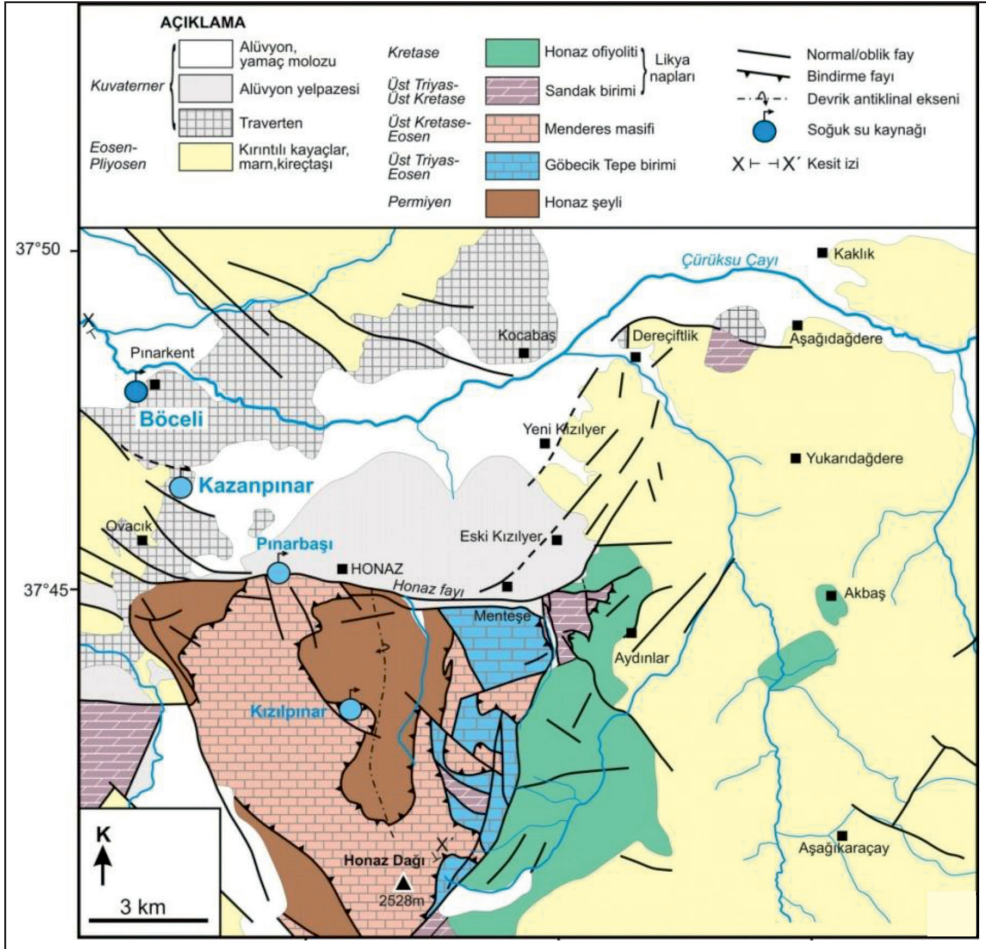
2.5. Honaz İlçesi Jeotermal Alanları

Çalışma alanının temelini çok kırıklı, kıvrımlı, koyu mavi-yeşil renkli silttaşı ve şeylden meydana gelen ve yer yer çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve andezitik dayklar içeren Honaz şeyli oluşturur (Okay, 1989). Honaz şeyli üzerinde tektonik dokanakra Menderes masifi metamorfiteeri yer alır. Masif, inceleme alanında alttan üste Yılanlı ve Zeybekölen Tepe formasyonları ile temsil edilir. Yılanlı formasyonu görünür kalınlığı 1500 m'ye ulaşan, gri renkli, kalın katmanlı-masif, ince taneli, gastrapod fosili içeren rekristalize kireçtaşlarından yapıdır, yaşı Üst Kretase'ye kadar çıkmaktadır (Okay, 1989). Zeybekölen Tepe Formasyonu, yaklaşık 1000 m görünür kalınlıkta olup egemen olarak ince-orta katmanlı pelajik kireçtaşı, şeyl ve karbonatlı şeylden oluşur; yaşı Paleosen - Alt Eosen'dir (Şekil 8).

Menderes masifi metamorfiteeri üzerinde Likya napları yer alır. Üst Triyas-Kretase yaşlı Gereme formasyonu gri-koyu gri renkli, masif-kalın katmanlı dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşlarından oluşur (Okay, 1989).

İnceleme alanında nispi otokton konumunda olan Üst Triyas-Eosen yaşlı kireçtaşı, şeyl, karbonatlı şeyl, kırıntılı kireçtaşlarından oluşan birimler yüzeylenmektedir. Senozoyik yaşlı birimler, kendinden yaşlı tüm birimleri açısız uyumsuzlukla örter (Gökgöz ve Tabancalı, 2021). Eosen genellikle türbidit

istiften oluşur. Alt kesimlerde çakıltaşı ve biyoklastik kireçtaşı ile başlayan istifte üst kesimlerde kumtaşı-şeyli araldanması gözlenir. Oligosen, alüvyon yelpazesi ortamında çökelen çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı araldanmasından oluşur (Hakyemez, 1989). Neojen, çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı araldanması ve siltaşı, kiltası, killi kireçtaşı ve yanal devamlılığı sınırlı gösel kireçtaşları ile temsil edilir. Kuvaterner yaşlı birimler alüvyon, alüvyon yelpazesi, yamaç molozu ve travertenden oluşmaktadır.



Şekil 8-Honaz ve çevresinin jeoloji haritası (Gökgöz ve Tabancalı, 2021).



İnceleme alanındaki en önemli fay Honaz fayıdır. Honaz fayı 15 km uzunluğunda eğim atımlı normal bir aktif faydır ve Menderes Grabeni'ni güneyden sınırlar (Okay, 1989; Koçyiğit, 2005). Fayın doğrultusu batı kesimde KB-GD, doğu kesimde ise KD-GB'dır ve fay zonunun genişliği 2 km'ye kadar ulaşmaktadır (Topal ve Özkul, 2018).

Honaz sahasında iki adet sıcak su çıkışı mevcuttur (Çizelge 16).

