

Çaldıran/VAN Jeotermal Enerji Kaynakları ve Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Bayram Ali MERT¹, Ali AYDIN²

¹ İskenderun Teknik Üniversitesi, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, HATAY

² MTA Genel Müdürlüğü Doğu Anadolu Bölge Müdürlüğü, VAN

Özet: Çaldıran jeotermal sahası Van ili Çaldıran ilçesinin 3 km güneyindedir. İnceleme alanındaki volkanik stratigrafi içerisinde yer alan litolojiler, özellikle kırıntılı ve gözenekli Tendürek volkanizması ürünü lav seviyeleri ve kaynakların yakınlarında gözlemlenen dazitik domlar gerek kristal yapısı, gerekse litolojik özellikleri nedeniyle iyi hazne kaya özellikleri taşımaktadır. Yöredeki sıcak sular tektonik rejime bağlı olarak gelişmiş BKB-DGD doğrultulu yaklaşık 50 km uzanımına sahip sağ yönlü doğrultu atımlı Çaldıran fayıyla kesişen tansiyonel faylara bağlı olarak çıkmaktadır. Sahadaki kaynak sularının sıcaklıkları 14°C ile 61°C arasında olup, MTA tarafından açılan VÇA-1 sondajından elde edilen suyun sıcaklığı ise 83°C dir. Silis jeotermometresine göre rezervuar sıcaklığı ise 95–112°C'dir. Toplam mineralizasyon değeri sondaj suyunda 3841 mg/lt dir. Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (AİH) sınıflamasına göre bu sular genelde sodyumlu, kalsiyumlu-bikarbonatlı, klorürlü, borlu sıcak sular sınıfına girmektedir. Çaldıran jeotermal havzası, merkezi ısıtma, seracılık, termal turizm ve hatta elektrik enerjisi üretimi projelerine cevap verebilecek düzeyde yüksek potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak Su, Jeotermal, Çaldıran, Van

An Investigation of the Resources and Usage Possibilities of the Geothermal Energy in Çaldıran / VAN

Abstract: Çaldıran geothermal field is located 3 km south of Çaldıran district of Van province. Because of their crystal structure and their lithological properties, the lithologies located within the volcanic stratigraphy especially the fractured and porous Tendürek volcanism product lava levels and dacitic domes observed near the sources of the study area have good reservoir rock properties. Discharges of these hot waters are depending on the tensional fault intersecting with right lateral strike WNW-ESE Çaldıran fault which is developed by tectonic regime oriented with a distance of about 50 km. The temperature of the waters in the area is between 14 °C and 61 °C and obtained by drilling is 83 ° C. The reservoir temperature according to silica geothermometer is 95-112 °C. Total mineralization value is 3841 mg/lt in the well water. According to the International Association of Hydrogeologists (IAH), these waters generally fall into the category of sodium, calcium-bicarbonate, chloride, boron. The Çaldıran geothermal basin has high potential on central heating, greenhouse, thermal tourism and even electric energy production projects.

Key Words: Hot water, Geothermal, Çaldıran, Van

Giriş

Jeotermal enerji, yerkürenin ısısından kaynaklı sıcak bir akışkandan veya sıcak kuru kaya sistemlerinden elde edilen yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Jeotermal akışkan, fizikokimyasal özelliklerine göre oldukça geniş bir yelpazede kullanım olanağı sunmaktadır. (Çizelge 1).

Çizelge 1. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları (Lindal, 1992).

