

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi

Place of Geothermal Energy in The Content of Renewable Energy Sources and It's Importance for Turkey

Özlem Candan KÜLEKÇİ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Dışkapı, Ankara

Özet: Enerji kavramı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği geçmişten bugüne dünyanın en önemli konularından ve sorunlarından biri olmuştur. Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, petrol, kömür, nükleer enerji gibi kendini yenileme durumu olmayan kaynakların bilinçsizce kullanılması, bu kaynakların çevreye ve atmosfere verdiği kirlilik gibi etkenler insanları yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönlendirmiştir. Bu çalışmada enerji kavramı, enerji çeşitleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal enerji incelenmiştir. Çalışma kapsamında jeotermal enerjinin sürdürülebilirliği, jeotermal enerjinin çevreye etkisi gibi konular ülkemizdeki doğal kaynakların korunması ve çevre dostu kullanımlar açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir enerji, Jeotermal kaynaklar, Sürdürülebilirlik.

Abstract: Sustainability of energy is one of the most important issues of the world. Consumption of energy, the environmental pollution of fossil fuels like petrol, coal, nuclear energy, made people to use renewable energy sources. In this study, subjects like concept of energy, types of energy, geothermal energy, which is a type of renewable energy sources, has been inspected. This issues discussed on an eye of a landscape architect.

Key words: Renewable energy, Geothermal resources, Sustainability.

1. Giriş

Enerji kavramı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği geçmişten bugüne dünyanın en önemli konularından ve sorunlarından biri olmuştur. Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, petrol, kömür, nükleer enerji gibi kendini yenileme durumu olmayan kaynakların bilinçsizce kullanılması, bu kaynakların çevreye ve atmosfere verdiği kirlilik gibi etkenler insanları yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönlendirmiştir.

Dünyanın devamlı artan enerji ihtiyacını karşılamak için bilim adamları yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını her alanda arttırmak adına birçok çalışmalar yapmışlardır ve güneşten faydalanmak için güneş pilleri, rüzgardan faydalanmak için rüzgar değirmenleri kullanımı gibi projeler geliştirmişlerdir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden olan jeotermal enerji ise günümüzde elektrik üretimi, tıp, turizm, ziraat, endüstri gibi sayısız alanda kullanılabilen bir kaynaktır. Jeotermal enerji kaynaklarının nice faydası bulunmakla birlikte, bunların başlıcaları daha önce belirtildiği gibi yenilenebilir olması yani doğru kullanımla tükenmesi zor bir enerji çeşidi olması, tespit ve üretiminin kolay olması, maliyetinin düşük olması, yatırımın çok kısa bir zamanda geri dönüş sağlaması, ayrıca diğer kaynaklara göre çevreye verilen zararın çok az olmasıdır.

Dünya üzerinde jeotermal enerji değeri anlaşılan bir enerji çeşidi olmakla beraber kullanımı ülkelere göre değişmektedir. Ülkemiz ise çok önemli bir jeotermal kuşak üzerinde olmasına ve 1300'ün üzerinde kaynak barındırmasına karşın jeotermal enerjiden yeterince faydalanamamaktadır. Türkiye'de jeotermal kullanımı; kaplıca turizmi, seracılık gibi temel kullanımlarla sınırlı bir şekilde yürütülmekle beraber son yıllarda konut ısıtılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

2. Materyal

Çalışmanın ana materyali Türkiye ve Dünyadaki jeotermal kaynaklar olup jeotermal kaynakların incelenmesi hedeflenen çalışmada öncelikle enerji kavramı ve planlamasına değinilmiş olup ardı sıra enerji çeşitleri, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları incelenmiştir. Bir diğer

bölümde ise yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji tanıtılmış, çevre açısından ve sürdürülebilir enerji politikaları açısından önemi irdelenmiştir.

Bu çalışma sırasında ulaşılan bilgiler genel olarak enerji ve jeotermal enerji ile ilgili tez çalışmaları ayrıca yerli ve yabancı kaynaklı çeşitli çalışmalardan, yayınlardan yararlanılarak edinilmiştir. Bunun yanı sıra bazı dökümanların elde edilmesinde uluslararası arama motorlarından faydalanılmıştır.

