

EKOLOJİK BAKIŞLA JEOTERMAL KAYNAKLARA DUALİST YAKLAŞIM

(The View of Dualist Approach on Geothermal Sources)

Yard. Doç. Dr. Rüştü ILGAR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi
Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı
Email:ilgar@mail.com

ÖZET

Bu çalışmada dünyadaki ve Türkiye'deki jeotermal kaynaklar ele alınmıştır. Bu kaynakların ekolojik yararı ve kullanım alanları ile olumsuzlukları değerlendirilmiştir. Çünkü sürdürülebilir bir kalkınmanın temeli çevreyi tahrip etmeden gerçekleşmekte olanıdır. Genelde derleme ağırlıklı bir çalışma olup, bu güne kadar jeotermal enerjinin gerekliliği ve yararlığı kavramının da dışına çıkmıştır. Çalışmaya bu yönüyle bakıldığında ilk olma özelliği de vardır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafya, Jeotermal Kaynaklar, Çevre, Fayda, Zarar

ABSTRACT

In this study the geothermal sources in Turkey and the world are considered. The ecological benefits usage fields and degradation effect of these sources are evaluated. Because the foundation of a continually development is done without giving any damage to the environmental. This study does not explain the urgent need and positive sides of geothermal energy. This has been the first study in this field.

Key Words: Geography, Geothermal Sources, Environment, Benefit, Detriment

1. GİRİŞ

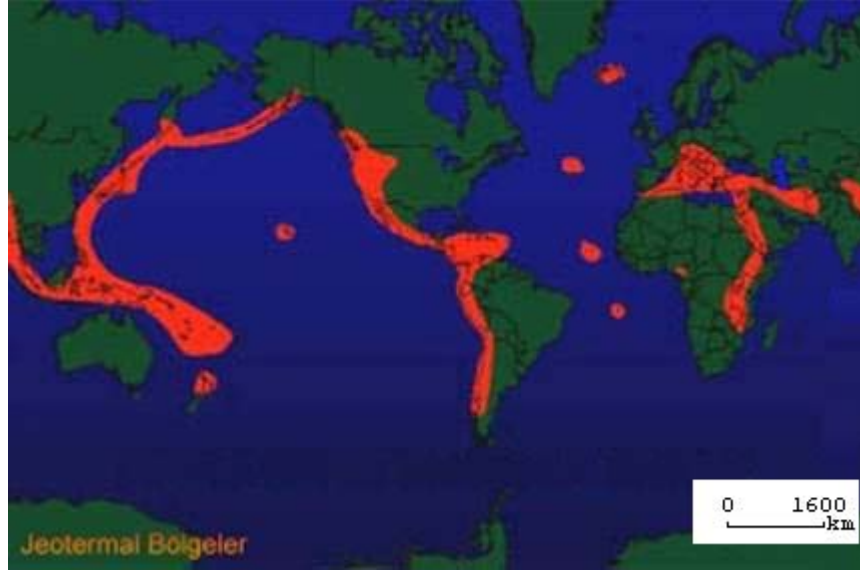
Dünya termal modelleri incelendiğinde genellikle jeotermal kaynaklar manto, genç tektonizma ve volkanizma gibi sıcak kütlelerin sıkıştırması sonucu açığa çıkan elektriksel ısınmayla oluşur (Tatsumi, Y., and S. Eggin,1995). Bu yüzdendir ki dünya geneli jeolojik özellikleri incelendiğinde volkanik oluşumlar ile jeotermal kuşak arasında bir paralellik bulunmaktadır.