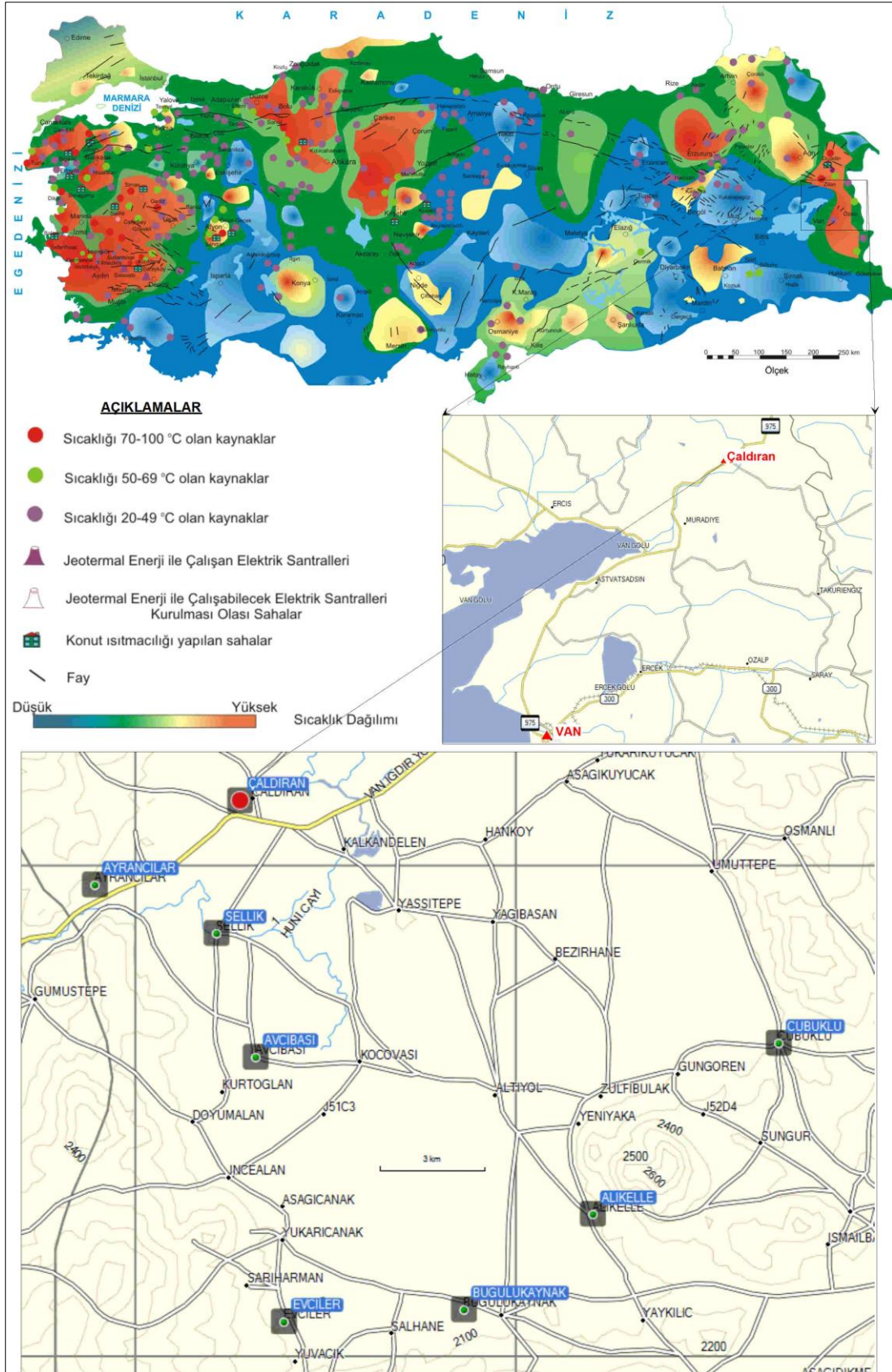
°C	Kullanım Alanı
180	Yüksek Konsantrasyonda Buharlaştırma, Amonyum Absorbsiyonu İle Soğutma
170	Hidrojen Sülfid Yoluyla Ağır Su Eldesi, Diyatomitlerin Kurutulması
160	Kereste, Balık vb. Yiyeceklerin Kurutulması
150	Bayer's Yoluyla Alüminyum Eldesi
140	Çiftlik Ürünlerinin Çabuk Kurutulması (Konservcilik)
130	Şeker Endüstrisi, Tuz Eldesi
120	Temiz Tuz Eldesi, Tuzluluk Oranının Artırılması
110	Çimento Kurutulması
100	Organik Maddeleri Kurutma (Yosun, Et, Sebze vb.)
90	Balık Kurutma
80	Ev ve Sera Isıtma
70	Soğutma (Alt Sıcaklık Sınırı)
60	Sera, Kümes ve Ahır Isıtma
50	Mantar Yetiştirme, Balneolojik Banyolar
40	Toprak Isıtma, Kent Isıtma (Alt Sınır), Sağlık Tesisleri
30	Yüzme Havuzları, Fermantasyon, Damıtma, Sağlık Tesisleri
20	Balık çiftlikleri