Çizelge 16- Honaz jeotermal alanındaki sıcak su kaynakları (Gökgöz ve Tabancalı, 2021)

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Pafta Adı	Koordinatlar		
				Y(sağa)	X(yukarı)	Z(m)
Honaz	24	-	M 22-a3	77353	06814	180
Kaklık	24	-	M 22-b3	09925	92752	-

3. DENİZLİ İLİ JEOTERMAL KAYNAK POTANSİYELİ VE YARARLANMA OLANAKLARI

Aktif tektonik bir hatta yer alan Denizli, sıcak su kaynakları bakımından zengin bir ilimizdir. Jeotermal alanların çoğu Büyük Menderes Grabeni ile Çürüksu Grabeninin kesişim noktasında yer almaktadır. Jeotermal enerjiden ilk elektrik üretimi yapılan Kızıldere jeotermal alanı Büyük Menderes Grabeni içinde bulunmaktadır. Denizli ilinin jeotermal enerji kaynakları elektrik enerji üretiminde, termal turizm, kuru buz üretimi, konut ve sera ısıtmasında kullanılmaktadır. Denizli'nin coğrafi konumu, iklim şartları, tarihi zenginlikleri, ulaşım ve pazar durumu dikkate alındığında, elde edilen akışkanlar ile, jeotermal kaynaktan çok çeşitli ve entegre yararlanma olanakları yaratmaktadır.

3.1. Elektrik Üretimine Uygun Alanlar

Ülkemizde yer alan 63 adet jeotermal enerji santrallerindeki 1691,3 MW Kurulu gücün yaklaşık %25'i Denizli'de bulunan jeotermal enerji santrallerinde üretilmektedir (TEİAŞ, 2022, Çizelge 17). Denizli'de farklı şirketler tarafından kurulmuş jeotermal elektrik santrallerinin kurulu gücü toplam 380 MW'tır (<https://www.enerjiatlası.com/jeotermal/>). Ön lisans alan ve planlama aşamasında 94 MW'lık santral çalışmaları da devam etmektedir. Jeotermal enerjiden entegre bir şekilde yararlanmanın en güzel örneği Kızıldere jeotermal sahasıdır. Elde edilen jeotermal akışkanın birden fazla amaç için kullanılmasının yaygınlaştırılması ülkemiz ekonomisine büyük katkı sağlayacağı bir gerçektir.

Çizelge 17- Jeotermal enerji santrallerinin kurulu güç ve proje kapasiteleri (TEİAŞ, 2022)

Durum	Güç (MWe)	Oran
Devrede	1.691	%79,7
Kurulumu devam eden	131	%6,2
Üretim lisansı alınan	49	%2,3
Önlisans alınan	250	%11,8
TOPLAM	2.121	%100



Gelişen yeni teknolojiler sayesinde 80-90 °C sıcaklıktaki jeotermal akışkandan elektrik üretimi mümkündür. Sarayköy ilçesinde yer alan Kızıldere jeotermal alanı, ülkemizde jeotermalden elektrik üretimi yapılan ilk saha olmuştur. Kızıldere ve Tekkehamam jeotermal alanlarında açılan çok sayıdaki kuyudan elde edilen yüksek sıcaklıklı akışkan sayesinde yaklaşık 380 MW'lık bir güç ile elektrik üretimi yapılmaktadır (Çizelge 18). Ancak sahalarda basınç düşümünü nedeniyle bazı kuyularda üretimin pompa ile yapıldığı bilinmektedir. Sahaların sürdürülebilirliği açısından açılan ve açılacak kuyularda yapılacak kuyu testleri çok önem kazanmaktadır.

Çizelge 18- Denizli ilindeki jeotermal enerji santralleri

(<https://www.enerjiatlası.com/jeotermal/>)

Santral Adı	Firma	Güç (MW)	Toplam Güç (MW)	Durumu
Kızıldere 3 JES	Zorlu Enerji	165	380,16	Devrede olan santraller
Kızıldere 2 JES	Zorlu Enerji	80		
Kızıldere JES	Zorlu Enerji	15		
Kızıldere JES	Aydem Enerji	6,85		
Greeneco 5	Greeneco Enerji	28		
Greeneco 6	Greeneco Enerji	26		
Greeneco 3	Greeneco Enerji	26		
Greeneco JES	Greeneco Enerji	26		
Tosunlar JES	Akça Enerji	3,81		
Emirler 1 JES	Emirler	3,5		
Tekkehamam 2 JES	Zorlu	35	94	Ön lisansı alınmış santraller
Emirler 2 JES	Emirler Enerji	10		
Greeneco 7 JES	Greeneco Enerji	49		

Gölemezli jeotermal alanında Gediz Grabeninin uzantısı olan faylar boyunca açılan kuyulardaki sıcaklık ve debi değerleri bu alanda önemli bir potansiyelin



olduğunu göstermektedir. 1500 m derinlikte açılan DG-1 kuyusundan 88 °C sıcaklık ve 15 l/s debide artezyen üretimle akışkan elde edilmiştir. Belirlenecek lokasyonlarda daha derin kuyu açılması halinde daha yüksek sıcaklık ve debide akışkan elde edilebilir.

Yenice sahasında açılan kuyulardaki akışkan sıcaklığı 53-65 °C arasındadır. Kuyuların derinlikleri oldukça sığdır (54-300 m). Gediz Grabeni'nin güneydoğu uzantısında yer alan sahada yapılacak jeolojik ve jeofizik etütler sonucu belirlenecek lokasyonlarda daha derin kuyu açılması halinde yüksek sıcaklık ve debide akışkan elde etmek mümkün olacaktır.

3.2. Kent veya Termal Tesis Isıtması İçin Potansiyel Alanlar

Jeotermal kaynaklardan, yerleşim alanlarının merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılmasında yararlanmak için 50 °C alt sıcaklık değeri esas alınmaktadır. Denizli ilindeki jeotermal alanlarda, bu sıcaklık değerine sahip kuyuları olan çok sayıda saha bulunmaktadır. Bu sahalar; sıcaklık, debi ve yerleşim alanlarına yakınlığı gibi kriterler bakımından değerlendirilmiştir.