2. DÜNYADAKİ JEOTERMAL KAYNAKLARIN DURUMU

İlk çağlardan yakın geçmişe kadar sadece sağlık amacıyla kullanılan jeotermal kaynaklardan günümüzde doğrudan ısıtma, elektrik enerjisi elde etme ve sağlık amaçlı kullanımlar vb. mevcuttur. Dünya genelinde jeotermal potansiyelin dağılım alanları şu şekildedir:

1. And volkanik kuşağı
2. Alp-Himalaya kuşağı
3. Doğu Afrika Rint sistemi
4. Karayip Adaları
5. Orta Amerika volkanik kuşağı

And volkanik kuşağı Güney Amerika'nın batı sahillerinde bulunan bir kuşaktır. Venezüella, Kolombiya, Ekvator, Peru, Bolivya, Şili ve Arjantin'i kapsamaktadır. Çok sayıda aktif volkanizmanın varlığı nedeniyle, yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerin bulunduğu bu kuşaktaki jeotermal alanlar henüz çok fazla değerlendirilmediği yapılan araştırmalarda görülmüştür. Alp-Himalaya kuşağı ise; genel olarak Hindistan plakası ile Avrasya plakasının çarpışması sonucu oluşan bu jeotermal kuşaktır. Dünyanın en büyük jeotermal kuşakları arasındadır. 150 km genişliğinde ve 3000 km uzunluğunda olan kuşak, İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan, Hindistan, Tibet, Yunan, Myanmar ve Tayland'ı kapsamaktadır. Doğu Afrika Rift sistemi ise; halen aktiftir. Aktif olan bu sistem Zambiya, Malavi, Tanzanya, Uganda, Kenya, Etiyopya, Cibuti gibi ülkeleri içine alır. Aktif volkanizma Kenya, Etiyopya ve Tanzanya'dır. Karayip adalarındadır. Aktif volkanizmanın hakim olduğu kuşakta, önemli potansiyeller görülmektedir. Orta Amerika volkanik kuşağındaysa Guatemala, El Salvador, Nikaragua, Kosta Rica ve Panama yer almaktadır. Bu kuşakta, çok sayıda jeotermal sistem bulunmaktadır (Okul, 2001).



Şekil 1. Dünya Geneli Jeotermal Alanlar (<http://cevre.bolum.net/enerji.htm> 13.02.2002)

2000 yılı itibariyle, dünyadaki jeotermal elektrik üretimi 7974 MW elektrik kurulu güç olup, 65 Milyar kWh/yıl üretimdir. Filipinler’de toplam elektrik üretiminin %22’si, Amerika’nın Kaliforniya Eyaletinin %7’si, İzlanda’da toplam ısı enerjisi ihtiyacının %86’sı jeotermal enerjiden karşılanmaktadır. Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralamasında ise A.B.D. ilk sırada yer almaktadır. Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya bu ülkeyi izlemektedirler. Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke sıralaması ise: Çin, Japonya, A.B.D., İzlanda ve Türkiye’dir (Lund, J.W., Freeston D.H.,2000).

3. TÜRKİYE’DEKİ JEOTERMAL KAYNAKLARIN DURUMU

Ülkemizde ilk jeotermal kaynak kullanımı 1963 yılında gerçekleşmiştir. Bu alan İzmir Balçova’da 40m derinlikte 124 °C sıcaklık değerinde bulunmuştur. Jeotermal potansiyelimizin yaklaşık %70’i Marmara Bölgesindedir. Ülkemiz *jeotermal enerji kullanımı 81 Gwh’ı elektrik, (1676 bin TEP kaynak) tüketimi niteliğindedir* (Anon, 2001). Oysa Türkiye potansiyel jeotermal kaynakları toplam 200 MW elektrik ve 2250 MW termal nitelikte olmak üzere toplam 2450 MW tır. Ülkemiz geneline bakıldığında Şekil 2 de gösterilen alanlarda jeotermal üretimler mevcuttur.