Enerji sektöründen, tarım, hayvancılık ve sağlık sektörüne kadar birçok alanda değerlendirilen bu enerji kaynağının dünyada 1995 yılında 8664 MWt doğrudan kullanımı söz konusu iken,

2015 yılında bu değer 8 kat artarak 70.885 MWt değerine ulaşmıştır (Lund ve Boyd, 2016). Türkiye’de ise, 1960’lı yıllardan bu yana sıcaklıkları 20-287°C arasında 230 adet jeotermal saha keşfedilmiştir (Mertoğlu ve ark, 2015; Şekil 1). Bu keşifler ile Türkiye jeotermal ısı potansiyeli bakımından Dünyanın 7. Avrupa’da ise 1.sırada yer almaktadır (Eker, 2012). Bu sahalarda yaklaşık 2000 adet sıcak ve mineralli su kaynağı ile arama - işletme kuyusu mevcuttur (Şimsek, 2016). Türkiye’deki mevcut jeotermal kuyular ve kaynakların toplam jeotermal kapasitesi 8000 MWt değerinde olup hesaplanmış potansiyel ise 60000 MWt değerindedir (Yilmazer, 2009; TJD, 2015). Türkiye’de elektrik üretim kurulu gücü 2006 yılında Denizli Kızıldere’de 15 MWe iken 2014 yılı sonunda 33 misli artarak 9 jeotermal alanda yaklaşık 400 MWe a ulaşmıştır. Türkiye elektrik santral kurulu güç artış oranında 2010-2015 yılları arasında Dünya’da ilk sırayı almıştır (Şimsek 2016). Jeotermal kaynakların doğrudan kullanım uygulamalarına bakıldığında, 1033MWt kapasite ile kent ısıtmacılığı, 760 MWt kapasite ile toplam 3,93 milyon m2 ile sera ısıtmacılığı, 420 MWt termal tesislerin ısınması, 1.005 MWt balneolojik amaçlı kullanım, 1,5 MWt tarımsal kurutma ve 42,8 MWt ise ısı pompası uygulamaları olmak üzere toplamda 3262,3 MWt dur (Mertoğlu ve ark, 2015), 2018 yılı için toplam 750 MWe enerji üretimi ve 500.000 konut eşdeğeri 4.000 MWt alan ısıtması hedeflenmektedir (TC Kalkınma Bakanlığı, 2013).

Ükelere göre değişik sınıflandırmalar olmasına rağmen jeotermal kaynaklar sıcaklıklarına göre üç gruba ayrılmaktadır.