3. Yöntem

Bu çalışmanın yöntemi oluşturulurken, araştırma konusu ile ilgili incelemelerin olduğu eserler incelenmiş, bu incelemeler sonucunda çalışmaya faydası olabilecek genel teorik kavramlar ve çeşitli veriler değerlendirilip, yorumlanarak genelden öze doğru ilerleyen tümdengelimci bir yaklaşım izlenmiştir.

4. Enerji Kavramı ve Planlaması

Enerji, modern insanın gündelik yaşamını sürdürebilmesi için temel gereksinimlerden biridir. Endüstriyel çağdan önce enerji ihtiyaçları; doğada bulunan odun, rüzgar, su gibi temel kaynaklardan ve buna ek olarak insan ve hayvanın kas gücünden karşılanırken, kömürle çalışan buhar makinelerinin keşfi kullanılan enerji kaynaklarını tamamen değiştirmiştir (Soylu ve Türkay, 2005).

Günümüzde, varolan enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, bu kaynakların akılcı yöntemlerle kullanıma sunulması enerji politikalarının temelini oluşturmaktadır. Geleneksel enerji üretim ve tüketiminin çevre ve doğal varlıklar üzerinde yerel, bölgesel ve küresel düzeyde olumsuz etkilere neden oluşu, kaynak çeşitliliğine gidişte, seçilen kaynakların en az erişilebilirliği kadar önem taşımaya başlamıştır (Uğurlu, 2006).

5. Enerji Kaynakları ve Çeşitleri

Enerji kaynaklarını yenilenemeyen enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak ikiye ayırmak mümkündür.

5.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Petrol, kömür, doğalgaz, nükleer enerji, hidrolik santraller yenilenemeyen kaynaklardır. Fosil kaynakların, bugün olduğu gibi, önümüzdeki yıllarda da dünya birincil enerji üretimindeki belirleyici oranlarını koruması beklenmektedir. Dünya birincil enerji üretiminde bu kaynakların 2020 yılındaki toplam paylarının % 88.5 olacağı öngörülmektedir. Bu oran içinde en büyük pay petrole aittir (Uğurlu, 2006).

5.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağını ifade etmektedir (Turan 2006). Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenebilir oluşları, en az düzeyde çevresel etki yaratmaları, işletme ve bakım masraflarının az olması ve ulusal nitelikleri ile güvenilir enerji sağlama özellikleri ile dünya ve ülkemiz için önemli bir yere sahiptir (Haskök, 2005).

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına ilişkin Kanun Tasarısı Taslağı'nın 3. maddesinde yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidrojen, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga ve gel-git gibi kaynaklar sıralanmaktadır (Turan, 2006).

Günümüzde AB ülkeleri enerji tüketimlerinin %5,6'sını yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamaktadır. Avrupa Birliği'nin 2010 yılında, toplam elektrik üretiminin %22,1'inin, toplam enerji tüketiminin ise, %12'sinin yenilenebilir kaynaklardan karşılanması hedeflenmektedir. Türkiye'de ise yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketim içindeki payı 2000 yılında sadece %11 seviyesindedir. Bu rakamın uygulanan politikalar sonucunda 2010 yılında %7'ye düşmesi beklenmektedir (Turan, 2006).

- Güneş enerjisi

Yeryüzünden kilometrelerce uzakta olan güneş, nükleer yakıtlar dışında dünyada kullanılan yakıtların ana kaynağıdır ayrıca dünyamıza ve diğer tüm gezegenlere enerji veren sonsuz denilebilecek bir güce sahiptir. İçinde sürekli olarak hidrojenin helyuma dönüştüğü füzyon reaksiyonları gerçekleşmektedir ve oluşan kütle farkı ısı enerjisine dönüşerek uzaya yayılmaktadır. Ancak bu enerjinin çok küçük bir kısmı yeryüzüne ulaşmaktadır. Çok büyük ve tükenmez bir enerji kaynağına sahip olan güneşten dünyaya gelen güç miktarı yaklaşık olarak 1.8×10^{11} MW' dır (Haskök, 2005). Güneşin gün boyunca atmosfere verdiği ısı ve ışık, insanların ihtiyaç duyduğu elektrik ve proses ısı olarak kullanıma sunulmaktadır (Turan, 2006).