Kızıldere jeotermal sahasında atık akışkandan yararlanılarak Sarayköy ilçesinde yaklaşık 5000 konut eş değeri ısıtma yapılmaktadır. Denizli ilinin de ısıtma uygulaması için bazı çalışmalar yürütülmektedir. Tekkehamam sahasında ısıtma için uygun sıcaklık ve debide akışkan bulunmaktadır.

Gölemezli sahasında açılan kuyulardan 62-88 °C sıcaklıkta akışkan elde edilmiştir. Bu sıcaklık değerleri ile konut ısıtmacılığı uygulaması yapılabilir.

Yenice jeotermal sahasında sığ derinlikte açılan kuyulardan 53-65 °C sıcaklıkta akışkan elde edilmiştir. Bu sıcaklık değeri termal tesis ve konut ısıtmacılığı için uygundur. Sahada açılacak yeni kuyularla bu potansiyel artırılabilir. Yapılacak etütler sonrası belirlenecek lokasyonlarda daha derin kuyuların açılması halinde daha yüksek sıcaklık ve debide akışkan elde edilmesi mümkündür.

Karahayıt jeotermal alanında açılan kuyulardan 54-61 °C sıcaklıkta akışkan üretilmiştir. Akışkandan konut ve termal tesis ısıtmasında yararlanılabilir.

Jeotermal akışkandan soğutma amaçlı da yararlanmak mümkündür. Jeotermal enerjiyi soğutmada kullanmak için en uygun yöntemlerden biri absorpsiyonlu soğutma sistemidir (Sivrioğlu vd., 2009). Yoğuşturucu, buharlaştırıcı ve genişleme vanaları kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemleri, elektrik fiyatlarının çok yüksek olduğu günümüzde oldukça ekonomik bir değere sahiptir. Bu nedenle,



bu sistemlerde her türlü enerji kaynağı kullanılabilmeyle beraber ucuz olan jeotermal enerji ve atık enerjinin kullanılabilir olması absorpsiyonlu soğutma sistemlerini cazip hale getirmiştir (Sivrioğlu vd., 2009). Bunun için 60-80 °C sıcaklık yeterli olacaktır. Kızıldere, Tekkehamam, Gölemezli, Karahayıt sahaları soğutma uygulamaları için uygundur.

3.3. Jeotermal Seracılık İçin Potansiyel Alanlar

Jeotermal akışkandan seracılıkta yararlanmak için iklim koşulları, arazinin topoğrafyası, soğuk su kaynakları, jeotermal kaynakların varlığı, ulaşım, sanayi, tarım gibi kriterlere sahip olunması gerekmektedir. Denizli ili bütün bu özelliklere sahip olup, jeotermal ısıtmalı seracılık faaliyetlerinin ve jeotermal ısıtmalı Tarıma Dayalı İhtisas Organize Sanayi Bölgesi (TDİOSB)'nin Türkiye de ilk kurulduğu yerdir. TDİOSB, seracılıkta standardı yükseltmek ve seracılık-sanayi entegrasyonunu sağlamak amacıyla kurulmuştur. Kızıldere sahasındaki atık akışkan TDİOSB'de kullanılması planlanmıştır.

Yenice, Gölemezli, Tekkehamam ve Kızıldere jeotermal sahalarında seracılık faaliyetleri yürütülmektedir.

3.4. Termal ve Sağlık Turizmi İçin Potansiyel Alanlar

Denizli ili tarihi boyunca birçok uygarlığı ev sahipliği yapmış bir şehrimizdir. Tarihi şehirlerden Hierapolis, Laodikya, Tripolis antik kentleri yine bu ilimizde yer almaktadır. UNESCO'nun dünya mirası listesinde yer alan Hierapolis Antik Kenti ve Pamukkale travertenleri jeotermal alanın sınırları içerisinde bulunur. Hierapolis antik kenti içindeki sıcak su kaynakları, çok eski tarihlerden bu yana sağlık turizmi faaliyetlerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Pamukkale, beyaz renkli travertenleri, sıcak suları ve Hierapolis antik kenti sayesinde milyonlarca turistin akınına uğramaktadır.

Karahayıt bölgesinde bulunan 1500 yıllık tarihi hamam kalıntıları ve kırmızı renkli çamuru bölgeye ayrı bir zenginlik katmaktadır. Bölgenin doğu yamaçlarındaki ormanlık alanları, dağlık alanda yapılan yamaç paraşütü, 12 ay sağlık hizmeti verebilen iklim özelliği ile ziyaretçilerin ilgisini çekmektedir.

Pamukkale ve Karahayıt kaynaklarının olduğu bölge "Özel Çevre Koruma Merkezi" içerisinde yer alır. Pamukkale-Karahayıt bölgesinde yapılmakta olan



Kür Merkezi'nde sona yaklaşılmış olup sağlık turizmi alanında ülkenin gözde sağlık merkezlerinden biri haline gelecektir. Bölgenin ulusal ve uluslararası platformda tanınmasına, turist çekmesine katkı sağlayacaktır.

Yenice ve Gölemezli jeotermal alanlarında da kaplıca turizmi yapılmaktadır. Sağlık turizmi için uygun sıcaklığa sahip kaynaklar ile daha modern kür merkezlerinin yapılması bölgeyi cazip hale getirecektir.

Beşlerli sahasındaki sıcak sudan banyo amaçlı yararlanılmaktadır.

3.5. Yan Sanayi Ürünü İçin Potansiyel Alanlar

Ülkemizde ve özellikle dünyada tek uygulama alanı olan jeotermal enerjiden yan ürün olarak elde edilen CO₂ değerlendirilmekte ve kuru buz üretimi gerçekleştirilmektedir. Kuru buz üretilirken, buhar içinde kullanılmayan ve kondanse olmayan gazlardan yararlanılmaktadır. Üretilen kuru buz hem yurt içi hem de yurt dışı pazarlarına satılarak bölge ve ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlamaktadır. Kızıldere'de üretilen karbondioksit ve kuru buzun çok geniş kullanım alanları bulunmakta olup bunlara; meşrubat sanayide, seralarda, endüstride, yangın söndürme aletlerinde, gıda maddesi saklamada, termik santraller, eğlence merkezleri, cenaze, tıp, kömür ocakları, çimento fabrikaları örnek verilebilir (Kozak, 2020).