Şekil 2. Türkiye Jeotermal Üretim Alanları

4. EKOLOJİK FAYDA ANALİZLERİ

a) **Enerji üretimi:** Jeotermal enerjiden elektrik üretimi ilk olarak 1904 yılında İtalya’da gerçekleştirilmiştir. Jeotermal akışkandan elektrik üretimi, başta A.B.D. olmak üzere İtalya, Japonya, Yeni Zelanda, El Salvador, Meksika, İzlanda, Filipinler, Endonezya gibi ülkelerde yapılmaktadır. Ülkemizde ilk jeotermal enerji erişimi ise 1968 yılında keşfedilen Denizli Kızıldere sahasında sürdürülen çalışmaların 1984 yılında ürün vermesiyle 20.4 MW gücünde ilk jeotermal elektrik santrali kurulmasıyla olmuştur. MTA tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda günümüzde 150 jeotermal istasyonda, 100 °C civarındaki sıcak su kaynağı sayısı 600 e ulaşmıştır. Bu çalışmalar oldukça yetersizdir. Örneğin Romanya’da açılan kuyu sayısı 1000’i aşmıştır (Greenpeace, 1997).

Ülkemizde üretilen elektrik enerjisinin % 92 sinde TEAŞ, % 2 sinde ÇEAŞ ve KEPEZ elektriğin, % 6 diğerlerinin payı bulunmaktadır. TEAŞ’ın sattığı elektriğin 1kws i 7 cent iken özel sektör bunu kendi üretimleriyle 3,5 ile 5 cente mal etmektedir. Jeotermal enerji yatırımları istenilen düzeye ulaşamamıştır. Jeotermal elektrik santrallerinin %70’i santral kurma, %30’u kuyu maliyetidir. Bu tür yatırımlara gidip kendi enerjisini üreten firmalar jeotermal enerji üretimindeki risk nedeniyle

bu alanda üretime girişmekte istekli davranmamaktadırlar. Mevcut kurulu enerji santral güçleri ise Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Jeotermal Elektrik Santrallerinin Kurulu Güçleri Ve Üretim Kapasiteleri

| ÜLKE | KURULU GÜÇ (MWt) | ÜRETİM KAPASİTESİ (GWh) |
|--------------|------------------|-------------------------|
| ÇİN | 29.17 | 100 |
| KOSTARİKA | 142.5 | 592 |
| EL SALVADOR | 161 | 800 |
| GUATEMALA | 33.4 | 215.9 |
| İZLANDA | 170 | 1138 |
| ENDONEZYA | 589.5 | 4575 |
| İTALYA | 785 | 4403 |
| JAPONYA | 546.9 | 3532 |
| KENYA | 45 | 366.47 |
| MEKSİKA | 755 | 5681 |
| YENİ ZELANDA | 437 | 2268 |

| | | |
|----------------|----------------|-----------------|
| NİKARAGUA | 70 | 583 |
| FİLİPİNLER | 1909 | 9181 |
| PORTEKİZ | 16 | 94 |
| RUSYA | 23 | 85 |
| TAYLAND | 0.3 | 1.8 |
| A.B.D. | 2228 | 15470 |
| TÜRKİYE | 81 | 119.73 |
| Diğer Ülkeler | 12.89 | 55.55 |
| TOPLAM | 7974.06 | 49261.45 |

(Huttrer, G.W. 2000). (Not:Türkiye verileri 2003 yılı ile güncellenmiştir)

b) Konutlarda Isıtma Amaçlı Kullanımlar: Kentsel yerleşmelerdeki binaları merkezi sistemle ısıtma ve sıcak su kullanma suyu olarak kullanımı mevcuttur. Avrupa’da 3 milyon konut, A.B.D.’de ise 7 milyon konut jeotermal ile ısıtılmasıdır. Ülkemizde ilk ısıtma amaçlı kullanım 1964 yılında Gönen’de bir otelde gerçekleşmiştir. Türkiye’de 500 bin konutun ısıtılması planlanmış iken. (DPT Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Jeotermal Raporu) jeotermal kaynaklar ile ısıtılacak yerleşim birimi potansiyeli 825 bin konuttur. İzmir’de 200.000 konut, Denizli’de 90.000 konut, Bursa’da 75.000 konut, Aydın’da 50. 000 konut, Manisa-Turgutlu’da 46. 000 konut, Bolu ve civarında 38. 000 konut, Kütahya ve civarında 37. 000 konut, Nazilli (Aydın) ’da 30. 000 konut, Çanakkale ve civarında 30. 000 konut, Afyon’da 25. 000 konut, Manisa-Salihli’de 24. 000 konut,