- Rüzgar enerjisi

Önceki bölümde bahsedildiği gibi yeryüzünün ihtiyaç duyduğu enerjinin tümü güneşten gelmektedir. Güneşten gelen enerjinin yaklaşık %1-2 si rüzgar enerjisine dönüşür. Yani rüzgar enerjisi kinetik enerjiye dönüşmüş güneş enerjisidir denebilir. Rüzgarın hızı yükseklikle, gücü ise hızının küpü ile orantılı olarak artar. Sağlayacağı enerji, gücüne ve estiği süreye bağlıdır (Uçar, 2007). Rüzgar değirmenleri yoluyla dünyada 4000 MW üzerinde bir enerji sağlanmaktadır (Kadıoğlu ve Telliöglü, 2007). Rüzgar türbinleri fosil yakıt santrallerine kıyasla işletme maliyetinin sıfır olması açısından daha ekonomik üretim yapmaktadır (Turan, 2006).

- Hidrojen enerjisi

Hidrojen dünyanın en basit ve en çok bulunan bir elementidir. Aynı zamanda renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif ve zehirsiz bir gazdır (Turan, 2006). Sınırsız kaynağa sahip olan ve havayı kirletmesi açısından içten yanmalı motorlarda kullanılan diğer alternatif yakıtlara göre pek çok avantaja sahip hidrojenin, içten yanmalı motorlarda kullanım çalışmalarına 1900'lerde başlanmış ve günümüzde de yoğun bir şekilde devam etmektedir (Uğurlu, 2006).

- Biyokütle enerjisi

Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan üretilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır (Uğurlu 2006). Biyokütle yenilenebilir enerji kaynakları içinde ciddi bir teknik potansiyele sahiptir (Haskök 2005).

- Biyogaz enerjisi

Bilindiği gibi hayvansal ve bitkisel organik atık maddelerin çürütülmesiyle oluşan metan gazı çevreye zarar veren bir etkidir. Ancak aktif gazın depolanması, depolanan gazların arıtılması ve daha sonra oluşan metan gazın yakılması yoluyla enerjiye dönüştürülmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca yakılması mümkün olmayan atıklar da tarım topraklarında gübre olarak kullanılmaktadır (Turan, 2006).

- Jeotermal enerji

Jeotermal kelimesi Yunan kökenli geo(dünya) ve termal(ısı) kelimelerinin birleşmesinden oluşmaktadır (İnce, 2005). Jeotermal enerji temelde dünyanın alt katmanlarında bulunan ve önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilen bir çeşit termal enerjidir. Bu enerji kaynağı asırlardır su ve yeryüzü ısınmasında, tıbbi amaçlı tedavilerde ya da pişirme amacıyla kullanılmaktadır (Dur, 2005).

Jeotermal enerjinin bilimsel tanımını yapmak gerekirse; Jeotermal enerji: Yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde bulunan ve yeryüzündeki havzalardan beslenen sularla potansiyelini oluşturan birikmiş ısının meydana getirdiği sıcaklıkları bölgesel olarak değişen ve bünyesinde daha çok erimiş mineral tuzlar ve gazlar içeren su ve buhardan oluşan bir hidrotermal kütledir. Yeraltındaki bazı granit gibi sert kayaların oluşturduğu sistemler de bünyelerinde su içermemesine rağmen bir jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilir (Arslan, 2006). Bu kayalar herhangi bir akışkan içermemesine rağmen bazı teknik yöntemlerle ısısından yararlanan, yerin derinliklerindeki sıcak kuru kayalardır. En geniş anlamda yerkabuğunda depolanan ısı enerjisi, jeotermal enerjiyi oluşturmaktadır (Etemoğlu vd., 2004).

Yerküredeki termal rejimler kaynak tiplerine göre sınıflandırılır. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Hidrotermal enerji

- Basınçlı yer altı enerjisi
- Magma enerjisi
- Sıcak kuru kaya
- Yerküre enerjisi

Bunlar jeolojik süreçte yeraltında biri veya birkaçı tarafından yeraltının farklı bölgelerinde yerküre konsantrasyonu olarak oluşurlar. Yerküre enerjisi yerkabuğuna yakın bölgelerde oluşan bir ısı enerjidir. Genelde bu enerji dünyanın farklı bölgelerinde mevcut olup endüstriyel ısı ihtiyaçlarımızı karşılamada, konutların ısıtılması ve soğutulması ve sıcak su ihtiyaçlarımızı karşılamada kullanılırlar (Arslan, 2006).