Geçmişte borun atık sıvıdan uzaklaştırılması için MTA tarafından pilot çaplı bir çalışma yapılmış ancak sanayi boyutuna dönüştürülemediği (Akıllı ve Bülbül, 2006).

Elektrik enerjisinde sadece üretim değil depolama sistemlerinin önemi günden güne artmaktadır. Depolamanın yapılabilmesi için büyük pillerin üretilmesi gerekmektedir. Sabit enerji depolama sistemlerinde ve elektrikli araçlarda kullanılan lityum iyon pilleri için kritik bir öneme sahip olan lityum, önemli bir hammadde olarak görülmekte ve talep giderek artmaktadır. Çetiner (2017) Çanakkale-Tuzla sahasında yapmış olduğu çalışmada Tuzla sahasındaki jeotermal santralden dönen akışkandan 22 kg lityum üretilebileceğini belirtmiştir. Lityum üretimi için çeşitli yöntemler vardır. Hangi yöntemin o sahaya uygun olduğunu belirlemek için akışkanın metal/mineral konsantrasyonunun yanı sıra akışkana ait diğer bazı fiziksel parametrelerin (pH, debi, sıcaklık, vb.) hassas bir şekilde belirlenmesi gerekir. Araştırmalar, lityum eldesi için birçok farklı yöntemin olduğunu, bunların arasından hem teknolojik hem de



ekonomik açıdan en uygun yöntemin inorganik sorbentler kullanılarak lityum adsorpsiyonu olduğunu göstermektedir. Jeotermalden lityum üretimindeki en önemli etkisi, üretimin devamlı olmasıdır. Kızıldere, Tekkehamam, Gölemezli, Yenice, Karahayıt sahalarındaki akışkandan lityum elde etmek mümkündür.

Jeotermal akışkandan sadece lityum değil, rubidyum, sezyum, silica, altın gibi mineral kazanım teknolojileri araştırılmalıdır. Yeni Zelanda'daki Rotokawa jeotermal sahasında ölçülen 6,0-22 ppb altın değerleri ile aynı ortalama debi ile yıllık 19-70 kg altın üretilebileceği belirlenmiştir (Çetiner, 2017). Elde edilecek altın, gümüş vb. elementlerin pazar değerinin oldukça fazla olması ile ülke ekonomisine bir katma değer oluşturabileceği raporlanmıştır. Denizli ilindeki sıcak suların kimyasal özellikleri değerlendirilerek bu yönde de çalışmaların yapılmasında yarar vardır.

Eski zamanlarda, Hierapolis antik kentinin yerleşim alanı içindeki sıcak su kaynaklarından yün boyamasında yararlanılmaktaydı. Yine, Hierapolis yakınlarından çıkan bu doğal termal sular, dokuma boyalarının sabitleştirilmesinde de kullanılmıştır. Termal sularda boya maddesi için gerekli olan şapın bol miktarda bulunması, kentte çok sayıda yünlü dokuma atölyesinin kurulmasını sağlamıştır (Demir, 2004). Dokumacılık Denizli ve çevresinde yaygın olarak yapılmaktadır. Sıcak sulardan bu amaçla da yararlanılabilecektir.

3.6. Meyve-sebze Kurutmacılığı İçin Potansiyel Alanlar

Meyve-sebze kurutma teknikleri yüzyıllardır insanoğlu tarafından uygulanmaktadır. Meyve-sebzelerin açık havada güneş altında kurutulması, ürünlerin tozlanma, sinek ve çeşitli böcekler tarafından zarar görme, kuşlar tarafından yenilme, rüzgârda uçuşma gibi riskleri barındırmaktadır. Güneşten gelen enerjinin günlük ve mevsimsel olarak değişkenlik göstermesi, gün içerisinde sınırlı bir süre içerisinde kullanılabilmesi ve kurutma işleminin aralıklı olarak devam etmesi güneş enerjisinin olumsuz yönlerindedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji, sebze ve meyvelerin kurutması amacıyla kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Jeotermal enerji ise mevsimsel değişimlere bağlı kalmaksızın sürekli bir enerji kaynağı olarak kurutma işlemlerinde kullanılabilme olanağı sağlar (Helvacı vd., 2003).

Jeotermal kaynaklar aracılığı ile yapılan kurutma yöntemi, güneş altında kurutmadan daha etkili ve sağlıklı bir yöntemdir. Jeotermal kurutma yöntemi,



düşük enerji maliyetiyle de tercih edilmektedir. Jeotermal enerjinin bir diğer kullanım alanı olan kurutma tesisleriyle, mevsiminde taze ve doğal olarak yetişen ürünler alınarak katkı ve koruyucu madde eklenmeden kurutulmakta ve paketlenerek satışa sunulmaktadır. Günümüzde, sağlıklı yiyeceklere olan talebin her geçen gün arttığı, jeotermal enerjinin elektrik, sağlık turizmi ve seracılıkta kullanım alanı yanında, meyve ve sebze kurutulması amacıyla rahatlıkla kullanılabilmesi açıktır. Hem jeotermal kaynaklar hem de çok çeşitli tarım ürünleri bakımından zengin olan Denizli ili için meyve-sebze kurutmacılığı, önemli bir ekonomik getiri sağlayacaktır.

3.7. Kültür Balıkçılığı İçin Potansiyel Alanlar

Kültür balıkçılığı için 28-30 °C sıcaklık yeterli olmaktadır. Denizli ilindeki tüm jeotermal alanlardaki atık akışkan ile kültür balıkçılığı yapılabilir. Özellikle Kızıldere, Tekkehamam, Gölemezli, Yenice, Karahayıt alanlarındaki sıcak sular entegre kullanım sonrasında balık üretiminde kullanılabilir. Buldan ve Beylerli sahalarındaki sıcak sudan doğrudan kullanım mümkündür. Ekonomiye katkı sağlaması amacıyla uygun alanlarda kültür balıkçılığın geliştirilmesi için gerekli tesislerin kurulması gerekmektedir.

