

Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri: Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği

Hüseyin ERKUL*

Özet

Jeotermal kaynaklar hem sağlık hem de endüstriyel amaçlı olarak yüzyıllardır kullanılmaktadır. Özellikle 20. yüzyıldan itibaren elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye Alp-Himalaya kuşağında yer alması nedeniyle zengin jeotermal kaynaklara sahiptir. Türkiye'deki jeotermal kaynaklar elektrik enerjisi üretiminde, endüstride, sağlık turizminde, tarımda ve konut ısıtmada kullanılmaktadır. Türkiye'deki jeotermal alanlardan biri olan ve Büyük Menderes Grabeni'nde yer alan Denizli-Kızıldere jeotermal alanı, jeotermalden ilk olarak elektrik enerjisi üretiminin gerçekleşmesi ve özelleştirilmesi nedeniyle önem taşımaktadır.

Araştırma; jeotermal enerjinin ekonomik katkıları ve çevresel etkilerinin Denizli-Kızıldere özelinde incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma, alanda gözlem ve görüşme biçiminde gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak; enerjinin önem kazandığı günümüzde yenilenebilir kaynak olan jeotermalin ekonomide yarattığı katma değer oldukça yüksektir ve fosil kaynaklara göre çevreye olumsuz etkileri yok denecek kadar azdır. Jeotermalde özelleştirmelerle birlikte özellikle elektrik enerjisi üretiminde hızlı bir artış yaşanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal, Jeotermal Enerji, Denizli-Kızıldere Jeotermal Alanı

1. GİRİŞ

Enerji, insan yaşamının ve ekonomik kalkınmanın en önemli araçlarından birisidir. Enerji hem fosil kaynaklardan hem de yenilenebilir kaynaklardan elde edilebilmektedir.

* Doç. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Meslek Yüksekokulu

Paleolitik çağda, taşı keskinleştiren ve sivrilten insanoğlu avcılık-toplayıcılıkta kendi fiziksel gücünü ve basit aletleri kullanmış, Mezolitik çağda su kenarlarında sabit ve kalıcı yerleşim yerleri kurarak yerleşik hayata geçmiştir. Neolitik çağlarda ağacı işleyerek yaptığı basit aletlerle tarımsal faaliyetlere başlamış, hayvanları evcilleştirdikten sonra onların gücünü işe koşmuştur (Aydın vd, 2007: 10-21). Tarihsel süreç içerisinde insanoğlu, insan ve hayvan gücünün yanı sıra su ve rüzgardan yararlanmış. Sanayi Devrimi'nden sonra dünyada enerji ihtiyacı hızla artmıştır. 19. yüzyılda kömür, sanayisi gittikçe gelişen birincil enerji kaynağı olmuştur. 19. yüzyılın sonlarında kömür, yerini daha verimli ve işlevsel olan petrole bırakmıştır. 20. yüzyılda petrolün, toplumsal yaşamda ekonomik öneminin yanı sıra politik ve stratejik önemi de artmıştır. 20. yüzyılda yaşanan savaşlarda, petrol savaşların aracı değil amacı olmuştur. 21. yüzyıla girildiğinde petrolün yanı sıra önem kazanan doğalgaz; bir ülkenin ekonomisini, siyasetini ve kalkınmasını etkileyen en önemli etkenlerden biri haline gelmiştir.

Dünya ülkelerinde tüketilen enerjinin yaklaşık % 39'unu petrol, % 27'sini kömür ve % 21'ini doğalgaz, % 13'ünü hidroelektrik ve yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır (Pamir, 2006). Bu rakamlara bakıldığında, dünyada tüketilen enerjinin % 87'si fosil yakıtlardır. Enerji uzmanlarının tahminlerine göre petrol rezervlerinin yaklaşık 40 yıl, doğalgaz rezervlerinin 62 yıl ömrü kalmıştır (Pamir, 2003: 4).

21. yüzyılın ortalarında fosil enerji kaynakları tükenme noktasına geleceğinden yenilenebilir enerji kaynakları daha da ön plana çıkacaktır. İşte yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji; yerin derinliklerinde henüz soğumamış bir magma kütesine yakın olarak yeraltına sızan meteorik suların ısınması, burada gözenekli ve geçirimli özellikleri olan akiferlerde toplanması ve bu enerjinin yeryüzüne doğal ya da teknoloji kullanılarak sıcak su ve buhar biçiminde çıkmasıyla oluşur.

Dünyanın birçok yerinde bulunan fay hatlarında, sönmüş veya aktif durumdaki volkanların yakın çevresinde ya da yerin yaklaşık 5.000 m derinliklerinde sıcak su kaynaklarına rastlanmaktadır. Türkiye oldukça zengin sıcak (termal) su kaynaklarına sahip ülkelerden biridir. Türkiye'deki önemli sıcak su kaynaklarından birisi de Büyük Menderes Grabeni'nde (çöküntüsünde) bulunan Denizli yöresidir. Denizli yöresindeki jeotermal kaynaklar Afyon-Dinar hattından başlayarak Pamukkale (35 °C), Karahayıt (55 °C) ve Kızıldere (160-240 °C) boyunca batıya doğru Büyük Menderes Nehri'ni izleyerek Aydın-Germencik (232 °C) hattına doğru devam eder ve batıya doğru gittikçe suyun sıcaklığı artar. Denizli-Kızıldere jeo-

termal alanında 21 kuyudan sıcaklıkları 160-240 °C arasında buhar ve sıcak su çıkmaktadır.

Bu araştırmada, Denizli'deki Kızıldere sıcak su kaynaklarının ekonomik katkıları ile çevresel etkileri incelenmiş ve şu sorulara cevaplar aranmıştır:

- Jeotermal kaynaklar ekonomik katma değer yaratmakta mıdır?
- Jeotermal kaynaklar çevreyi olumsuz etkilemekte midir?
- Jeotermal kaynaklardan etkili ve verimli bir biçimde yararlanılmakta mıdır?

Araştırmadaki veriler Denizli-Kızıldere jeotermal alanına gidilerek gözlem ve teknik personelle görüşme tekniğiyle toplanmıştır. Elde edilen veriler düzenlenmiş, sınıflandırılmış, analiz ve sentez yapılarak anlamlı sonuçlar çıkarılmıştır. Bu nedenle araştırma "Niteliksel Araştırma" özellikleri taşımaktadır. Araştırmada ayrıca, jeotermal konusunda var olan bilgilerin bir araya getirilmesi, anlaşılır biçimde düzenlenmesi ve sunulması, bu düzenlemeden hem bugün hem de gelecek için uygulanabilir çıkarımlar yapmak için "Betimsel Araştırma Yöntemi" kullanılmıştır.