Aliağa İzmir’de 15. 000 konut, Dikili Bergama İzmir’de 15. 000 konut, Erzurum’da 10. 000 konut, Kırşehir’de 10. 000 konut, Akyazı Kuzuluk Sakarya’da 12. 000 konut, diğer küçük yerlerde 67. 000 konut ısıtma amacıyla kullanıma uygun niteliklidir.

Konut ısıtması esnasında oldukça fazla sorunla karşılaşmaktadır. Merkezi sistem jeotermal ısıtmada halk bilinçlendirmelidir (Şengüler 2001, s.204).

c) Sanayide Girdi Olarak Kullanım: Sanayide hammadde olarak kullanılabilir. Çünkü sıcak su girdisi için ekstra elektrik sarfiyatını önlemesi, üretimde zaman kaybını önlemesi (ısıtma için bekleme zamanı), üretim maliyetini düşürmesi, daha az iş gücü ve emek harcanması gibi doğrudan kullanımı mevcuttur. Sıcak su buharının ve gayzerlerin oluşturduğu 10 barın üstü basınç değerleri sanayi alanındaki kullanıma uygun şartlar oluşturmaktadır (Pruess K,1995, p.1673-1680).

d) Sanayide Yeni Ürün Elde Etme Amaçlı Kullanım: En sık kullanım kuru buz üretimi şeklindedir. Örneğin ülkemizde 40 bin ton/yıl kuru buz üretim tesisi ile 60 bin m²’lik jeotermal ısıtmalı sera vardır (Ejder, T., 1990) Ayrıca Amonyak absorpsiyonu ile soğutma, ağır su (Döteryum (hidrojen ve hidrojenin tek nötronlu izotop)-D₂O) ve Hidrojen Sülfid eldesi, Bayer’s yöntemiyle alüminyum ve diğer kimyasalların eldesi, çeşitli nitelikte tuzların elde edilmesi yapılabilmektedir.

e) Kurutma Amaçlı Kullanımlar: Diatomitlerin kurutulması, organik maddelerin kurutulması, yosun, balık, sebze vb. yiyeceklerin kurutulması, konservecilik ve çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması, orman ürünleri ve kerestecilikte kurutma, çimento kurutulması, koyun ve keçi kılını, yününü yıkanması ve kurutulması gibi alanlarda kullanımı mevcuttur.

Jeotermal enerji ile su yosunlarının (İzlanda’da) ve çeşitli meyvelerin kurutulması, konserve fabrikalarında sterilizasyon işlerinde, mobilya ahşabı, inşaat kerestelerinin kurutulması şeklinde kullanımlar yaygındır (Karabulut, 1999, s.137).

f) Hayvancılık Alanında Kullanımlar: Küçükbaş hayvanların özellikle tavuk çiftliklerindeki kullanımlar, ahırlardaki kullanımlar önemli yaklaşımlardır. Balık çiftliklerindeki yaygın kullanımları da mevcuttur. Jeotermal kaynakların %13 ü balık çiftliklerinde kullanılmaktadır (Fridleifsson, 2000). Balina terapisinde de kullanılmaktadır (Ejder, 1990 s.39, Oncul,1989, s.11).

g) Zirai Amaçlı Kullanımlar: Seraların ısıtılması ile turfanda sebzeçilik, meyvecilik, çiçekçilik alanlarında jeotermal kullanımı yapılmaktadır. Dünyadaki yaklaşık 13.000MWt karşılığı

jeotermal enerji bu amaçla kullanılmaktadır. Seraların ısıtılması şeklindeki kullanım ise oldukça önemlidir (Gökdağı, 1997, s.207).