4. GELİŞTİRME ÇALIŞMALARININ EKONOMİK YARARLANMADAKİ ROLÜ

Kaynağın arama süreci, jeotermal sistemin tüm bileşenlerinin bütünsel bir yaklaşımla, sistematik temelde belirlenmesini ve tanımlanmasını ifade eder. Bu bağlamda; jeotermal alanlardaki çalışmalarda, kaynaktan maksimum faydayı temin etmek için kaynağın, işletmenin yükünü hangi ölçekte ve yeterlikte karşılayabileceğine yönelik bilgilerin toplanması esastır. Bu araştırma anlayışıyla sahaların teknik özelliklerinin analizi, uygulamaya özel nitelikleri, termal kapasitesinin işletmeye uygunluğunun tartışılmasına olanak sağlayan ve jeotermal norm ve standartlarda üretilen altyapı niteliğindeki bilgilerle birlikte değerlendirilerek alanın modellemesinin yapılması, riski minimize etmeyi sağlayacak temel yaklaşımdır (Akkuş, 2021).

Kızıldere ve Tekkehamam sahalarında açılan çok sayıdaki kuyu ile jeotermal sistemin modellemesi yapılmıştır. Diğer sahalarda da yapılacak daha detaylı jeolojik, jeofizik etütler, su kimyası çalışmaları, toprak gazı ölçümleri gibi çalışmalar ile belirlenecek uygun lokasyonlarda açılacak kuyularla jeotermal sistemin modeli ortaya konabilir.

Bütün bunlara karşın jeolojik olarak jeotermal sistem bir bütündür. Saha üzerinde çok merkezli-çok amaçlı-çok mülkiyetli faaliyetlerin tümü için aynı rezervuarın kullanılması söz konusudur (Akkuş, 2021). Jeotermal kaynakların ruhsatlandırma hukuku ise, kaynağın oluşumu itibarıyla dinamik karakterdeki özelliği ve rezervuar bütünlüğü göz ardı edilerek düzenlenmiştir. Mevcut yasa çerçevesinde aynı jeotermal alan içerisinde birden fazla ruhsatın olması, beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. Rezervuarın ve işletmelerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için çalışmaların sistematik bir şekilde yapılması gerekmektedir. İlk aşamada jeolojik ve jeofizik etütler, toprak gazı ölçümleri, su kimyası çalışmaları temel araştırmalar olmalıdır. Etüt çalışmasından sonra elde edilecek verilerle belirlenecek lokasyonlarda sondajlı arama çalışmalarına geçilmelidir.



Sondaj işlemleri hem en fazla verinin elde edildiği hem de araştırmanın en maliyetli kısmını oluşturmaktadır. Sondaj çalışması sonrası elde edilen bilgilerle rezervuar karakteristiklerinin belirlenmesi, jeotermal rezervuarın modelinin oluşturulması, kuyular arasındaki etkileşimin ortaya konması, yeni açılacak kuyu yerlerinin belirlenmesi işletme öncesi yapılması gereken işlemlerdir. Bu işlemlerin kurallara uygun olarak yapılması halinde işletmeye geçildiğinde herhangi bir sorunla karşılaşılması ve üretimin sürdürülebilir olması sağlanacaktır.

Araştırma ve geliştirme çalışmalarından sonra üretim sıcaklığına göre kaynaktan optimum yararlanma koşulları araştırılmalı, entegre olarak kullanılması sağlanmalıdır.



5. DEĞERLENDİRMELER

Denizli ili jeotermal kaynak bakımından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Coğrafya, iklim, ulaşım, tarım gibi sosyolojik veriler ile il genelinin jeolojik ve tektonik yapısı bölgeyi cazip hale getirmektedir. Sahalarla ilgili genel değerlendirmelere göre; çoklu kullanıma uygun, ortaya çıkarılmayı bekleyen önemli bir potansiyel bulunmaktadır. Ancak bu potansiyelden ekonomik olarak yararlanılabilmek için, alanların gerçek kapasitesi ve üretim yeteneği, işletilebilir özellikleri, sürdürülebilir üretim için sistemin oluşum modeli tartışmasız bir şekilde belirlenmek durumundadır.

Kızıldere ve Tekkehamam jeotermal sahalarından elde edilen akışkan elektrik üretimi başta olmak üzere, konut ısıtmacılığı, termal turizm, seracılık gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak Kızıldere sahasında basınç düşmesi nedeniyle kuyuların ilk üretim değerlerinde üretim yapmadığı bilinmektedir. Sahaların geleceği açısından hem Kızıldere hem de Tekkehamam sahalarında üretim çalışmalarının kontrollü bir şekilde yapılması sağlanmalıdır.

Buldan sahasında daha ayrıntılı etüt çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Saha geliştirilebilecek özelliktedir. Sahadan uygun sıcaklıkta akışkan elde edildiği takdirde farklı kullanım alanları belirlenebilecektir.

Yenice ve Gölemezli jeotermal sahalarında ilave kuyular açılarak sahanın gerçek potansiyeli belirlenmelidir. Elektrik üretimine uygun sıcaklıkta akışkan bulmak mümkündür. Her iki sahada da konut ve termal tesis ısıtması yapılabilir. Entegre kullanım sonrası atık su, kültür balıkçılığı yapımında da kullanılabilir.

Beylerli sahasında ayrıntılı jeolojik ve jeofizik etüt çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Belirlenecek lokasyonlarda açılacak kuyulardan daha yüksek sıcaklıklı akışkan elde etmek mümkündür. Mevcut durumda sıcak sudan banyo amaçlı yararlanılmaktadır. Kuyudan alınacak akışkanın sıcaklığına göre daha modern tesislerde termal turizm amaçlı kullanılabilir.

Honaz ilçesi içinde düşük sıcaklıklı kaynaklar bulunmaktadır. Sahanın ayrıntılı jeolojik ve jeofizik etüt çalışmalarının yapılması gerekir. Elde edilen veriler sonrası araştırma sondajları açılarak potansiyel belirlenmelidir. Sonrasında elde edilecek akışkanın sıcaklığına göre kullanım alanları belirlenebilir.