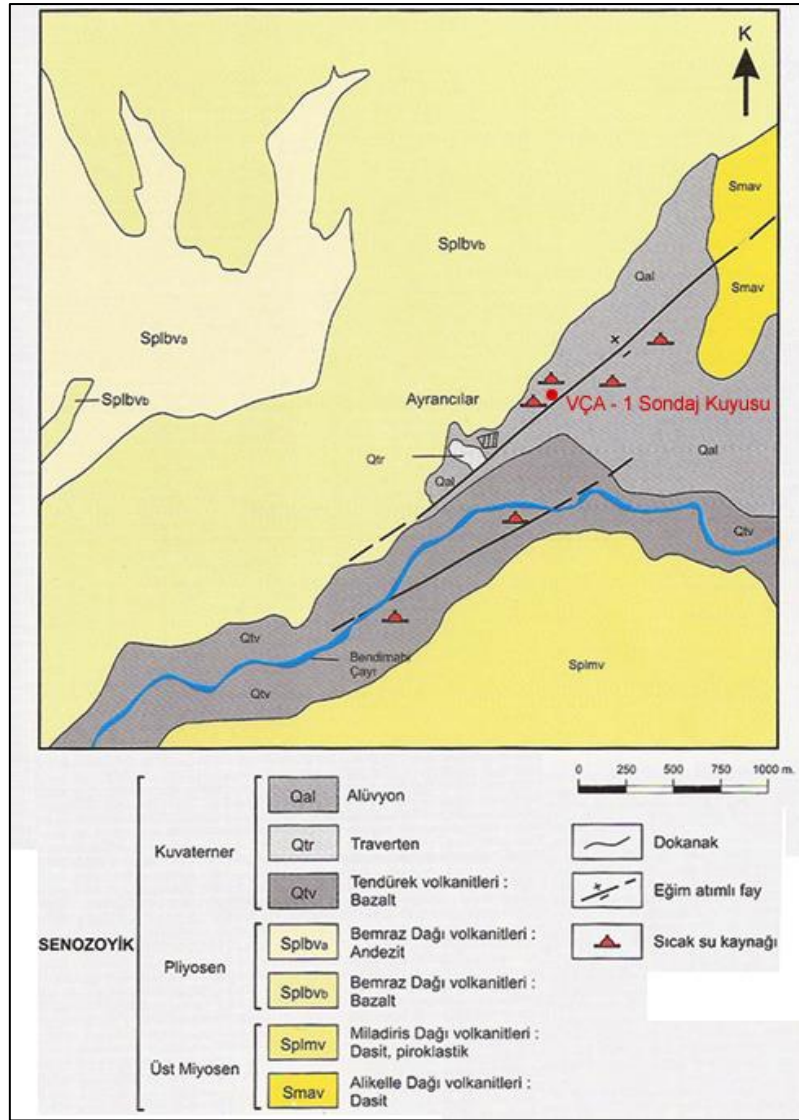
- Düşük Sıcaklıklı Sahalar (20 – 70°C)
- Orta Sıcaklıklı Sahalar (70 – 150°C)
- Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150°C’den yüksek)



Çaldıran Jeotermal Sahası

Çaldıran jeotermal sahası, Doğu Anadolu Bölgesi, Van İli - Çaldıran İlçesi sınırları içinde yer almaktadır. Çaldıran Ovasında bulunan jeotermal alanı, Kuyucak, Çubuklu, Alikelle, Kilimli, Eciler, Avcıbaşı, Sellik ve Ayrancılar köyleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). Doğu Anadolu'da Orta Miyosen'de kıta-kıta çarpışması ile başlayan Neotektonik dönemde, çarpışmaya bağlı olarak gelişen, sıkışma tektonik rejimi bölgenin genel, anlamda jeodinamik evrimini büyük ölçüde

belirlemiştir. Bu tektonik rejime bağlı olarak bölgede kuramsal modele uygun bir şekilde; DKD-BGB doğrultulu sol yönlü, BKB-DGD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, K-G yönlü açılma çatlakları, D-B yönlü kıvrımlar, yüksek, açılı bindirmeler, doğrultu atım egemenliğinde havzalar ve basınç sırtları gelişmiştir. BKB-DGD doğrultulu yaklaşık 50 km uzanımına sahip sağ yönlü doğrultu atımlı Çaldıran fayı inceleme alanın en önemli yapısal unsurudur (Açıkgöz ve Manav, 2004; Şekil 2).



Şekil 2. Çaldıran jeotermal havzası jeoloji haritası (Açıkgöz ve Manav, 2004; Akkuş vd., 2005).

Jeolojik anlamda Şengör (1980)'ün tanımladığı, Türkiye'nin beş tektonik bölgesinden birisi olan ve denizden ortalama olarak yaklaşık 2000-2500 m yükseklikte, kıtasal çarpışma ile başlayan Neotektonik dönemde plato morfolojisi kazanmış Doğu Anadolu Yüksek Platosu'nda yer alan Çaldıran jeotermal sahasında MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2001 yılında yapılan jeolojik etüt ve hidrokimya çalışmaları ve 2002 yılında yapılan jeofizik etüt çalışmaları sonucunda elde edilen sıcak su kaynakları ve sıcaklıkları Çizelge 2'de sunulmuştur.