h) Alan Isıtma Amaçlı Kullanımlar: Toprak, cadde, karayolu, hava alanı pistlerinin ısıtılmasında, spor sahalarının ısıtılması, buzlanma önleme, karları eritme amaçlı yararlanmalar yapılmaktadır. Örneğin İsveç'te sıcaklık değerlerinin düşük olması nedeniyle Wättern Gölü kıyısındaki, Gotland'taki Siljans Bölgesi ve Klintehamn daki jeotermal kaynaklarından alan ısıtmasında kullanımlar oldukça önemlidir (Rode Hans, 1989).

ı) Rekreasyon Amaçlı Kullanımlar: Yüzme havuzlarından turizm amaçlı kullanımlar, jeotermal kaynakların oluşturduğu alanlarda peyzaj tasarımı ve cazibesıyla çekiciliğin oluşturduğu yarar sağlamalar önemlidir.

i) Sağlık Amaçlı Kullanımlar: Kaplıca tesisleri, içerdiği mineraller ile fizik tedavi merkezleri olarak değerlendirilerek, insanlığın hizmetinde önemli bir yer üslenmiştir. Tarihi süreçte ve günümüzde içerdikleri kimyasal tuzlar ve sıcaklıklar nedeniyle sağlık için şifa kaynağı olmuşturlar. Bu tür kullanım ülkemizde en yaygın nitelikli kullanım alanını oluşturur.

5. EKOLOJİK ZARAR ANALİZLERİ

a) Asit Yağışlara Yol Açması: Jeotermal kaynaklar beraberinde çıkardığı kükürt oksitler nedeniyle asit yağışları oluşturabilmektedir.

Atmosferin üst katmanında birikip asit yağış olarak yeryüzüne inmesi olgusu gerçekleşmektedir. Ayrıca cisimler üzerinde biriken kükürt oksitler üzerine yağın çığ, kırağı, kırç nitelikli yağışlar ile etkileşime girerek asit yağışları oluşturmaktadır. Ancak bu nitelikli asit yağışlar oldukça düşüktür. Kömürdeki kükürt oksit emisyonları 5.44 kg/MWh, petroldeki 4.99 kg/MWh iken jeotermal kaynakların emisyonu 0.16 kg/MWh'dır (Mark E. H, 1991).

b) Hava Kirliliğine Yol Açması: Jeotermal kökenli su buharının muhtevastaki CO₂ in açığa çıkarak hava kirliliğine yol açtığı görülmektedir. Ancak kirliliğe yol açan emisyon değeri fosil yakıtlardan 1000-2000 kat daha düşüktür. Ancak çeşitli NO_x, SO₂ (0,16 5.44kg/MWh, kömürde 5.44kg/MWh, petrolde 5.44kg/MWh), 4.99 kg/MWh ile % 0.15 H₂SO₄ hava kirliliğine yol açan unsur içermektedir (Mark E. H, 1991).

c) Koku Kirliliğine Yol Açması: Jeotermal kaynakların özellikle gayzerlerin % 0.15'ini Hidrojen Sülfid gazı oluşturur. Jeotermal yeraltı suları yeryüzüne çıktığında basınç düşmesi ve sıcaklık azalmasına bağlı olarak serbest kalır. Bu gazın oluşturduğu koku kirliliği görülmektedir. Birçok jeotermal kaynaklar civarında hissedilen Hidrojen Sülfid gazının neden olduğu çürük yumurta kokusu çevre kirliliğine yol açmaktadır.

d) Su Kirliliğine Yol Açması: Jeotermal sular ısısının getirdiği avantaj ile magmatik kökenli kayaları ve derinlik kayalarını eritip aşındırmaktadırlar. Bünyesine bu kayaların mineral ve tuzluluk özelliklerini süspansiyon halinde alırlar. Yeryüzüne çıktıklarında yüzeysel akış sularıyla karışarak bu suların fiziksel, kimyasal, biyolojik yapılarını bozmaktadırlar. Örneğin Simav jeotermal alanındaki jeotermal suların muhtevası şu şekildedir.