Bunun dışında, ülkelere göre değişik sınıflandırmalar olmasına rağmen jeotermal enerji, sıcaklık içeriğine göre de kabaca üç gruba ayrılır (Anonim, 1996).

1- Düşük Sıcaklıklı Sahalar (20-70 °C)

2- Orta Sıcaklıklı Sahalar (70-150 °C)

3- Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (150 °C'den yüksek)

Düşük ve orta sıcaklıklı sahalarda, bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayisinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki CO₂ den kuru buz eldesinde) kullanılmaktadır. Ancak, orta entalpili sahalardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Yüksek entalpili sahalardan elde edilen akışkan ise, elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir (Anonim, 1996). Teknik ilerlemeler nedeniyle yüksek sıcaklık değerine sahip olan jeotermal akışkanların sebep olduğu korozyon, hızlı tortulaşma ve kabuklaşma gibi sorunların giderilmesi mümkün hale geldikten sonra dünyada ve Türkiye'de önemli bir potansiyel kaynak değer özelliği kazanan jeotermal akışkanlardan yararlanma düzeyi ve sağlanan verim oldukça yükselmiştir (Ülker, 1994).

5.3. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

Genel olarak jeotermal enerjinin kullanım alanlarını doğrudan ve doğrudan olmayan kullanım olarak ikiye ayırmak mümkündür (Yiğit, 1994).

Doğrudan kullanım alanları:

150°C altındaki sıcaklıklarda termal enerji direkt olarak sera, bölge ısıtma, sulu tarım, endüstriyel prosesler gibi alanlarda kullanılmaktadır.

- Sera Isıtması

Dünyanın çeşitli ülkelerinde seraların jeotermal enerji ile ısıtılması suretiyle turfanda sebzeçilik, meyvecilik ve çiçekçilik yapılmaktadır (Demirel, 1998).

- Bölge Isıtması

İkinci bir doğrudan kullanma uygulaması bölge ısıtmasıdır. Bölge ısıtması soğuk iklim bölgelerine daha uygun bir kullanımdır. Binaları ve kentleri merkezi sistemle ısıtmada, suyun ısıtılmasında 40°C üzerindeki sıcaklıkta bulunan jeotermal akışkandan yararlanılmaktadır (Yiğit, 1994).

- Endüstriyel Kullanım

Jeotermal enerjinin endüstriyel alanda bir çok kullanım şekli bulunmaktadır. Bunlar arasında sebze kurutma, tahıl ve kereste kurutma, kağıt ve kağıt hamuru işleme, kimyasal madde elde etme ve atık su işlemleri sayılabilir (Demirel, 1998).

- Tarımsal ürün kurutma

Dünya üzerinde yalnızca on ülke tarımsal ürünlerin kurutulmasında jeotermal enerjiyi kullanmaktadır (Lund and Freeston, 2000).

- Soğuk ve Kar Çözme

Yol yüzeylerinde soğuk ve kar çözme projesi uygulamaları çok sınırlı bir şekilde Arjantin, İzlanda, Japonya, İsviçre ve Amerika'da görülmektedir (Lund and Freeston, 2000).

- Banyo ve Yüzme (Termal Turizm)

Dünya üzerinde 45 ülkede termal kür merkezleri, spa merkezleri, kaplıca havuzları bulunmaktadır. Buna rağmen birçok kaynak kullanım dışı olarak beklemektedir (Lund and Freeston, 2000).

Jeotermal enerjinin doğrudan olmayan kullanımı ise jeotermal enerji ile elektrik üretimi yoluyla gerçekleşmektedir.

5.4. Jeotermal Kaynakların Dünyadaki Yayılım Alanları

Dünya genelinde jeotermal potansiyelin dağılım alanları şu şekildedir: (Ilgar, 2005)

1. And Volkanik Kuşağı; Güney Amerikanın batı sahillerinde bulunan bu kuşak, Venezuela, Kolombiya, Ekvator, Peru, Bolivya, Şili ve Arjantini kapsamaktadır (Ilgar, 2005).

2. Alp-Himalaya Kuşağı; Bu jeotermal kuşak, dünyanın en büyük jeotermal kuşakları arasındadır. İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan, Hindistan, Tibet, Yunnan (Çin), Myanmar (Burma) ve Tayland'ı kapsamaktadır (Ilgar, 2005).