6. SONUÇLAR

Jeotermal kaynaklardan ilk elektrik üretimi yapılan Kızıldere jeotermal sahasının da yer aldığı Denizli ili jeotermal açıdan büyük bir potansiyele sahiptir. Kızıldere, Tekkehamam, Buldan, Gölemezli, Yenice, Karahayıt, Pamukkale ve Honaz jeotermal alanlarındaki jeotermal sistem aynıdır. Paleozoyik yaşlı metamorfik temel içindeki kuvarsit ve gnayslar ile Pliyosen yaşlı kireçtaşları rezervuar kayaç, Pliyosen yaşlı killi kayaçlar ise örtü kayaç özelliğindedir. Jeotermik gradyanla ısınan sular yeryüzüne grabenleri oluşturan faylar boyunca yüzeye çıkmaktadır. Beylerli sahasında ise Yandağ kireçtaşları bol erime boşluklu, kırıklı ve çatlaklı olması nedeniyle hazne kaya özelliği taşımaktadır. Pliyosen yaşlı gölsel çökeller örtü kayacı oluşturur.

Jeotermal kaynak sahalarının çoğunda işletme yapılmakta olup gerek doğal yolla, gerekse mekanik sondajlarla üretilen akışkan elektrik üretimi, termal turizm, ısıtma, balneoloji, kuru buz üretimi ve tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Mevcut potansiyelden ekonomik olarak yararlanılabilmesi, alanların gerçek kapasitesi ve üretim yeteneğinin belirlenmesi, işletilebilme özelliklerinin ortaya konulması, riski azaltmak için belirsizliklerin giderilmesini sağlayacak geliştirme çalışmalarının yapılması ve en önemlisi de belirli bir strateji çerçevesinde koruma-kullanma dengesi sağlanarak işletilmelidir.

Kızıldere ve Tekkehamam sahaları dışında Gölemezli ve Yenice sahalarında da elektrik enerjisi üretimine yönelik akışkan üretmek mümkün olabilir. Honaz ve Beylerli sahaları dışındaki alanlar konut ısıtma, termal tesis ve sera ısıtması, termal ve sağlık turizmi, balık yetiştiriciliği gibi çoklu kullanıma uygun, geniş bir yelpazede yararlanma seçeneği sunmaktadır.

Yenice ve Gölemezli jeotermal alanlarının bulunduğu bölgede sığ kuyulardan üretilen akışkan sıcaklıkları ısıtma uygulaması için uygun değerlerdedir. Sahanın potansiyelini ortaya koyacak yeterlikte ilave kuyular açılmalıdır. Açılacak derin kuyulardan elektrik üretimine uygun sıcaklıkta akışkan üretimi mümkün olabilir. Kaplıca uygulaması yapılan sahada, ileride elektrik üretimi, konut ısıtması, sera ısıtması, kurutma yapılması ve dokuma endüstrisinde ile diğer uygulamalarda kullanılması mümkündür (Akkuş vd, 2005b).

Kentsel ısıtmada kullanımın ekonomik olması için kaynağın yerleşim alanlarına yakın olması gerekmektedir. Denizli ili ile kaynakların çıktığı ilçe yerleşim merkezlerinde jeotermal enerji ile konut ısıtması yapılabilir.

Denizli, farklı sayıda bitkinin yetiştiği bir ilimizdir. Sıcak su, arazi, iklim ve diğer ekolojik koşullar sayesinde jeotermal kaynaklardan yararlanılarak seracılık faaliyetleri yapılmaktadır. Kızıldere, Tekkehamam, Gölemezli ve Yenice jeotermal alanları seracılık faaliyetleri yürütülen alanlardır. Jeotermal seracılık yatırımının daha fazla teşvik edilmesiyle büyük bir tarımsal üretim alanına dönüşecek olan ilin sosyal ve ekonomik gelişmesine katkı sağlayacaktır.

Denizli ilinin tarihi zenginlikleri dikkate alındığında, sıcak suların sağlık amaçlı olarak binlerce yıldır kullanıldığı bilinmektedir. Hierapolis, Tripolis, Laodikia antik kentleri sıcak su kaynaklarının yakın çevresinde konumlanmıştır. Hierapolis'in sıcak sularından kaynaklanan ünü, Roma Dönemi'nde Anadolu'ya yayılmış, insanlar şifa bulmak için buraya gelmişlerdir. Kaplıcaları ile tıbbi merkez konumuna gelen kentte, hastalar tedavi amaçlı geçici ya da kalıcı olarak konaklamışlardır. UNESCO Kültür Miras Listesi'nde yer alarak, özenle korunan Pamukkale, şifalı termal suları ile ziyaretçilerine pek çok alternatifli tedavi olanakları sunmaktadır. Karahayıt'ta 1500 yıllık tarihi hamamların varlığı, burada da sıcak sulardan sağlık amaçlı yararalandığını göstermektedir. Karahayıt'ta yapılmakta olan kür merkezi ile hem yurtiçinden hem de yurtdışından turist çekilebilecektir. Buldan da kurulma aşamasında olan Tripolis Termal Kür Merkezi sayesinde yerli ve yabancı turist buraya akın edecektir. Sıcak su kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına yönelik alışılmış kaplıca kullanımlarından farklı anlayış ve yaklaşım geliştirilmesi gerekmektedir. Sıcak suyun sadece yıkanma amaçlı kullanımı dışında insan sağlığı, zindelik, dinlenme, sağlık, spor ve eğlence merkezlerinin yer aldığı, tüm yıl boyunca hizmet verebilecek tesislerin kurulması zorunlu hale gelmiştir. Benzer modern kür merkezleri diğer jeotermal alanlar için de yapılmalıdır.

Düşük sıcaklıklı jeotermal kaynak alanlarında ise sıcak sularda yetişen türlere yönelik kültür balıkçılığı uygulamaları yerel ekonomik süreçlerinin desteklenmesine önemli katkılar sunabilir.

7. ÖNERİLER

Ülke ölçeğinde olduğu gibi, enerji ihtiyacının karşılanmasında katkısı giderek artan jeotermal kaynakların Denizli özelinde de uygun bir şekilde kullanılması, kaynaktan maksimum fayda temin edilmesi, kent ekonomisi ve hava kirliliği açısından büyük önem taşır. Bu bağlamda; özellikle az sayıda kuyu açılmış olan jeotermal sahaların mevcut durumunun belirlenmesi, arama-araştırma-geliştirme projelerinin bir strateji çerçevesinde yürütülmesi, yatırım olanakları ve fırsatların saptanması, kullanım ve değerlendirme seçeneklerinin belirlenmesi öne çıkarak öncelikli hedefler arasına yerleştirilmelidir. Ancak unutulmamalıdır ki; jeotermal rezervuarların sürdürülebilirliği için reenjeksiyon yapılmalı, sahalarda modelleme çalışmaları gerçekleştirilmeli, rezervuar izleme çalışmaları sürekli olmalıdır.