Tablo 2. Simav Örneğinde Jeotermal Suların Kimyasal Analizi (Konsantrasyonlar ppm cinsindedir)

| SONDAJ | SICAK | NA | K | CA | MG | B | SiO2 | HCO3 | CO3 | SO4 | CL | F |
|--------|----------|-----|----|----|-----|-----|------|------|-----|-----|----|----|
| E1 | 142,5°C | 458 | 48 | 6 | 0,0 | 4,5 | 200 | 326 | 150 | 417 | 69 | 0 |
| E2 | 158°C | 470 | 51 | 6 | 0,0 | 4,3 | 50 | 628 | 60 | 416 | 72 | 12 |
| E3 | 149°C | 500 | 48 | 20 | 3,4 | 5,9 | 46 | 860 | 0 | 433 | 76 | 13 |
| EJ1 | 162,47°C | 530 | 57 | 16 | 4,8 | 8,4 | 115 | 24 | 300 | 471 | 85 | 18 |
| Ç1 | 105,1°C | 315 | 35 | 49 | 2,7 | 3,9 | 56 | 610 | 0 | 300 | 52 | 8 |

(Örme 1991)

Jeotermal sular dahil oldukları suların kimyasal yapılarını değiştirmekle kalmayıp; bu suların sıcaklık değerlerini de değiştirmesi farklı sonuçları beraberinde getirmektedir. Sıcaklığı artan su kütlelerinde fito ve zooplankton, alg ve çeşitli bakteri, koliform, akuatik bitkilerin artımı

görülmektedir. Ayrıca jeotermal sular göllerde oluşan ötrofikasyonda katalizör görevi yapmaktadırlar.

e) Toprak Kirliliği Ve Erozyona Yol Açması: Yeraltından büyük miktarda su çekilmesi sonucunda yüzeydeki litosfer katmanı aşağıya doğru batma eğilimine girmektedir. Bunun sonucunda çökmeler görülebilmektedir. Mineral tuzları bakımından zengin olan bu sular, yeryüzüne çıktığında toprakların tuzlanmasına da neden olmaktadır. Ayrıca toprağın ısısının yükselmesinden dolayı aşındırma ve taşıma faaliyetleri daha fazla olmaktadır.

f) Canlı Yaşamını Tehdit Etmesi: Yüzeğe çıktığında aşırı sıcaklığı nedeniyle mikrobiyolojik canlıların, toprak içindeki azot bakterisi vb. nitelikli mikroskobik canlıların, küçük yapılu canlıların, karınca ve böcek türlerinin yaşama habitatlarını daralmaktadırlar. Jeotermal suları içme suyu olarak tüketen hayvanların biyolojik yapıları içerdiği kimyasal tuzlardan olumsuz etkilenmektedir.

Ayrıca yüksek sıcaklık içeren jeotermal kaynaklardan oluşan su buharları ve bitki yapraklarının zarar görmesine yol açmaktadır. Jeotermal suların yüzeysel akışa geçtiği arazilerde bitki köklerinin yanmasının bir sonucu olarak bitkiye rastlamak mümkün olamamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genel olarak dünya enerji tüketimi her 10 yılda 2 kat artmaktadır (Anon, 1994). Türkiye'nin enerji açığına bakıldığında ise her yıl bir önceki yıla göre % 8 daha fazla yatırım yapılması gerekmektedir (TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi 1995, s 53). Türkiye'de ekonomik kayıplara neden olan ve her geçen gün artan enerji ithal yükünün azaltılması da gerekmektedir. Enerji ve çevre sorununa sürdürülebilirlik ilkesi ile yaklaşılması açısından, yenilenebilir enerji kaynakları, yeni bir atılımla ulusal enterkonnekte sisteme entegre edilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın temeli ise çevreyi kirlilemeden gerçekleşenidir (İlgar 2003, s.60). Bu durum karşısında doğaya en saygılı yenilenebilir nitelikli alternatif enerji kaynaklarından biri jeotermal enerjidir. Ancak bu enerjinin kullanımında yukarıda değinilen olumsuz özelliklerinin ve ekolojik yaklaşımlarının dikkate alınması gerekmektedir.