2. JEOTERMAL VE JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal; yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde bulunan birikmiş ısının oluşturduğu sıcaklıkları, sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığının üzerinde olan ve çevresindeki yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gaz içerebilen basınç altındaki sıcak su ve buhardır (www.hidrojeoloji.net, 19.02.2009).

Jeotermal enerji, yerkabuğunun derinliklerinde henüz soğumamış bir magma kütesinden ortaya çıkan ısının oluşturduğu bir enerji türüdür. Yeraltına sızan meteorik sular, burada gözenekli ve geçirimli özellikleri bulunan hazne kayalarda toplanır. Hazne kayalar üzerinde geçirimsiz örtü kaya vardır. Isı bu şekilde yerkabuğunun kırık ve çatlakları boyunca dolaşan sularla yeryüzüne aktarılabildiğinden, hidrotermal sistemler söz konusu olur. Yerkabuğu içinde doğal su dolaşımına izin verecek nitelikte kırık yoksa ve yine de ısı birikimi varsa oluşturulacak yapay kırıklar içinde dolaştırılacak akışkanlarla yine enerji elde edilmesi olanaklıdır. Bu sistemlere "kızgın kuru kaya" denilmektedir (www.gencmekan.com, 05.02.2009).

Jeotermal kaynaklar akışkanların sıcaklıklarına ve taşıdıkları ısı enerjisine göre; düşük ısı [entalpili] (akışkan sıcaklıkları 25 °C'den küçük),

orta entalpili (akışkan sıcaklıkları 125-225 °C arasında) ve yüksek entalpili (akışkan sıcaklıkları 225 °C'den büyük) olarak sınıflandırılmaktadır (WEC, 2009: 181).

Jeotermal kaynakların kullanım alanları şunlardır: Elektrik enerjisi üretimi, konut ısıtma, sera ısıtma, tropikal bitki yetiştirme, kent ısıtma ve sıcak su sağlama, toprak ve cadde ısıtma, havaalanı pistlerini ısıtma, yüzme havuzu ve fizik tedavi ısıtma, çeşitli endüstriyel kullanımlar, yiyeceklerin kurutulmasında ve sterilize edilmesinde, konservecilikte, kerestecilikte ve ağaç kaplama sanayinde, kağıt, dokuma ve boyamacılıkta, derilerin kurutulması ve işlenmesinde, bira vb. endüstrilerde mayalama ve damıtmada, soğutma tesislerinde, beton blok kurutulmasında, soğutarak içme suyu kullanımı, yıkama amaçlı olarak çamaşırhanelerde kullanımı, sağlık amaçlı kaplıca (balneoloji) kullanımı (Dağdaş, 2009: 2; Akkuş, 2009: 6-7).

Jeotermal enerji santralleri, yerin iç katmanlarında ısınan sıcak su ya da buhardan enerji elde etmek için, flaş santral veya ikili (binary) santral biçiminde kurulmaktadır. Flaş santralda doğal yüksek basıncın etkisiyle aşırı miktarda ısınan su, daha alçak basınçlı bir bölmeye girmektedir. Basıncıdaki düşüş sıvının bir bölümünün buharlaşmasına, ya da buhar olarak püskürtülmesine neden olmaktadır. Kalan su daha da düşük basınçlı başka bir bölmeye girip ansızın kaynama noktasına ulaşmaktadır. İkili santralde aşırı derecede ısınan su ısı değişim bölgesine girmektedir. Burada izopentan, freon ve izobütan gibi, kaynama noktası daha düşük olan başka bir sıvıyı ısıtmaktadır. Bu sıvı kaynatarak yüksek basınçlı buhara dönüşmektedir (Cumhuriyet Gazetesi Bilim Teknik Dergisi, 2007: 22). Bu yüksek basınçlı buhar bir türbine alınarak hareket enerjisi (kinetik enerji) oradan da bir üretece alınarak elektrik enerjisi elde edilmektedir.

3. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ

Yakın gelecekte fosil yakıtların tükenebileceği ve bunların yerini yeni enerji kaynaklarının alacağı öngörülmektedir. Öngörülen bu yeni enerji kaynaklarından biri de jeotermaldir.

Günümüzde fosil yakıtlardan enerji üretimi ve bunun neden olduğu çevre sorunları, başta aşırı düzeyde petrol, kömür vb. yakıtları kullanan gelişmiş sanayi toplumları olmak üzere, tüm ülkeler için, yaşamsal sorunlar arasında baş sıralarda yer almaktadır. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme ile gelişen toplumlarda yaşam standartlarının yükseltilmesi çabaları, enerji kullanımını artırmaktadır. Şimşek ve Eroskay'a göre (2007, 16); enerji ihti-

yacının bir süre daha petrol, kömür ve nükleer enerji kaynaklarından diğer bir deyişle çoğunlukla fosil kaynaklardan karşılanacağı öngörülmektedir.

3.1. Dünya’da Jeotermal Enerji

Dünya’da 2008 yılında başlayarak devam eden finansman krizi tüm ülkeleri sosyal ve ekonomik anlamda etkilemiştir. Dünya’da petrol ve doğal gaz talebi düşerken fiyatlarda artış sürmüştür. Bu yüzden başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere 2020 yılına kadar elektrik enerjisi ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi hedeflenmiştir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010: 3).

Jeotermal enerji birçok toplumun halk biliminde söz edilmiş ve yüzyıllarca sıcak su sağlamak ve yıkanmak için kullanılmıştır. Bununla birlikte 20. yüzyıldan bu yana sıcak su kaynağından daha çok enerji üretimini içeren endüstriyel ölçekte kullanılmıştır.

İlk olarak endüstriyel ölçekte elektrik gücü üretimi 1913’te İtalya Larderello’da uygulanmıştır. Bu uygulama, açılmış kuyulardan kuru buhar üretimine dayalı bir sistemdi.

1958’de Yeni Zelanda Wairakei’de Flash Yöntemi ile jeotermal enerjiden, geliştirilmiş bir sistemle elektrik üretilmiştir. Bu tarihten itibaren ve 1970’lerin ortalarındaki petrol kriziyle birlikte jeotermal enerji üretimi dünyada hızla gelişmiştir (World, Energy Council, 1992: 181). Küresel ısınma tehdidi ve atmosfere salınan sera gazlarını azaltma bugün insanoğlunun en büyük düşüncelerinden biridir. Enerji ihtiyacını sağlamada fosil yakıtları kullanma; önemli iklim değişikliği, küresel ısınma, deniz seviyesinde yükselme, seller, kuraklık, ormansızlaşma ve aşırı hava koşulları demektir. Bu sorunları azaltmanın çözüm yollarından biri fosil yakıt kullanımını azaltma ve yenilenebilir enerji kaynaklarını sürdürülebilir kullanmadır. Bu konuda dünyanın birçok yerinde jeotermal enerji önemli bir rol oynayabilecektir (Fridleifsson & Ragnarsson, 2011: 1).