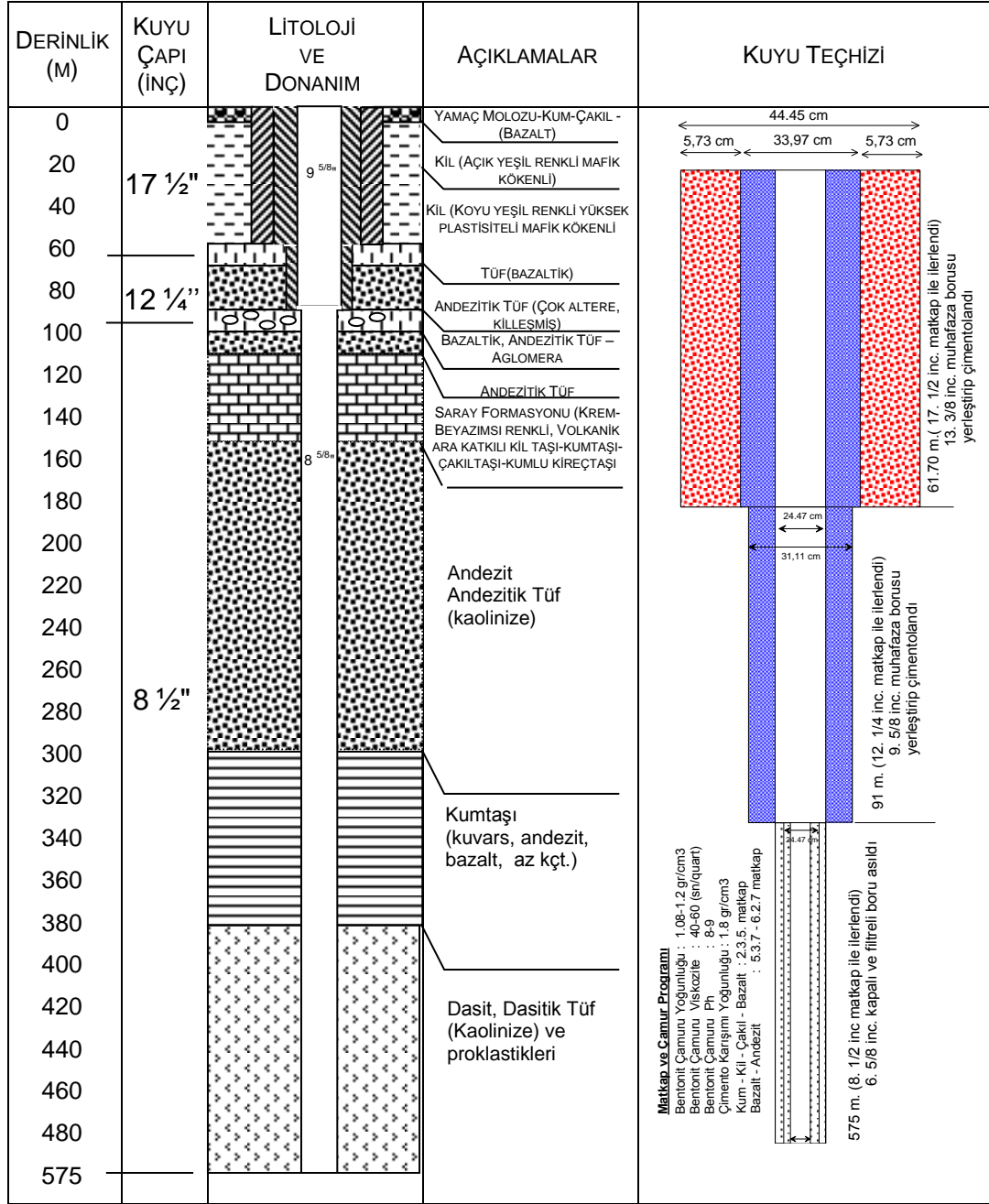
Çizelge 2. Çaldıran sıcak su kaynak grupları ve sıcaklıkları