3. Doğu Afrika Rift Sistemi; Aktif olan bu sistem Zambiya, Malavi, Tanzanya, Uganda, Kenya, Etiyopya, Djibuti gibi ülkeleri içine alır (Ilgar, 2005).

4. Karayip Adaları; Aktif volkanizmanın hakim olduğu kuşakta, önemli potansiyeller görülmektedir (Ilgar, 2005).

5. Orta Amerika Volkanik Kuşağı; Guatamela, El Salvador, Nikaragua, Kosta Rika ve Panama'yı içine alan bu kuşakta, çok sayıda jeotermal sistem bulunmaktadır (Ilgar, 2005).

5.5. Türkiye' de Jeotermal Enerji

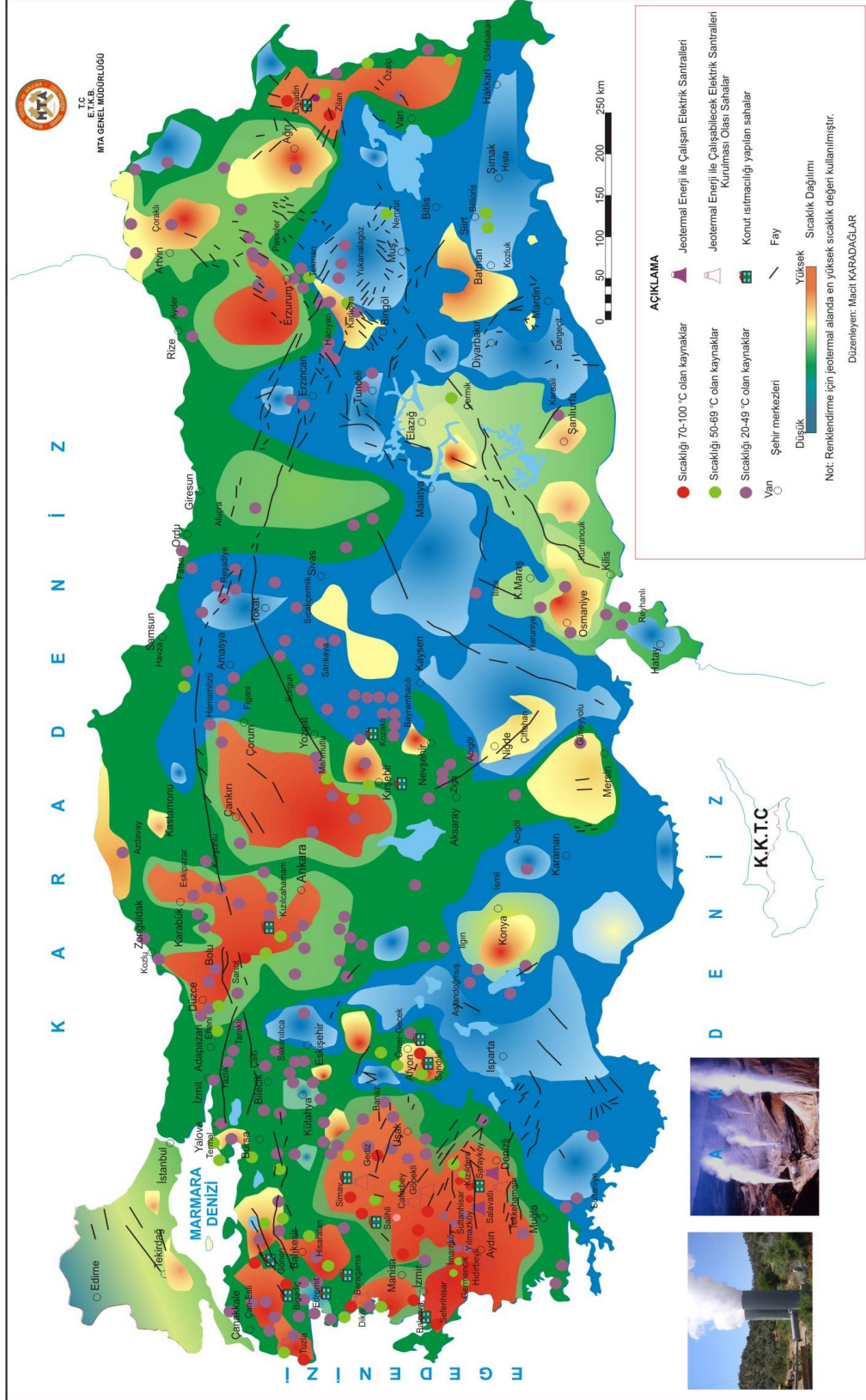
Türkiye tektonik ve volkanik özellikleri nedeniyle dünya jeotermal kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Ege bölgesinin tektonik çöküntü alanları, Kuzey Anadolu deprem kuşağı ve diğer volkanik yörelerimiz jeotermal kaynaklar ve akışkanlar bakımından başlıca potansiyel alanları teşkil etmektedir (Ülker, 1994). Türkiye'de bilinen jeotermal alanların %95'i ısıtmaya ve kaplıca kullanımına, diğeri de elektrik üretimine uygundur. Türkiye'nin jeotermal kaynaklarının genellikle düşük ve orta entalpili olmaları nedeniyle, başlıca değerlendirme alanları şu şekilde sıralanabilir: (Yıldırım, 2005)