Dünyanın birçok ülkesinde jeotermal enerjiden; elektrik üretimi ve doğrudan kullanım olarak; tarımda, sanayide, turizmde, konut ısıtmada, sağlıkta ve gıda kurutmada veya içme suyu olarak yararlanılmaktadır.

Tablo-1: Bazı Ülkelerin Jeoermal Enerji Elektrik Üretimi ve Doğrudan Kullanımı

	Electricity generation			Direct use		
	Installed Capacity MW _e	Annual Output GWh	Annual Capacity Factor	Installed Capacity MW _e	Annual Output TJ	Annual Capacity Factor
Algeria				152	2417	0.50
Australia	N	1	0.29	110	2968	0.86
Austria	1	2	0.25	1134	6872	0.19
Belgium				64	431	0.21
Bulgaria				110	1672	0.48
Canada				422	2547	0.19
China	28	96	0.39	3687	45373	0.39
Colombia				14	287	0.63
Czech				205	1220	0.19
Denmark				330	4400	0.42
Ethiopia	7			1	15	0.48
France	15	95	0.72	308	5196	0.53
Germany	N	2	0.74	505	3864	0.24
Greece				75	567	0.24
Guatemala	33	212	0.73	2	53	0.79
Hungary				694	7940	0.36
Iceland	232	1658	0.82	1804	24744	0.43
Indonesia	797	6085	0.87	2	43	0.59
Italy	810	5324	0.75	682	8916	0.41
Japan	535	3467	0.74	822	10301	0.40
Kenya	115	886	0.88	10	79	0.25
Mexico	953	7299	0.87	156	3628	0.74
Netherlands				254	685	0.09
New Zeland	434	2691	0.71	350	9670	0.88
Papua New Guinea	6	17	0.32	N	1	0.32
Philippines	1978	9902	0.57	3	40	0.38
Poland				102	928	0.29
Portugal	18	84	0.53	31	385	0.39
Romania				194	2841	0.46
Russian	79	85	0.12	308	6144	0.63
Spain				22	347	0.50
Sweden				3840	36000	0.30
Switzerland				582	4229	0.23
Thailand	N	1	0.55	3	79	0.84
Turkey	20	85	0.49	1229	19000	0.49
United Kingdom				10	46	0.15
USA	2564	17917	0.80	8670	34607	0.13

Kaynak: (<http://www.worldenergy.org>. 12.03.2009)

Tablo 1 incelendiğinde elektrik üretiminde ABD'nin ilk sırada olduğu ve onu Filipinler, Meksika ve İtalya'nın izlediği görülmektedir. Doğrudan kullanımda ise ilk sırada Çin'in bulunduğu ve onu İsveç, ABD, İzlanda ve Türkiye'nin izlediği görülmektedir. Dünya ülkelerinin yıllık jeotermal çıktılarının çok azını (Yaklaşık % 20) elektrik üretiminde kullanabildikleri Tablo 1'den anlaşılmaktadır.

3.2. Türkiye’de Jeotermal Enerji

Alp-Himalaya dağ kuşağı üzerinde yer alan Türkiye’de, genç tektoniğe bağlı aktif kırıkların (fayların), volkanların, hidrotermal ayrılmış bölgeler ile 1500 dolayındaki sıcak ve mineralli kaynağın varlığı Türkiye’nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Genç tektonik hareketlerin sonucunda oluşan çöküntülerin (grabenlerin), yaygın volkanizmanın, doğal buhar ve gaz çıkışlarının, hidrotermal alterasyonun olması Türkiye’nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeli taşıdığını göstermektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997: 67). Türkiye jeotermal enerji bakımından 31.500 MWt güç ile Avrupa’da birinci, dünyada ise yedinci sırada bulunmaktadır (Dağdaş, 2004: 38).

Türkiye’de jeotermal enerji konusundaki ilk çalışmalar, 1962 yılında Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır. İlk arama sondajı, 1963 yılında, İzmir-Balçova’da açılmış ve 40 m’de 124 °C sıcaklığında sıcak su ve buhar bulunmuştur. 1968’de Birleşmiş Milletler Kalkınma Teşkilatı (UNDP) ile yapılan ortak çalışmalarda Denizli-Kızılderre jeotermal alanı keşfedilmiştir. Daha sonra Aydın-Germencik (232 °C), Manisa-Salihli-Göbekli 182 °C, Çanakkale-Tuzla (174 °C), Aydın-Salavatlı (172 °C), Kütahya-Simav (162 °C) ve İzmir-Seferihisar (158 °C), İzmir-Dikili (130 °C) keşfedilmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Taner YILDIZ, 21.07.2011 tarihinde Manisa’da yaptığı açıklamada; Alaşehir’de 282 °C jeotermal kuyusu açıldığını, özel sektörle işbirliği içinde üretimin yapıldığını, bugün jeotermalle 20 yerleşim biriminde 81.000 konut ısıtıldığını, üç jeotermal alanının özel sektöre ihale edildiğini, 29 jeotermal sahanın daha ihale edileceğini, altı jeotermal elektrik santralinde 95 MW elektrik üretim kapasitesine ulaşıldığını belirtmiştir (<http://www.enerji.gov.tr>, 22.08.2011).

MTA Genel Müdürlüğünce gerçekleştirilen sondajlı aramalarda görünür jeotermal enerji potansiyeli 3158 MWt ve kaynaklar ile açığa çıkan enerji potansiyelinin ise 31.500 MWt olarak hesaplanmaktadır (Şimşek ve Eroskay, 2007: 16). Türkiye’de 40-45 °C’lik jeotermal sularla hacim ısıtması yapılmaktadır. Jeotermal akışkanların 40 °C’nin üzerindeki sıcaklıkların hacim ısıtmada değerlendirilmesi, 40 °C düzeyindeki suyun da kaplıca amaçlı ayrı değerlendirilmesi, jeotermal akışkanların entegre kullanımlarını sağlamakta, teknik ve ekonomik üstünlük getirmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 1998: 64).

Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda (1963-1967); Türkiye’de ticari olmayan yakıtların (odun, tezek, tarım atıkları) normalin üzerinde kullanıl-

diğını bunun yerine ticari yakıtların (petrol, kömür, linyit, hidrolik) enerji üretiminde kullanılması gerektiği belirtilmiştir (TTSOB, 1963: 375).

İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1968-1972); Türkiye'nin enerji ihtiyacının darboğazlar yaratılmayacak şekilde karşılanacağı belirtilmiştir (DPT, 1967: 553).

Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1973-1977); Türkiye'de kullanımına başlanacak diğer birincil enerji türlerinin doğalgaz, nükleer ve jeotermal enerji olduğu belirtilmiştir (DPT, 1973: 565).

Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1979-1983); enerji talebinin, yurt içi kaynaklardan karşılanmasının enerji politikasının esas ilkesi olacağı belirtilmiştir (DPT, 1979: 406).

Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1985-1989); yenilenebilir enerji kaynaklarından (güneş, jeotermal, biyogaz) kısa sürede yararlanmak üzere gerekli girişimlerin destekleneceği belirtilmiş, 1989 plan jeotermal hedefinin 23 Bin Ton Petrol Eşdeğeri ve 90 GWh gerçekleştirme hedefi tabloda gösterilmiştir (DPT, 1985: 107-109).

Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1990-1994); jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha büyük oranlarda yararlanılabilmesi için gerekli tedbirlerin alınacağı belirtilmiş, jeotermal enerji üretiminin 1994'te 60 GWh olduğu tabloda gösterilmiştir (DPT, 1989: 258-261).

Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (1996-2000); yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılacağı belirtilmiş, 1995'te kurulu gücün 15 MW üretimin 80 GWh olduğu tabloda gösterilmiştir (Resmi Gazete, 25.07.1995: 115-119).

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (2001-2005); enerji alt sektörlerinde özel kesimin daha aktif rol oynayacağı, jeotermal enerjide kurulu gücün 235 GWh olduğu, doğanın korunması amacı dikkate alınarak, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının sağlanacağı belirtilmiştir (DPT, 2000: 146-152).

Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda (2007-2013); enerji talebi karşılanırken çevresel zararların en alt düzeyde tutulması esas alınmış, yenilenebilir enerji kaynaklarının payının azami ölçüde yükseltilmesi hedeflenmiş, mevcut tesislerin özelleştirilip kamuya düzenleyici ve denetleyici rolü verilmiştir (Resmi Gazete, 01.07.2006: 69).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 3154 sayılı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun; enerji ve tabii kaynaklarla ilgili hedef ve politika-

ların, ülke savunması, güvenliği, refahı, milli ekonominin gelişmesi ve güçlenmesi doğrultusunda tespitine yardımcı olmak, enerji ve tabii kaynakların bu hedef ve politikalara uygun olarak araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi ve tüketilmesini için teşkilat ve görevlere ilişkin esasları düzenlemiştir (www.mevzuat.adalet.gov.tr, 22.08.2011).

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu; jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının etkin bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması, bu kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması ve hakların devredilmesi, çevre ile uyumlu olarak ekonomik şekilde değerlendirilmesi ve terk edilmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemiştir (Resmi Gazete, 13.06.2007).

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği; belirlenmiş ve belirlenecek jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sular ile jeotermal kökenli gazların aranması ve işletilmesi için ruhsat verilmesi, ruhsatın devredilmesi, faaliyetlerin, kaynağın ve çevrenin denetlenmesi, ruhsatın sona erdirilmesi, kaynak ve kaptajın korunması, ruhsat alanının terk edilmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemiştir (Resmi Gazete, 11.12.2007).

Türkiye’de 2009 itibarıyla jeotermalde kurulu güç 77 MWe ulaşmış, 2012’de kurulu gücün 89.5 MWe ulaşması beklenmektedir (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2010).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın 2010-2014 Stratejik Planı’nda; yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzı içindeki payının artırılacağı ve jeotermal enerjisi kurulu gücünün 300 MWe çıkarılması hedeflenmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2011).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2011 bütçesinin TBMM Genel Kurulu’nda sunuluşunda Bakan Taner YILDIZ, Türkiye’nin 2010 yılı elektrik enerjisi talebinin 2010 yılında 190,4 milyar kWh gerçekleştiğini, yıllık elektrik enerjisi tüketim artışının % 8 olduğunu, 2023 yılına kadar jeotermal kurulu gücün 600 MWe mertebesine ulaşmasının hedeflendiğini belirtmiştir (<http://www.enerji.gov.tr>, 22.08.2011).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın internet sitesindeki Türkiye’nin temel enerji politikaları şunlardır (www.enerji.gov.tr, 22.08.2011):

- Maliyet, zaman ve miktar yönünden enerjinin tüketiciler için erişilebilir olması,
- Serbest piyasa uygulamaları içinde kamu ve özel kesim imkanlarının harekete geçirilmesi,

- Dışa bağımlılığın azaltılması,
- Enerji alanında ülkenin bölgesel ve küresel etkinliğinin artırılması,
- Kaynak, güzergah ve teknoloji çeşitliliğinin sağlanması,
- Yenilenebilir kaynakların azami oranda kullanılmasının sağlanması,
- Enerji verimliliğinin artırılması,
- Enerji ve tabii kaynakların üretiminde ve kullanımında çevre üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesi.

4. DENİZLİ-KIZILDERE JEOTERMAL ALANI

Denizli-Kızıldere jeotermal alanı Büyük Menderes Çöküntüsü'nün (Grabeni'nin) batı ucunda yer almaktadır. Denizli-Sarayköy-Karataş köyündeki Kızıldere Havzası Türkiye'de geliştirilmiş ilk jeotermal alan olma özelliğine sahiptir. İlk üretim kuyusu KD-1, 1968'de tamamlanmış ve 540 m derinlikte 198 °C buhar bulunmuştur. 1968-1973 yılları arasında açılan 16 kuyudaki rezervuar sıcaklıkları 170-212 °C arasında değişmektedir. 1975'te KD-13 kuyusundan beslenen 0,5 MW gücünde bir santral MTA tarafından kurulmuş ve elektrik üretimine geçilmiştir. 1998 yılında açılan 2261 m derinlikteki R1 kuyusunda 242 °C rezervuar sıcaklığı tespit edilmiştir. Halen sisteme dahil 22 kuyu bulunmakta ve 9 kuyudan buharla elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir (Denizli Ticaret Odası, 2007: 29). Kızıldere jeotermal alanı yakınında (batısında) ayrıca bir turistik termal tesis bulunmaktadır. Bu tesiste konaklama yerleri, sıcak (termal) sulu banyolar vardır. Daha çok iç turizme hizmet veren bu tesis, özellikle romatizma, bel ağrısı, eklem ağrıları vb. hastalıklar nedeniyle rahatsız olanların fiziksel tedavi gördükleri bir şifa merkezi olarak işlevini yıllardır sürdürmektedir. Yörede yaşayan halk arasında "Kızıldere Hamamları" olarak adlandırılan jeotermal alanın yakınındaki bu tesis konaklamaya uygundur (Erkul ve Sarıgül, 2009: 64). Ayrıca; Kızıldere jeotermal alanının güney kısmında ve Büyük Menderes Nehri yakınında yeni ve daha modern bir sağlık hizmeti veren bir kaplıca tesisi daha yapılmıştır. Bu tesis daha çok dış turizme hizmet vermektedir. Tesiste uzmanların gözetimi ve denetiminde tedavi hizmeti sunulmaktadır. Ayrıca, sıcak akışkandan, Kızıldere jeotermal alanından alınan sıcak su yakın civardaki seraların ısıtılmasında kullanılmakta ve turfanda sebze üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu jeotermal akışkandan Sarayköy ilçesinde konut ısıtımında da yararlanılmakta ve yan ürün olarak karbondioksit (CO₂) değerlendirilmekte ve kuru buz üretimi gerçekleştirilmektedir (EGEV Raporu, 2007).