Dünyadaki jeotermal rezervuar potansiyeli ise dünya geneline yayılmamıştır. Şekil 1'de de görüldüğü gibi bu olanaklar kısıtlı olup belli ülkelerde toplanmıştır. Şekil 2'de görüldüğü gibi ülkemiz jeotermal kaynaklar açısından oldukça zengindir. Türkiye de jeotermal enerji özellikle

ısıtma ve sağlık için kullanımı ön plana çıkmaktadır. Oysa dünya genelindeki kullanımı üçüncü bölümde değinildiği gibi oldukça çeşitlidir. Türkiye olarak bu yaygın kullanımı ülkemiz yararına sunmamamız için hiçbir neden bulunmamaktadır. Ekolojik tahribatı göz önüne alınarak jeotermal potansiyelin en rantabl bir şekilde kullanımına geçirilmesi ülkemize büyük yarar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Anon (2002) Enerji Bakanlığı (1999) Sayısal Verileri, Ankara
- Anon (1994) Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi 1993 Enerji Raporu, 1994, Ankara
- Ejder T., (1990) Jeotermal Kaynaklardan Elektrik Üretimi, Bilim ve Teknik Dergisi (BTD), sayı 273, TÜBİTAK Yayınları, Ankara
- Fridleifsson I.B., (2000) Geothermal Energy for Benfit of People Worldwide WGC-2000 Kazuno Geo-Friendship Forum, Japan
- Gökdağ İ. , (1997) Çevrenin Geleceği, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara
- Greenpeace (1997) Enerji Yol Ayrımında Türkiye, Greenpeace-Mediterranean, Temmuz, İstanbul
- Hans, R., (1989). Statens Energiverk, El-Och Värmeproduction,Sweden, ISBN 91-38-12325-8
<http://members.lycos.co.uk/ilgar/>, erişim tarihi 13.02.2002
- Huttrer G.W., (2000) The Status of World Geothermal Power Generation 1995-2000, WGC Textbook, Japonya
- Ilgar R., (2003) Ekolojik Yaklaşımla Jeotermal Kaynaklar, I.Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, Pamukkale Üniversitesi, Bildiri Özetleri, Denizli
- Karabulut Y., (1999) Enerji Kaynakları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara
- Lund, J.W., Freeston D.H., (2000) Worldwide Direct Uses of Geothermal Energy, Proceedings of the World Geothermal Congress (WGC) 2000 Textbook, Japonya
- Mark E. H., (1991) Alternative Energy, Prompt Publications, ISBN 0-7906-1079-5, USA
- Okul A., (2001) Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemleri, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aralık 2001, Ankara
- Örme, (1991) Jeotermal, Simav'da Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi Yatırımı Teknik ve Ekonomik Fizibilite Raporu, Ekim, Ankara
- Pruess, K., (1995) Numerical Simulation of Water injection into Vapor-Dominated Reservoirs. Proceedings, World Geothermal Congress international Geothermal Association, May, pp. 1673-1680, CA
- Şengüler, (2001) Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Makine Mühendisleri Odası Sempozyumu ve Sergisi, Ekim 2001, Kayseri
- Tatsumi, Y. and Eggins S., (1995) Subduction Zone Magmatism, 211 pp., Blackwell, Cambridge,England
- TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi (1995) Türkiye'nin Enerji Sorunu ve Nükleer Enerji, Mart, Ankara.