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)
Doğal kaptaj	60.80	1
Doğal kaptaj KD kaynak grubu	20-25	1.5
Ova kaynak Grubu	26-50	8
Ova kuzeydoğu kaynak grubu	14-31	1
Buğulu kaynak	37	5

Neotektonizma ve Neovulkanizmanın etkin olduğu alanda gelişen, jeotermal sahalarda 20-61 °C arasında sıcaklığa sahip çok sayıda kaynaktan jeotermal akışkan boşalım yapmaktadır. Açıkgoz ve Manav (2003) yaptıkları çalışmada inceledikleri sıcak su örneklerinden SiO₂ jeotermometresine göre; 95-112 °C arasında hazne kaya sıcaklıkları hesaplamışlardır.

Sahadaki volkanik etkinlikler sahanın kuramsal jeotermal modelini ortaya koyan parametrelerden ısıtıcı ile ilgili veriler vermektedir. Ayrancılar sahasında volkanik stratigrafi içerisinde yer alan litolojiler gerek kristal yapısı, gerekse litolojik özellikleri nedeniyle, özellikle kırıklı ve gözenekli Tendürek volkanizması ürünü lav seviyeleri, kaynakların yakınlarında gözlemlenen dasitik domlar hem yapısal hem de litolojik özellikleriyle iyi hazne kaya özellikleri taşımaktadır.

Çaldıran jeotermal alanında bulunan sıcak ve mineralli suların sıcaklıklarının 14 - 60.8 °C ve debilerinin ise 1-8 l/s arasında değiştiği belirtilmektedir (Akkuş vd. 2005; Aydın, 2013). Ancak, suların yüzeye ulaşana kadar geçirdikleri süreç, su-kayaç etkileşimi, karışım oranı, hidrokimyasal fasiyes ve sahanın hidrokimyasal tarihçesinin ortaya konulması amacıyla, MTA tarafından yapılan etüt çalışmaları ile 2008 yılında belirlenen Ayrancılar lokasyonunda jeotermal enerjiye yönelik bir adet araştırma sondajı 575 m'de tamamlanmış, ilk üretim değerleri olarak, 3 lt/sn debide (artezyen) ve 83 °C sıcaklıkta akışkan üretimi sağlanmıştır (Şekil 3). Kuyuda kompresörle sağlanan üretim debisi ise 15 lt/sn (gayzerli) olup sıcaklık 83 °C'dir (Mert ve Bintepe, 2009). MTA tarafından yapılan sondajdan yine MTA tarafından 1 adet su numunesi üzerinde majör element analizi yapılmış ve analiz sonuçları hidrokimyasal açıdan değerlendirilmiştir (Çizelge 3)



Şekil 3. VÇA-1 sondajı kuyusu litoloji ve donanımı (Mert ve Bintepe, 2009).

Çizelge 3. VÇA-1 sıcak su sondajına ait su numunesinin kimyasal analiz sonuçları

BİRİM		MG/L	MVAL/L	% MVAL
KATYONLAR	K ⁺	219,0	5,60	11,86
	NA ⁺	633,0	27,5	58,28
	CA ⁺⁺	238,0	11,9	25,22
	MG ⁺⁺	26,7	2,19	4,64
	NH ₄ ⁺	3,7		
	FE (TOTAL)			
	AS (TOTAL)			
	B (TOTAL)	42		
	MN (TOTAL)			
	Li ⁺	4,0		
	AL ⁺⁺⁺			
	TOPLAM	1166,4	47,19	100
ANYONLAR	HCO ₃ ⁻	2114	34,7	71,28
	CO ₃ ⁻⁻	<10	-	-
	SO ₄ ⁻⁻	143,0	2,98	6,12
	CL ⁻	389	11,0	22,61
	I ⁻			
	F ⁻	3,1		
	S ⁻⁻⁻			
	BR ⁻	1,4		
	NO ₂ ⁻	0,2		
	NO ₃ ⁻	0,1		
	PO ₄ (TOTAL)			
	OH ⁻			
TOPLAM	2650,8	48,68	100,00	
SiO ₂	24			
CO ₂				
TOPLAM MİNERALİZASYON	3841,2			
PH (25 ⁰ C)	6,6			
SP. KOND. (19 ⁰ C)	3790	μMHO/CM		
SP. GRAVİTE. (25 ⁰ C)	-	GR/CM ³		
BUH. KALINTI.180 ⁰ C)	-	MG/L		
TOPLAM SERTLİK	39,4	A ⁰		
GEÇİCİ SERTLİK	39,4	A ⁰		
KALICI SERTLİK	0,0	A ⁰		

Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (AIH) sınıflamasına göre; Çaldıran/Ayrancılar sıcak su sondajından (VÇA-1) üretilen akışkan, sodyumlu, kalsiyumlu-bikarbonatlı, klorürlü, borlu sıcak sular sınıfına girmektedir (Açıkgöz, 2009).

Sonuçlar ve Tartışma

Çaldıran jeotermal havzası, merkezi ısıtma, seracılık, termal turizm ve hatta

elektrik enerjisi üretimi projelerine cevap verebilecek düzeyde yüksek potansiyele sahiptir. Hâlihazırda mevcut kaynak ve sondajlardan elde edilen üretim suyunun kimyasal bileşimi ve sıcaklığı dikkate alındığında, konut ve sera ısıtmacılığında, mantar yetiştirme, balneolojik (sağlık amaçlı) hamam, yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma amacıyla ve balık çiftliklerinde kullanılabileceği ortadadır. Çaldıran ilçesi ve çevresinde bulunan jeotermal kaynaklar ile MTA tarafından açılmış jeotermal üretim kuyularının varlığı ve bu kaynakların Çaldıran İlçe merkezine sadece 3 km. uzaklıkta bulunması yörenin jeotermal enerji sistemleriyle ısıtılmasını cazip hale getirmektedir. Nitekim, sondaj çalışmasında elde edilen akışkana göre sadece bu kuyudan elde edilebilecek termal güç 2,75 MWt 'dır. Bu enerji ile bu alanda, 100 m² ve 2,8 m yüksekliğinde yaklaşık 236 adet konut veya modern, çift katlı örtü ile tesis edilmiş 8870 m² sera ısıtılabilir. Jeotermal ile ısıtmanın olanaklı olduğu bu yörelerde konut ısıtmasında kömür ya da doğalgaz kullanılması engellenerek bu yerlerde jeotermal ile ısıtma teşvik edilebilir. Böylece, bölgede jeotermal sayesinde ısınma daha ucuza mal edilmiş olacak ve doğrudan veya dolaylı olarak elektrik enerjisi ve yakıt tasarrufu sağlanmış olacaktır. Diğer taraftan zengin soğuk su kaynakları, bakir toprakları ve uzun güneşleme süreleri ile ısıtmalı seracılık yapılması yöre ekonomisi ve istihdam açısından önem arz etmektedir. Ayrıca, hem bugünkü potansiyeli oluşturan fay zonlarına hem de daha derinlerdeki faylarla kesilmiş derin rezervuar kayalara ulaşılacak şekilde açılacak yeni jeotermal akışkan üretim kuyuları sayesinde daha yüksek debili akışkan üretimi sağlanarak büyük bir potansiyel artışı sağlanabilir. Nitekim, yörede hâlihazırda sıcaklıkları 80-90 °C arasında değişen derinlikleri

ortalama 100 metre olan 7 ayrı sondaj daha yapılmış, bu sularla 34 bin metrekare alan üzerine kurulu ve 120 kilometre boru döşenerek ısıtılan ve 50 çalışanı ile ilk meyvelerini vermeye başlayan sera kurulmuştur.

Zengin jeotermal potansiyele sahip Çaldıran İlçesinde, yerli, ucuz, yenilenebilir ve temiz bir enerji türü olan jeotermal enerji yatırımları desteklenmeli ve teşvik edilmeli, Türkiye’de jeotermal enerji sektöründe AR-GE, planlama, projelendirme, eğitim, arama ve üretim konusunda faaliyet gösteren kuruluşlarla iletişime geçilerek sistemlerin yöre için uygulanabilirliği detaylı araştırılmalıdır.