Büyük Menderes Nehri yakınındaki Umut Termal Tesisleri “Kaplıca Kür Oteli” olarak Sağlık Bakanlığı’nca belgelendirilmiştir. Bu tesiste aynı arazi üzerinde yakın aralıklarla birbirine karışmadan çıkan farklı nitelikte termal su (sodyum bikarbonatlı-sülfatlı mix formda kükürtlü, florürlü termominerali) ve çamur (turba çamur [yüksek miktarda bitkisel kökenli organik madde bitümin, pektin, selüloz, hemiselüloz, hümik asit ve lignin içerikli çamur] ve kükürt minerali çamur [yoğun kükürtlü inorganik yapıda bir peloid türü çamur]) vardır ve bu nedenle yöreye halk arasında “Kokar Hamam” denilmektedir. Ayrıca tesis, termal su göletleri, turba çamur ve yosun tarlalarıyla bir “sağlık çiftliği” niteliğindedir (<http://www.umutthermal.com>, 19.03.2009). Yörede Moğol İmparatoru Timurlenk Anadolu’yu işgal ettiği dönemde bu yörede konaklamış (kışı geçirmiş) ve tarihi “Timurtaş Köprüsü”nü yaptırmıştır.

Denizli-Büyük Menderes Grabeni’ndeki insan yerleşmelerinin tarihi Kalkolitik (Bakırtaş) çağa Beycesultan Höyüğü’ne kadar gitmektedir. Bu yöreden tarihi “Kral Yolu” geçmiş ve sıcak su kaynaklarının yakınlarında Laodikeia (Denizli), Hierapolis (Pamukkale-Holy City [Kutsal Kent]), Colossae (Honaz), Karura (Sarayköy-Tekkeköy), Tripolis (Yenicekent), Attuda (Hisarköy) ve Trapezopolis (Babadağ) gibi yerleşim yerleri kurulmuştur.

Bu yörede sıcak su kaynaklarından hem dinsel açıdan, hem dinlenme hem de sağlık açısından yararlanılmış, ekonomik açıdan da yöreye birçok katkıda bulunmuştur. Bu nedenle yörede yünlülük ve pamuklu dokumalar, debbahlık (dericilik) Antik çağda önem kazanmıştır.

Tablo 2 incelendiğinde Denizli Kızıldere jeotermal kaynaklarının sıcaklıklarının 155-240 °C arasında olduğu WEC sınıflandırmasına göre orta sıcaklıklı (entalpili) kaynaklar grubuna girdiği görülmektedir. Dolayısıyla bu jeotermal kaynaklar hem elektrik enerjisi üretiminde hem de diğer amaçlarla (tarım, sanayi, turizm ve sağlık amaçlı) kullanılabilir niteliktedir. Kızıldere jeotermal alanında 21 tane sondaj kuyusu bulunmakla beraber sadece bir tane reenjeksiyon (jeotermal suyu kullandıktan sonra soğumuş suyun kaynağına geri gönderilmesi) amaçlı kuyu kullanılmaktadır. Kızıldere jeotermal alanından elde edilen kısmen soğumuş termal sular çoğunlukla Büyük Menderes Nehri’ne doğrudan boşaltılmaktadır. Bu da nehirde oksijensizleşmeye (ötrifikasyona) ve bor kirliliğine neden olmaktadır.

Tablo-2: Kızıldere Sondaj Alanında Açılan Sondajlar

Kuyu No	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)
KD-1	1968	540	203
KD-1A	1968	451	198
KD-2	1968	705	175
KD-3	1969	370	155
KD-4	1969	368	166
KD-111	1969	505	164
KD-6	1970	851	196
KD-9	1970	1241	170
KD-8	1970	576	193
KD-12	1970	405	160
KD-7	1970	645	204
KD-14	1970	597	208
KD-13	1971	760	196
KD-15	1971	510	208
KD-16	1973	667	207
KD-17	1975	350	157
KD-22	1985	888	204
KD-21	1985	898	205
KD-20	1986	810	204
KD-R1	1998	2261	240
KD-R2	1999	1428	204

Kaynak: (EGEV Raporu, 2007).

Denizli-Kızıldere’de 1975’te 0,5 MW gücünde bir santral MTA tarafından kurulmuş ve elektrik üretimine geçilmiştir. 1984 yılında da Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) tarafından, 1984 yılında da 20.4 MWe gücündeki deneme santralinden elektrik üretilmeye başlanmıştır. Denizli-Kızıldere jeotermalin 2008 yılında özelleştirilmesiyle 60 MWe çıkarılmış ve üretim 2010 yılı itibarıyla yaklaşık üç kat artmıştır (www.zoren.com.tr, 24.06.2011).

Denizli-Kızıldere Jeotermal Elektrik Santrali Türkiye’de ilk ticari amaçlı olarak kurulan jeotermal elektrik santralidir. Şimdiye kadar 1.750.000.000 KWs elektrik üretilmiştir. Bu bölgede 1998 yılında, 2261 m derinlikte, 242 °C sıcaklığında, kurubuhar oranı % 20 olan ikinci bir rezervuar bulunmuştur. Aynı alanda, ikinci bir elektrik santrali kurulması çalışmaları başlatılmıştır (Şimşek ve Eroskay, 2007: 16).

Denizli-Kızıldere jeotermal alanında elektrik üretiminin yanı sıra kurubuz ve karbondioksit üretimi, seracılık, konut ısıtma, sağlık turizmi ve

düşük sıcaklıktaki suyla buharlaşma derecesi düşük olan izobütanı buharlaştırarak enerji üretimi yapılmaktadır.