- Isıtma (konut, şehir, termal tesis, sera vb.)
- Termal turizm
- Elektrik Üretimi
- Kimyasal Madde Üretimi

Türkiye'de jeotermal sular ile ilgili ilk araştırmalar 1962 yılında MTA tarafından başlatılmıştır. O zamandan beri elde edilen istatistiklere göre, ülkemizin jeotermal elektrik güç potansiyeli yaklaşık olarak 4500 MWe iken jeotermal ısıtma potansiyeli ise 31500 MWt'dır (Hepbaşlı ve Çanakçı, 2003; Dağdaş, 2004). Türkiye'de jeotermal enerjiden yararlanma konusundaki en önemli faaliyetler doğrudan kullanım uygulamalarıdır. Halen jeotermal enerjiden yararlanarak 61000 konut eşdeğeri ısıtma yapılmaktadır (Mertoğlu vd. 2003, Dağdaş 2004). Mühendislik tasarımı açısından 300000 konut eşdeğeri ısıtma projesi tamamlanmıştır (Hepbaşlı ve Çanakçı, 2003; Dağdaş, 2004). Konut ısıtmasında ve toplam 565000 m² lik sera ısıtmasında yararlanılan temel kapasite 665 MWt'dır.

Jeotermal akışkan, 195 adet kaplıcada sağlık amaçlı kullanılmaktadır. Buralardaki kullanım kapasitesi 327 MWt'dır (Mertoğlu vd. 2003, Dağdaş 2004). Türkiye, 1995 yılında, jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarında dünyada 11. sırada iken 2000 yılında 5. sıraya yükselmiştir (Taflan, 2003). Bu durumda, doğrudan kullanım uygulamalarındaki temel kapasite 992 MWt olmaktadır (Mertoğlu vd., 2003; Dağdaş, 2004). Ülke genelinde tahmini jeotermal kapasitenin 31500 MWt olduğu göz önüne alınırsa, mevcut potansiyelin ancak %3.2 sinden faydalandığı söylenebilir (Dağdaş, 2004).

Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası



Şekil 1 Türkiye Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası (www.mta.gov.tr).

5.6. Jeotermal Enerji ve Çevre İlişkisi

Dünyadaki tüm yerleşim merkezleri ve sanayi tesisleri, kabul edilebilir sınırların üstünde havayı ve biyosferi kirletici maddeyi dışarı atmaktadır. Dünya'daki sosyal gelişmenin devamı için daha fazla enerji üretme amacı ile atmosfere atılan ve asit yağmuruna yol açan gazların etkilerinin azaltılması ihtiyacı bugünün enerji üretim sistemleri ile çelişmektedir (Başkı, 1993).

Jeotermal enerji, fosil yakıtlarının tüketimi ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve asit yağmurları gibi çevre sorunlarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu durum öncelikle, jeotermal enerjinin çevre yönünden diğer enerji türlerine kıyasla sahip olduğu doğal üstünlüklerden kaynaklanmaktadır. Öte yandan, jeotermal enerjinin kullanımıyla ilgili olarak söz konusu edilebilecek çevre sorunlarının çözümü konusunda son zamanlarda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Bu durum, jeotermal enerjinin çevre açısından önemini daha da artırmıştır (Anonim, 1996).