Kaynaklar

- Açıkgöz, S. (2009). Ayrancılar-Çaldıran Jeotermal Sondaj Kuyu Bitirme Raporu. MTA arşivleri, Ankara (yayınlanmamış).
- Açıkgöz, S., Manav, E., (2003). Ayrancılar (Çaldıran -Van) Sahasının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları. 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı, s. 167, Ankara.
- Akkuş, İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A., Tekin, Z., (2005). "Türkiye Jeotermal Kaynaklar Envanteri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Envanter Serisi: 201, s. 849.
- Aydın, H., Mutlu, H., Kazancı, A., (2013). Çaldıran (Van) Jeotermal Sahasının Hidrojeokimyasal Özellikleri. S. 71-90, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir
- Eker, M.M. (2012). Jeotermal Seralarda Hedef 30 Bin Dekar. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanı Özel Röportaj, Jeotermal Kaynaklı Belediyeler Birliği (JKBB), Yıl: 3, Sayı: 6, Ankara.
- Kaymakçioğlu, F., Kayabaşı, A., 2006. Elektrik Üretiminde Jeotermal Enerjinin Kullanımı ve İleriye Dönük Perspektifler. S. 81-89. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi, İstanbul.
- Koçar, G., Özbalta. N., 1999. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyelimiz, Güneş Enerjisi Enst. Dergisi. 3(1). s. 81-89. Bornova-İzmir.
- Lund, J. W., Boyd, T. L. (2016). Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review, *Geothermics*, 60, p. 66-93.
- Mertoğlu O., Şimşek, Ş., Başarı, N., 2015. Geothermal Country Update Report of Turkey (2010-2015), *Proceedings World Geothermal Congress, Australia*, p. 9., Paper No: 01046.
- Mert, B.A., Bintepe A., 2009. WÇA-1 Jeotermal Sondaj Kuyusu Faaliyet Raporu. MTA arşivleri, Ankara (yayınlanmamış).
- MTA, (2017). Türkiye Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita>, Erişim Tarihi: 06.02.2017.
- Lindal, B., 1973. *Industrial and Other Applications Of Geothermal Energy*. s. 135-148. Unesco, *Geothermal Energy (Earth Sciences, 12.)*, Paris.
- Lindal, B. (1992). Review of industrial applications of geothermal energy and future considerations. *Geothermics*, 21(5-6), 591-604.
- Şengör, A.M.C. (1980). Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. Ankara, Türkiye Jeoloji Kurumu Konferans Serisi 2, No. 40.
- Şimşek, Ş. (2015). Dünya'da ve Türkiye'de Jeotermal Gelişmeler, *Jeotermal Kaynaklar*

- Sempozyumu” Bildiriler Kitabı p. 1-17, 4-6 Kasım, Ankara.
- Şimşek, Ş., Mertoğlu, O., Koçak, A., Bakır, N., Akkuş, İ., Dokuz, İ., Durak, S., Dilemre, A., Şahin, H. Akıllı, H., Suludere, Y., Karakaya, C., Tan, E., 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu. DPT 2609-ÖİK 620, ISBN: 975-19-2825-7, Ankara.
- Tüzel, Y., Gül, A., Dura, S., 1994. Jeotermal Enerjinin Tarımda Kullanım Olanakları. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu’94. s. 484-491, 27-30 Eylül. Pamukkale Üniv. Denizli.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı (2013). 10. Kalkınma Planı, Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu, Enerji Hammaddeleri Grubu, Jeotermal Çalışma Alt Grubu Raporu, Ankara.
- TJD. (2015). Geothermal Energy Development Report, Turkish Geothermal Association (TJD), Ankara (Unpublished).
- Yilmazer, S. (2009). Batı Anadolu’nun Olası Jeotermal Potansiyelinin Belirlenmesi. Türkiye 11. Enerji Kongresi, İzmir.