Kızıldere jeotermal alanı kamu kuruluşu olan ADÜAŞ'tan özelleştirilerek Zorlu Enerji Grubu'na ihale edilmiştir. 2008 yılında Zorlu Doğal Elektrik Üretim AŞ elektrik üretimini, Kızıldere jeotermal alanında yeni yatırımlar yaparak ilk olarak 60 MWe'ye çıkaracağını basın yayın yoluyla açıklamıştır (<http://www.zorlu.com.tr>, 19.02.2009).

5. DENİZLİ-KIZILDERE JEOTERMALİN YÖREYE KATKILARI VE ÇEVRESEL ETKİLERİ

Flaş santrallerde; doğal yüksek basıncın etkisiyle aşırı miktarda ısınan su, daha alçak basınçlı bir bölmeye girer. Basıncıdaki düşüş sıvının bir bölümünün buharlaşmasına ya da buhar olarak püskürtülmesine neden olur. Kalan su daha da düşük basınçlı başka bir bölmeye girip ansızın kaynama noktasına ulaşır. Bu buhar türbine verilir ve basınç kinetik enerjiye dönüşür. Kinetik enerji de jeneratör vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüşür.

Derinlerdeki suların bir bölümü karbondioksit ve hidrojen sülfid gibi yoğunlaştırılmış gazlar ve çinko gibi mineraller içermektedir. Flaş santrallerde kirliliğe yol açan bu tür maddelerin yok edilmesi ya da işlemden geçirilmesi gerekir.

İkili santrallerde; aşırı derecede ısınan su ısı değişim bölgesine girer. Burada izobütan gibi, kaynama noktası daha düşük olan başka bir sıvıyı ısıtır. Bu sıvı kaynatarak yüksek basınçlı buhara dönüşür. Bu buhar türbine verilir ve basınç kinetik enerjiye dönüşür. Kinetik enerji de jeneratör vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüşür. İkili santrallerde gaz ve mineral bileşimleri su havzalarına geri gönderilmektedir (Cumhuriyet Gazetesi Bilim Teknik Dergisi, 2007: 22).

Şimşek ve Eroskay'a göre (2007, 16); Jeotermal enerji, çevre dostu olarak bilinen bir enerji türüdür. Modern jeotermal santrallerde atmosfere karbondioksit (CO₂), nitrojen oksit (NO₂) ve sülfürdioksit (SO₂) atımı çok düşük değerlerdedir. Özellikle merkezi ısıtma sistemlerinde yok denecek kadar azdır. Jeotermal akışkanın kullanıldıktan sonra yeraltına geri basılması (reenjeksiyonu) zararlı atıkları yok denecek kadar düşük bir düzeye indirgemektedir. Dolayısıyla, jeotermal potansiyeli yüksek görülen Türkiye'de, sera etkisine neden olan fosil yakıtlar yerine, bu temiz enerji kaynağından olanağınca çok yararlanılması tercih edilmelidir. Aynı zamanda ucuz ve yerli kaynağımız olan jeotermal enerjiden daha çok yararlanılması, Türkiye için ekonomik katma değer ve sosyal katkılar sağlayacaktır.

Jeotermal enerji yerinde kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji diğer fosil yakıtların enerji üretim tesisleri ile karşılaştırıldığında çevresel etkileri açısından öncelik kazanmaktadır. Çünkü; jeotermal enerjide olumsuz çevresel etkiler çok azdır. Jeotermal temiz ve çevre dostu bir enerji kaynağıdır (Demirel, 2009: 3).

5.1. Denizli-Kızıldere Jeotermalin Yöreye Katkıları

Denizli-Kızıldere’de 20 MWe kurulu güce sahip santralden 12 MWe elektrik üretilmektedir. Kızıldere’deki santral sadece 2006 yılı içerisinde 7500 saat çalışarak 94 milyon kWh elektrik üretmiştir (Dağistan, 2007, 135). Bu rakamlar, Denizli-Kızıldere jeotermalin 2008 yılında özelleştirilmesiyle 60 MWe çıkarılmış ve üretim 2010 yılı itibarıyla yaklaşık üç kat artmıştır (www.zoren.com.tr, 24.06.2011).

Karbondioksitten (CO₂’den) kurubuz üretimi amacıyla yılda 120.000 ton kapasiteli bir tesis kurulmuş ve halen üretimini sürdürmektedir.

Denizli-Sarayköy ilçesinde 2500-3000 konut ısıtılmakta ve Denizli kentinin ısıtılması için girişimler sürmektedir (Akkuş, 2009: 20).

Kızıldere jeotermal akışkanından jeotermal alana bitişik seraların ısıtılmasında ve yün ağartmada yararlanılmaktadır.

Kızıldere jeotermal alanındaki eski bir otel ve hamam tesisiyle iç turizme, sağlık amaçlı kullanımı (balneoloji) olan “Kaplıca Kür Otel ve Sağlık Çiftliği-[Umut Termal]” hem iç turizme hem de dış turizme yönelik hizmet sunmaktadır.

Ayrıca; düşük sıcaklıktaki akışkanlardan elektrik üretimi için izopentan, freon ve izobütan gibi buharlaşma dereceleri düşük gazlar kullanılarak başka bir tesiste enerji üretimi yapılmaktadır. Bunun yanı sıra soğuyan jeotermal sular tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Dolayısıyla jeotermal su yeryüzüne çıktığı sıcaklıktan soğuyana kadar kullanılabilir.

5.2. Denizli-Kızıldere Jeotermalin Çevresel Etkileri

Jeotermal enerjideki kirleticiler genellikle elde edildiği bölgeyle ilişkilidir. Jeotermal sıvıların içerisinde arsenik, bor, selenyum, kurşun, kadmiyum, hidrojen, sülfür, civa, amonyak, radon, karbondioksit ve metan bulunabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997: 18).

Büyük Menderes Vadisi’nin kuzey kenarındaki Menderes masifi ve neojen çökelleri dokanağı boyunca uzanan Kızıldere jeotermal alanındaki

sıcak su ve buhar çıkışlarından yoğunlaşan suda karbondioksit, sodyum karbonat, bor, silis, fluor ve amonyum bulunmaktadır.

Kızıldere jeotermal alanında çıkarılan ve kullanıldıktan sonra Büyük Menderes Nehri'ne bırakılan sıcak su nehirde ilk olarak oksijensizleşmeye (ötrifikasyona) neden olmakta ve bu da suda yaşayan canlıları tehdit etmekte ve ekolojik dengeyi bozmaktadır.

Ayrıca Kızıldere jeotermal alanından çıkan sıcak su yüksek düzeyde bor içermektedir. Kullanılmış sıcak suyun bir kısmı geri reenjeksiyon edilmekle birlikte büyük bir kısmı işlemden sonra Büyük Menderes Nehri'ne verilmekte bu da nehir suyundaki bor oranını çok yüksek düzeyde artırmaktadır (TÇV, 2003: 358). Dolayısıyla jeotermal suyun çevreye olumsuz etkilerini azaltmak için reenjeksiyon kuyuları açılmalıdır.