5.7. Jeotermal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı

Sürdürülebilirlik; bir toplumun, ekosistemin ya da sürekliliği olan herhangi bir sistemin işlevini kesintisiz, bozulmadan, çürümesine meydan vermeden, aşırı kullanımla tüketmeden ya da hayati bağı olan ana kaynaklara aşırı yüklenmeden varlığını devam ettirmesini sağlamaktır (Tozar, 2006).

Sürdürülebilirlik, doğal kaynak olarak toprak, su, yer altı ve yer üstü zenginlikleri, bitki örtüsü ve benzeri potansiyellerin kullanımında sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak açısından temel kabul olarak ele alınması gereken bir kavramdır (Tozar, 2006).

Jeotermal kaynaklar için sürdürülebilir kalkınma modeli jeotermal kaynakların uzun dönem kullanımlarını (100-300 yıl) ve jeotermal akışkanların yüzeyde oluşturdukları doğal güzelliklerin (traverten, gayzer, çamur havuzu gibi) korunmasını içermektedir. Jeotermal kaynakların gelişiminde; yasal düzenlemelerin ve politikaların oluşturulması, uzun dönemli gözlemlerle oluşturulan saha modellemeleri, akışkanın kullanım sonrası tekrar rezervuara basılması (re-enjeksiyon), çok amaçlı kullanımları ve sığ derinlikli ve düşük entalpili sahalarda ısı pompalarının kullanılması jeotermal kaynakların sürdürülebilir gelişmesini artıracaktır (Toka ve Arı, 2006).

6. Sonuç ve Öneriler

Enerji ekonomik ve toplumsal gelişmenin birincil kaynağıdır. İnsanoğlunun geleceği enerji kaynaklarının doğru kullanımına bağlıdır. Yeraltı kaynaklarının sınırlı oluşu ve toplumu tehdit edecek biçimde azalması yenilenebilir enerji kaynaklarını alternatif enerjiler olarak önümüze sermektedir. Çalışmanın ana konusu olan jeotermal enerji ise gerek düşük maliyetle üretilmesi, gerekse doğa dostu olması bakımından tercih sebebi olan önemli bir enerji potansiyelidir.

➤ Dünyada enerji kaynakları bilinçsizce kullanıldığı için hızla tükenmektedir. Asgari enerjiden azami fayda yöntemleri geliştirilip tüm enerji türlerinin ömrünü uzatmak ve toplumları bu konuda eğitmek gerekmektedir.

➤ Yenilenemeyen petrol, doğalgaz, nükleer gibi enerji kaynaklarına alternatif sürdürülebilir enerji kaynakları kullanımı arttırılmalıdır.

➤ Fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar ortadadır. Bu amaçla en azından belirli kaynak potansiyeli olan ülkelerde jeotermal enerjinin kullanımı teşvik edilmelidir. Çevresel etkisi bakımından, jeotermal enerjinin doğrudan ve dolaylı kullanımı, fosil yakıtlara oranla sera etkisi veya asit yağmurları gibi etkileri olmaması bakımından üstündür.

➤ Sera ısıtmasından, turizme, tarımsal kullanımlara kadar çeşitli alanlarda kullanılan jeotermal enerji çevreye zarar vermeyen, üretim maliyeti oldukça düşük, yatırımını kısa zamanda geri kazandıran bir enerjidir.

➤ Türkiye'de oldukça büyük bir kaynak potansiyeli bulunan jeotermal enerjiden yeterince faydalanılmamaktadır. Fakat son yıllarda önemi anlaşılmaya başlanan kaynaklarımız üzerine çeşitli projeler geliştirilmektedir.

➤ Türkiye’de jeotermal enerji üzerine devlet destekli yatırımlar yapılması gerekmektedir. Jeotermal enerji ile ilgili doğru politikalarla kullanımı hayli artacaktır.