Bu kaynakların doğru aranması, araştırılması, alanların gerçek ısıl potansiyelinin ortaya çıkarılarak sisteme entegre edilmesi ve kamu yararı çerçevesinde işletilmesi durumunda, Denizli iline önemli bir iş potansiyeli sağlayacağı gibi kentin gelişmesi ve ekonomisine de önemli katkılar verecektir.

Bu amaçla;

Öncelikle Denizli Büyükşehir Belediye Başkanlığı bünyesinde “Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığı” veya “Denizli Jeotermal A.Ş” kurularak, mevcut veya potansiyel jeotermal kaynak alanlarının ruhsatları satın alınarak bu kaynaklar üzerinde denetim sağlanmalıdır.

Sahalarla ilgili süreci netleştirmek için öncelikle bugüne kadar yapılan çalışmalar derlenerek geleceğe ilişkin projeksiyonların yapılması gerekmektedir. Elde bulunan veriler çerçevesinde, bu alanların potansiyellerin ortaya çıkarılması amacıyla bu sahalarda amaca uygun arama-araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmaların uluslararası jeotermal araştırma standartlarına göre yapılması, hem doğru öngörüler çerçevesinde yatırımların planlanması ve gerçekleştirilmesini, hem de uluslararası kuruluşlardan bu yatırımlar için finans temin edilmesini sağlayacaktır.

Mevcut kaynakların sıcaklıkları esas alınarak, hangi tür yatırımların hangi



jeotermal sahalara yapılacağı uluslararası normlara göre hazırlanmış fizibilite çalışmaları yapılarak belirlenmelidir. Ayrıca jeotermal kaynak alanlarının yerleri ve kullanımı kentin gelişim ve yerleşim stratejilerinin belirlendiği mekânsal strateji, çevre düzeni ve uygulama imar planlarına işlenmeli, özellikle termal veya sağlık turizmüne uygun alanların modern kür merkezleri haline getirilmesi sağlanmalıdır. Bu alanların turizm potansiyelinin geliştirilmesi için altyapı, üstyapı, peyzaj düzenlemesi ve jeopark projeleri ile cazibesi artırılarak tanıtımına özel önem verilmeli, bu konuda gerekli çalışmaların Denizli Büyükşehir Belediyesi ile ilçe belediyeleri tarafından ortaklaşa yapılmalıdır.

Denizli'nin sahip olduğu tarımsal alanların büyüklüğü de dikkate alınarak, mevcut olan jeotermal seraların sayısının artırılması sağlanmalıdır. Bu amaçla belediye tarafından doğrudan yatırım, kooperatifleşme, yap-işlet ya da yap-işlet-devret modeli ile kentin tarımsal üretim kapasitesi artırılmalı, kaynakların tahsisi ise tek elden Denizli Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından yapılmalıdır.

Konut ısıtma sistemine uygun sahalara yakın yerleşim birimlerinin ısıtma sistemi jeotermal kaynaklar yoluyla yapılmalı, bu alanlara doğal gaz vb. ısıtmada kullanılan ve dışa bağımlı enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eden yatırımların getirilmesi önlenmeli veya belirli bir plan dâhilinde kullanılmasına olanak tanınmalıdır.

Denizli Büyükşehir Belediyesi tarafından gerek yurt içinde, gerekse yurtdışındaki iyi uygulama örnekleri takip edilmeli, bu uygulama örnekleri ve deneyimlerinden faydalanılarak kaynak planlanmasının yapılması gerekmektedir.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası olarak, 6235 sayılı TMMOB Kanunu ile 5393 sayılı Belediyeler Kanunu ve kamu yararı çerçevesinde, yukarıdan belirtilen konularda Denizli Büyükşehir Belediyesine her türlü destek ve katkıyı sağlamaya hazır olduğumuzu, bu amaçla yapılacak çalışmaları destekleyeceğimizi belirtmek isteriz.