6. BULGULAR VE ÖNERİLER

Türkiye'de artan GSMH ve nüfusa paralel olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Türkiye jeotermal kaynaklar açısından zengin olmasına rağmen bu kaynaklardan yeterince yararlanılamamaktadır. Ancak; özelleştirme faaliyetleriyle birlikte son yıllarda hızlı bir artış gözlenmektedir.

Jeotermal kaynaklar yeni, yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarından ve enerji üretimi fosil yakıtlardan daha ekonomiktir. Bu nedenle fosil yakıtların tükenmeye yüz tuttuğu günümüzde jeotermal kaynaklardan yararlanma politikaları gözden geçirilmeli ve bu alandaki teknoloji geliştirilmeli, başta elektrik üretimi ve konut ısıtma olmak üzere jeotermalden sürdürülebilir biçimde yararlanılması Devlet politikası olmalıdır.

Jeotermal kaynaklardan enerji üretimi, fosil ve nükleer enerji üretimine göre daha az çevre sorunlarına neden olmaktadır.

Fosil kaynaklar ve nükleer enerjinin çevreyi tehdit eden atıklarına göre jeotermal enerji kaynaklarının çevreyi olumsuz etkileyecek atıkları yok denecek kadar azdır. Bu nedenle Türkiye'de yaklaşık % 73 dışa bağımlı ve fosil yakıtlara dayalı enerji politikasından yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçilmeli, ülkemizde sadece % 35'i değerlendirilen hidrolik enerji ön plana alınmalıdır. Bunun yanı sıra başta güneş, rüzgar ve jeotermal olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları etkili ve verimli bir biçimde değerlendirilmelidir.

Kızıldere jeotermal alanından elde edilen kısmen soğumuş termal sular çoğunlukla Büyük Menderes Nehri'ne doğrudan boşaltılmaktadır. Bu da nehirde oksijensizleşmeye (ötrifikasyona) ve bor kirliliğine neden olmaktadır.

Kızıldere jeotermal alanında işlem gören sıcak suyun bir kısmı akifere reenjekte edilmekte büyük bir kısmı da Büyük Menderes Nehri'ne doğru boşaltılmaktadır. Kızıldere jeotermal alanında yeni reenjekte kuyuları açılmalı, işlenmiş sıcak su nehre boşaltılmadan önce dinlendirme havuzlarına alınmalı bor çökelti olarak su artırılmalı ve su nehir suyu sıcaklığına düşürüldükten sonra nehre verilmelidir.

7. SONUÇ

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın en önemli girdilerinden biri olan enerji, 1973, 1978, 1979 yıllarında dünyada yaşanan petrol krizlerinden sonra zengin petrol kaynaklarına sahip olmayan ülkeler açısından sorun olmaya devam etmektedir. Bu sorunu yoğun olarak yaşayan ülkeler bir yandan enerji güvenliklerini sağlamaya çabalarlarken bir yandan da enerji politikalarını gözden geçirerek yeni, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedirler. Fosil yakıtların belli bir süre sonra tükenmesi ve bunların yerini yeni enerji kaynaklarının alması kaçınılmazdır (Kula vd., 2007: 174). Dolayısıyla yönetim biliminin bir alt dalı olan enerji yönetiminin önemi her geçen gün biraz daha artmaktadır.

Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, ucuz, güvenilir, çevre dostu ve yerli bir enerji türüdür ve Türkiye jeotermal kaynak açısından dünyada yedinci sıradadır.

İnsanlar yaşamsal etkinlikleri için doğayı sürekli olarak kirletmektedirler. Doğaya olan bu olumsuz etki en fazla enerji üretimi ve kullanımı alanındadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal enerjinin fosil yakıtların yerine kullanılması sera etkisi yapan gaz emisyonlarının azalmasına neden olmaktadır. Jeotermal akışkanın içinde bulunan minerallerin toprağa ve yeraltı sularına zarar vermemesi ve rezervuarın yeniden beslenmesini sağlamak için reenjeksiyon uygulamaları mutlaka yapılmalıdır. Böylece çevrenin daha etkin bir biçimde korunması sağlanmış olacaktır (Kaymakçıoğlu ve Çirkin, 2009: 5).

Türkiye'nin enerji üretiminin yaklaşık % 73'ünü ithal kaynaklardan karşılarken 31.500 MWt gücündeki jeotermal ısı enerjisi potansiyelinin % 4'ünü, 764,81 MWe jeotermal elektrik potansiyelinin % 1,5'ini kullanabilmektedir. Bu da Türkiye'de jeotermal kaynakların verimli olarak kullanılmadığını ortaya koymaktadır. Ancak; 2008 yılından itibaren jeotermal alanların özelleştirilmesiyle birlikte bu oranlar yükselmiştir. Yenilenebilir enerji politikaları gereği, başta güneş, rüzgar ve jeotermal olmak üzere çevreye olumsuz etkileri en az olan kaynaklar teknoloji geliştirilerek yararlanılma düzeyleri hızla yükseltilmelidir.

Türkiye’de jeotermal kaynaklarından sürdürülebilir yararlanma için reenjeksiyon işlemi olmazsa olmaz koşullardan biridir. Yerin derinliklerinden çıkan ve çıkarılan sıcak suyun devamlılığı kaynak olarak beslenmesine bağlıdır. Bu nedenle jeotermal kaynakların çıkarıldığı noktanın altına soğumuş suyun yeniden enjekte (reenjekte) edilmesi gerekir. Bu bir yandan devamlılığı sağlarken bir yandan da Büyük Menderes Nehri’ndeki bor kirliliğini en aza indirecektir.

Jeotermal kaynakların yönetiminde önceden özellikle turistik yörelerde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, MTA, Kültür Bakanlığı, Turizm Bakanlığı, belediyeler, il özel idareleri ve köy yönetimleri arasında yetki ve kurumsal kargaşa yaşanırken günümüzde bu sorun ya Özel Çevre Koruma Kurumu ya da özelleştirmeler yoluyla aşılmaya çalışılmaktadır.

Jeotermal kaynakların sürdürülebilir, akılcı ve verimli kullanılması, bu konuda geliştirilen politikaların uygulanması ve akılcı yönetimi, her şeyden önce enerji sorununun çözümüne katkı sağlayacak, enerji dışı bağımlılığını azaltacak, enerji çeşitliliği ve güvenliğini artıracak, enerji kaynaklı çevre kirliliğinin azaltılmasında önemli rol oynayacaktır.