Sonuç olarak Jeotermal enerji diğer enerji kaynakları ile rekabet edebilecek düzeyde bir enerjidir. Türkiye birçok enerjiyi yurtdışından sağlayan bir ülke olması sebebiyle ve enerji toplumların kalkınmışlık düzeylerini gösteren bir etken olduğundan, Jeotermal kaynaklar bazında dünyada ilk 7 ülke arasında bulunan ülkemizin sahip olduğu kaynakları doğru bir politikayla değerlendirmesi halinde kalkınması ve enerji konusunda bir atılım yapması kaçınılmazdır. Sağlıklı bir çevre ve sağlıklı bir toplum için temiz enerji kaynağı olarak jeotermal enerjiden tüm boyutlarıyla yararlanmak ve akılcı planlama çalışmaları ile mevcut yapıyı güçlendirmek tüm planlamacı meslek disiplinlerinin öncelikli gündemi olmalıdır.

Kaynaklar

- Anonim, 1996. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu.
- Arslan, E. 2006. Jeotermal Enerjiden Yararlanılarak Kuyu İçi Eşanjörü Yardımıyla Konut Isıtılması ve Sıcak Su İhtiyacının Karşıllanması, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Başkır, H. 1993. Türkiye’ de Jeotermal Enerjinin Isıtma Amaçlı Kullanım Potansiyeli ve Afyon Şehrinin Hava Kirliliğinin Azaltılmasında Jeotermal Enerjiden Yararlanma İmkanları, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Dağdaş, A. 2004. Jeotermal Enerji Kaynaklarının Optimal Kullanım Modelinin Geliştirilmesi ve Yöresel Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Demirel, M. 1998. Jeotermal Enerjinin Yerleşim Alanlarına Etkisi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Kütahya.
- Dur, F. 2005. The Usage of Stochastic and Multicriteria Decision-Aid Methods Evaluating Geothermal Energy Exploitation Projects, the Graduate School of Engineering and Science of Izmir Institute of Technology, Master Thesis, İzmir.
- Etemoğlu, A.B., Can, M., Kılıç, M. 2004. Ülkemiz Jeotermal Kaynaklarının İkinci Kanun Verim Değerlerine Bağlı Sınıflandırılması, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 9, Sayı 1, Bursa.
- Haskök, A.Ş. 2005. Türkiye’ nin Mevcut Enerji Kaynaklarının Durum Değerlendirilmesi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Hepbaşlı, A., Çanakçı, C. 2003. Geothermal District Heating Applications in Turkey: A case study of Izmir-Balçova, Energy Conversion and Management, 44; 1285-1301.
- İlgar, R. 2005. Ekolojik Bakışla Jeotermal Kaynaklara Dualist Yaklaşım, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 4, Sayı 13(88-98), Çanakkale.
- İnce, U. 2005. A Case Study of Material Testing For Corrosion In Low Temperature Geothermal Systems, the Graduate School of Engineering and Science of Izmir Institute of Technology, Master Thesis, İzmir.
- Kadioğlu, S., Telliöglü, Z. 1996. Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Çevreye Etkileri, TMMOB 1. Enerji Sempozyumu, Ankara.
- Lund, J.W., Freeston D.H. 2000. World-wide direct uses of geothermal energy 2000, Japonya
- Mertoğlu, O., Bakır, N., Kaya, T. 2003. Geothermal Applications in Turkey, Geothermics, 32-419-428.
- Soylu, A., Türkay, M. 2005. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Geçiş Sürecinin Planlanmasında Doğrusal En İyileme Tekniğinin Kullanılması, 3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İstanbul.
- Taflan, S. 2003. Dünya ve Türkiye’ deki Mevcut ve Alternatif Enerji Kaynakları ve Politikaları, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gebze.

- Toka, B., Arı, N. 2006. Jeotermal Kaynakların Sürdürülebilir Gelişimi Ve Çevresel Etkileri, Dikili-İzmir.
- Tozar, T. 2006. Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği İçin Geliştirilen Ekolojik Planlama Yöntemleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Turan, S. 2006. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Konya
- Uçar, S. 2007. Rüzgar Enerjisiyle Elektrik Üretimi ve Kayseri İli İçin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Uğurlu, Ö. 2006. Türkiye’ de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara
- Ülker,İ. 1994, Sağlık Turizmi, Kaynaklar Planlama ve Tanıtım
- Yıldırım, Ö. 2005. Termal Turizm İşletmelerinde Müşteri Sadakati Ve Bir Araştırma, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir
- Yiğit, Ü. 1994. Jeotermal Enerjinin Uygulama Alanları, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- http://www.mta.gov.tr/v1.0/daire_baskanliklari/enerji/index.php?id=haritalar *son erişim: 31.08.2009*