8. DEĞİNİLEN BELGELER

- Akıllı, H., ve Bülbül, E., 2006, Denizli İli Jeotermal Kaynakları Değerlendirme Raporu. MTA Genel Müdürlüğü Der. Rap No: 10874, Ankara.
- Akın, T., 2012, Beylerli Jeotermal Sahasının (Çardak-Denizli) Hidrojeokimyasal İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Akkuş, İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A. ve Tekin, Z., 2005a, Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri, MTA Envanter Serisi:201, Ankara.
- Akkuş, İ., Akıllı, H., Aydoğdu, Ö. ve Sarp, S., 2005b, Denizli ilindeki jeotermal potansiyelin kullanılabilirliği, 58. Türkiye jeoloji kurultayı, Ankara.
- Akkuş, İ., 2021, Ankara'nın Jeotermal Kaynakları, Potansiyel, Geliştirilebilirlik Ve Ekonomik Yararlanma Seçenekleri İçin Değerlendirmeler. JMO Yayını. Ankara.
- Alçıçek, H., Bülbül, A., Alçıçek, M. C., 2016, Hydrogeochemistry of the thermal waters from the Yenice Geothermal Field (Denizli Basin, Southwestern Anatolia, Turkey). Journal of Volcanology and Geothermal Research 1 309:118-138.
- Alcicek, H., Bülbül, A., Brogi, A., Liotta, D., Ruggieri, G., Capezzuoli, E., Meccheri, M., Yavuzer, I., Alcicek, M. C., 2018, Origin, evolution and geothermometry of the thermal waters in the Golemezli Geothermal Field, Denizli Basin (SW Anatolia, Turkey). Journal Of Volcanology And Geothermal Research, 349 1-30.
- Avşar, Ö., Altuntaş, G. 2017. Hydrogeochemical evaluation of Umut geothermal field (SW Turkey. Environ. Earth Sci. 76, 582.
- Burçak, M., 1998, Denizli-Çardak-Beylerli Ilıcınar kaplıcası jeotermal etüt raporu. MTA Der. Rap. No: 10138, Ankara.
- Çetiner, Z.S., 2017, Ayvacık-Tuzla Bölgesindeki Jeotermal Kaynaklardan Metal/Mineral Kazanım Olanakları. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7/1, 266-273
- Demir, T. 2004, Şeriyeye Sicillerine Göre XVIII: Yüzyılın Sonlarında Denizli'de Mukataa ve Vakıflar. EJOS (Electronic Journal of Oriental Studies) Utrecht University, VII, 9,1-8.
- Demirel, V., Azıtepe, M.A., Güven, A., 2011, Denizli-Buharkent-Kızıldere KB-1 Sıcak Su Sondajı Kuyu Bitirme Raporu. MTA Genel Müdürlüğü Der. Rap No: 11461, Ankara.
- Demirel, V., Azıtepe, M. A., Vekli, M., Dünya, H., 2013, Denizli-Karataş KT-1 Sıcak Su Sondajı Kuyu Bitirme Raporu. MTA Genel Müdürlüğü Der. Rap No: 11641, Ankara.
- Demirel, V., Yıldız, H., 2013, Denizli-Sarayköy-Tekkehamam Dst-2011/11t Sıcak Su Sondajı Kuyu Bitirme Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Der. Rap No: 11640, Ankara.
- Demirel, V., 2017, Denizli-Buldan-Baraj DBD-2010/5 Jeotermal Sondajı Kuyu Bitirme Raporu. MTA Genel Müdürlüğü Der. Rap No: 13624, Ankara.
- Demirel, V., ve Akar, A., 2017, Denizli-Buldan-Bölmekaya BK-1 Jeotermal Sondajı Kuyu Bitirme Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Der. Rap No: 13625, Ankara.
- Demirel, V., ve Beker, K., 2017, Denizli-Buldan-Sarımahmutlu DBS-2012/15 Jeotermal Sondajı Kuyu Bitirme Raporu. MTA Genel Müdürlüğü Der. Rap No: 13626, Ankara.
- Demirel, V., Arıgün, Z., Karışmaz, A., 2017, Denizli-Sarayköy-Sigma J-433/C (Ar: 7) Numaralı

- Jeotermal Kaynak Arama Ruhsat Sahasında Yapılan DSG-2010-4 Jeotermal Sondajına Ait Kuyu Bitirme Raporu. MTA Genel Müdürlüğü Der. Rap No: 13627, Ankara.
- Gökgöz, A., ve Tabancalı, Y., 2021, Böceli ve Kazanpınar karst kaynaklarının (Denizli) hidrojeolojik ve hidrokimyasal özellikleri. Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 27(3), 420-430. Denizli.
- Helvacı, H.U., Gökçen, G., Korel, F., Aydemir, LY., 2003. Bir jeotermal kurutucu tasarımı saha testleri ve kurutma sisteminin enerji analizi. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan 2013, İzmir.
- <https://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/05/Ali-Aydin.pdf>
- <https://www.enerjiatlası.com/jeotermal/>
- Karakuş, H., 2010, Büyük Menderes Grabenindeki Jeotermal Sistemlerin Jeokimyasal Ve İzotop Teknikleri İle İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara.
- Karaman, İ.H., Ölçenoğlu, K. 2005. Geology of the Denizli Sarayköy (Gerali) Geothermal Field, Western Anatolia, Turkey. Proceedings World Congress 2005, Antalya.
- Koçyiğit, A., 2005, Denizli Graben-Horst System and the eastern limit of the west Anatolian continental extension: Basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. Geodinamica Acta, 18, 167-208.
- Kozak, M., 2018, Denizli İli Jeotermal Enerji Kaynakları ve Kullanım Alanlarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, YEKARUM e-DERGİ, (Journal of YEKARUM) 5/1.
- Okay, A.İ., 1989, Denizli'nin güneyinde Menderes Masifi ve Likya naplarının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 109, 45-58.
- Sivrioğlu, M., Yurdakul, M., İlbilgi, L., ve İç, Y. T., 2009, Jeotermal Enerji İle Çalışan Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Buhar Sıkıştırma Soğutma Sistemleriyle Ekonomiklik Yönünden Karşılaştırılması. TÜBAV Bilim Dergisi, 2/1, 26-36.
- Şimşek, Ş., Karaman, H., Yılmaz, S., Eşder, T., Erişen, B., Keskin, B., Öngür, T., Yüksel, V., Suludere, Y., Kastelli, M., Özbayrak, H., Uğurlu, A., Şimşek, Z., Sarız, K., Uysallı, H., Uygur, N. ve Coşkun, B., 1979, Aydın-Denizli jeotermal alanları. MTA Arşiv No : 37077 . Ankara
- Şimşek, Ş., 1984, Denizli-Kızıldere-Tekkehamam-Tosunlar-Buldan-Yenice alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları .MTA Der. Rap. No : 7846. Ankara.
- Şimşek, Ş., Yıldırım, N., Gülgör, A., 2005, Developmental and environmental effects of the Kızıldere geothermal power project, Turkey, Geothermics, 34, 239-256.
- Tamgaç, Ö.F., Yıldırım, N. ve Çetiner, H.L., 1995, Denizli-Karahayıt-Pamukkale ve çevresi sıcak su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesine ait hidrojeoloji etüt raporu. MTA Der. Rap. No:9942, 83 s, Ankara.
- Tamgaç, Ö.F., Özkan, H., Bakraç, S., 2010, Denizli-Gölemezli DG-1 Sıcak Su Sondajı Kuyu Bitirme Raporu. MTA Der. Rap. No:11257, Ankara.
- Topal, S., ve Özkul M., 2018, Determination of relative tectonic activity of the Honaz fault (SW Turkey) using geomorphic indices. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 24(6), 1200-1208.
- TEİAŞ, 2022, <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/aylik-elektrik-uretim-tuketim-raporlari>



TMMOB

JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

Hatay 2 Sok. No. 21 Kocatepe/ANKARA
Tel: 0312 432 30 85- Faks: 0312 434 23 88
www.jmo.org.tr e-posta: jmo@jmo.org.tr



tmmobjmo



tmmobjmo



jeolojimuhendisleriodasi



tmmob-jeoloji-muhendisleri-odasi



www.youtube.com/c/JeolojiMuhendisleriOdasi