Son söz olarak; jeotermal kaynaklar enerjide, endüstride, tarımda ve turizmde önemli bir rol üstlenmiştir ve katma değer yaratmaktadır. Jeotermal kaynaklar, diğer fosil yakıtlara nazaran çevreyi çok az düzeyde olumsuz etkilemektedir. Jeotermal kaynaklardan özelleştirmeyle birlikte daha etkili ve verimli bir biçimde yararlanılmaya başlanılmıştır.

KAYNAKÇA

- AKKUŞ, İbrahim (2009), “Jeotermal Uygulamalar ve MTA”, <http://www.hidrojeoloji.net>, (Erişim Tarihi: 19.02.2009)
- AYDIN, Handan vd. (2007), Uygurlık Tarihi, Anadolu Üniversitesi, AÖF Yayını, Eskişehir.
- Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963-1967), Türkiye Ticaret Odaları, Sanayi Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği (TTSOB), Ankara.
- Cumhuriyet Gazetesi Bilim Teknik Dergisi (CBT), (2007), “Yeraltındaki Sıcak Su”, **Cumhuriyet Gazetesi Eki CBT**, Sayı: 1074, 19.10.2007.
- DAĞDAŞ, Ahmet (2004), “Jeotermal Enerjiden Yararlanmada Türkiye’nin Dünyadaki Konumu ve Potansiyeli”, <http://www.mmoistanbul.org> (Erişim Tarihi: 19.02.2009).
- DAĞISTAN, Hayrullah (2007), “Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynaklarımız”, **TMMOB MMO IV. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, Kayseri: MMO Yayını.

- DEMİREL, Zeynel Abidin (2009), <http://www.mersin.edu.tr> (Erişim Tarihi: 19.02.2009).
- Denizli Ticaret Odası (2007), "Alternatif Sektör Kaynağımız: Jeotermal", Denizli Ticaret Odası Dergisi, (Denizli Ekonomisinin Aktörleri 2007), Yıl: 6, Sayı: 52.
- Devlet Planlama Teşkilatı [DPT] (1967) İkinci Beş Yıl Kalkınma Planı (1968-1972) DPT Yayını, Ankara.
- DPT (1973), Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1973-1977), DPT Yayını No: 1272, Ankara.
- DPT (1979), Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979-1983), DPT Yayını No: 1664, Ankara.
- DPT (1985), Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989), DPT Yayını No: 1974, Ankara.
- DPT (1989), Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994), DPT Yayını No: 2174, Ankara.
- DPT (2000), Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005), DPT Yayını, Ankara.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi [World Energy Council Turkish National Committee] (2010), "Enerji Raporu 2010", (www.dektmk.org.tr), Ankara.
- Ege Ekonomiyi Geliştirme Vakfı (EGEV) Raporu (2007), Erişim Tarihi: 12.11.2008 (<http://www.egev.org>)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı [ETB], (1998), **Türkiye 1. Enerji Şurası Alt Komisyon Özet Raporları**, İstanbul: ETB APK Yayını.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2011), "2010-2014 Stratejik Planı", (<http://www.enerji.gov.tr> Erişim Tarihi: 22.08.2011).
- ERKUL Hüseyin, SARIGÜL Canan Emek (2009), "Denizli'nin Su Varlıkları ve Su Sorunları", **Denizli'nin Su Kaynakları ve Çevre Sorunları**, (Ed: Hüseyin Erkul, Yusuf Karakılıç, Ayşe Özcan, Canan Emek Sarıgül, [Kitabı Yayına Hazırlayanlar]), Ankara: Detay Yayıncılık.
- FRIDLEIFSSON, Ingvar, RAGNARSSON, Arni (2011), "Geothermal Conclusions", <http://www.worldenergy.org>, (Erişim Tarihi: 24.06.2011).
- GÜLER, Çağatay, ÇOBANOĞLU Zakir (1997), **Enerji ve Çevre**, Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayını.
- KAYMAKÇIOĞLU, Fatih, ÇİRKİN Tamer (2009), "Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi", <http://www.emo.org.tr> (Erişim Tarihi: 11.02.2009). Sayı: 41, 11.04.2005.
- KULA, Özer, MOLLAHÜSEYİNOĞLU, Özlem, ONAT, Ayhan, OKUYAN, Cemal (2007), "Güre Jeotermal Bölgesel Isıtma Sisteminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri", **TMMOB MMO IV. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, Kayseri: MMO Yayını.
- PAMİR, Necdet (2003), "Dünyada ve Türkiye'de Enerji, Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları".
- PAMİR, Necdet (2006), "Küresel Gelişmeler Paralelinde Türkiye'de Enerji Sorunu", Ulusal Bağımsızlık İçin Türkiye İktisat Politikaları Kurultayı Bildiriler Kitabı, İnönü Üniversitesi, Malatya.

- Resmi Gazete (25.07.1995), Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, TBMM Kararı, Sayı: 22.354, Ankara.
- Resmi Gazete (01.07.2006), Dokuzuncu Kalkınma Planı, TBMM Kararı, Sayı: 26.215, Ankara.
- Resmi Gazete (13.06.2007), Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, Ankara.
- Resmi Gazete (11.12.2007), Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği, Ankara.
- ŞİMŞEK, Şakir, EROSKAY, Okay (2007), "Küresel Isınmaya Karşı Türkiye'de Jeotermal Enerji Olanağı", **Cumhuriyet Gazetesi Eki CBT**, Sayı: 1056, 15.06.2007.
- Türkiye Çevre Vakfı (TÇV), (2003), **Türkiye'nin Çevre Sorunları**, TÇV Yayını.
- World Energy Council [WEC], (1992), **Survey of Energy Resources**, United Kingdom: Printed in England by Holywell Pres Ltd. Oxford.
- <http://www.gencmekan.com> (Erişim Tarihi: 05.02.2009).
- <http://www.mevzuat.adalet.gov.tr> (Erişim Tarihi: 22.08.2011).
- <http://www.umutthermal.com> (Erişim Tarihi: 19.03.2009).
- <http://www.worldenergy.org> (Erişim Tarihi: 12.03.2009).
- <http://www.zoren.com.tr> (Erişim Tarihi: 24.06.2011).
- <http://www.zorlu.com.tr> (Erişim Tarihi: 19.02.2009).

**JEOTERMAL ENERJİNİN EKONOMİK KATKILARI VE ÇEVRESEL
ETKİLERİ: Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği**

Doç.Dr.Hüseyin ERKUL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Çanakkale Meslek Yüksek Okulu İktisadi ve İdari Programlar Bölüm Başkanı

Gökçeada Meslek Yüksek Okulu Müdür V.

Tlf: 0286 218 00 18 / 1445 0286 218 05 48 Fax: 0286 218 05 49