

## TÜRKİYEDE UYGULAMADA OLAN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN BİRİ; JEOTERMAL ENERJİ

Dr. ALİ KOÇAK  
Jeoloji Yük. Müh.  
MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Dairesi

### ÖZET

*Büyük bir enerji darboğazında olan Türkiye de artık dünyada olduğu gibi alternatif enerji kaynakları arayışı içine girmiştir. Fosil yakıtların giderek azalan rezervleri nedeniyle alternatif enerji kaynaklarından yeni ve yenilenebilir olanlar ayrı bir önem kazanmaya başlamışlardır. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de önemli ölçüde kullanılır duruma gelmiştir.*

*Jeotermal enerji aynı zamanda temiz bir enerji kaynağı olup, uygun teknolojilerin kullanılması halinde kirlenici etkisi sıfır olan bir enerji kaynağıdır.*

*1962 li yıllarda envanter çalışmaları ile başlatılan aramalar zaman içerisinde geliştirilerek önemli ölçüde enerji kaynağı oluşturan bir sonuca ulaşmıştır. Bugün MTA Genel Müdürlüğünce sıcaklığı 40°C nin üzerinde olan 140 adet sahanın varlığı keşfedilmiştir. Bu sahalardan yaklaşık 124 ında toplam 118795.85 m. yapılan 301 adet sondajla elde edilen akışkanın ısıtmaya baz oluşturacak kullanılır potansiyeli Eylül 1999 itibaiyle 1985.06 MWt dir.*

*MTA Genel Müdürlüğünün yapmış olduğu çalışmalarla keşfedilmiş olan Denizli-Kızıldere sahasında 20.4 MWe gücünde bir santral jeotermal akışkandan elektrik üretmektedir. Bunun yanında ilave altı sahada daha yeni teknolojilerle elektrik üretebilecek jeotermal akışkan varlığı bilinmektedir. Kızıldere sahasında 40 000 ton/yıl kapasiteli bir CO<sub>2</sub> fabrikası 1986 danberi kurubuz üretimi yapmaktadır. Yine aynı yıl Balıkesir-Gönen de jeotermal akışkanla şehir ısıtmacılığı başlatılarak ısıtılan konut sayısı Nisan1999 itibarıyla 50 000 konut eşdeğerine ulaşmıştır.*

*Yukarıda sözü edilen jeotermal potansiyelin yıllık kömür eşdeğeri 3 738 662\* ton /yıl, petrol eşdeğeri ise 1 495 465\*\* ton/yıl dir. Buna çevresel etki değerlendirmedeki katkı payı ve öz kaynak oluşunu da dahil ederse değeri birkaç kat daha artmış olacaktır.*

\* 1 kg kömür 4000 kcal kabul edilmiştir

\*\* 1 kg petrol 10000 kcal kabul edilmiştir

## TANIM

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcaqsu ve buhar olarak tanımlanabilir.

Ayrıca bazı alanlarda bulunan "sıcak kuru kayalar" da akışkan içermemesine rağmen, jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilirler.

Jeotermal akışkanı oluşturan sular meteorik kökenli olduklarından, yeraltındaki haznelere sürekli beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. Bu nedenle pratikte, beslenmenin üzerinde kullanım olmadıkça jeotermal kaynakların tükenmesi söz konusu değildir.

### Sınıflandırılması:

Ülkelere ve kökenlerine göre değişik sınıflandırmalar olmasına rağmen jeotermal enerji, sıcaklık içeriğine göre kabaca üç gruba ayrılır (Koçak, 1994).

1. Düşük Entalpili Sahalar (20-70°C sıcaklık)
2. Orta " " (70-150°C " )
3. Yüksek " " (150°C den yüksek )

## KULLANIM ALANLARI

Yakın geçmişe kadar sağlık ve yiyecekleri pişirme amacıyla yararlanılan jeotermal kaynakların kullanım alanları, gelişen teknolojiye bağlı olarak, günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Bunların başında elektrik üretimi, ısıtıcılık ve endüstrideki çeşitli kullanımlar gelmektedir.

Düşük ve orta entalpili sahalar bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtıcılık olmak üzere, endüstride, kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır.

Ancak orta entalpili sahalarındaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

Yüksek entalpili sahalarından elde edilen akışkan ise elektrik üretiminin yanısıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir.

Ülkemizde bu kaynağın tarihsel dönemlerden beri yaygın olan diğer bir kullanım şekli ise sağlık amaçlı banyolardır. Hemen hemen tüm kaynaklar, ilkel yöntemlerle

kullanılanların yanısıra en gelişmiş fiziksel tedavi yöntemlerini uygulayan kaplıcalar (Balçova) olmak üzere etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

MTA Genel Müdürlüğü 1962 yılındanberi bu kaynakları arama yönündeki çalışmalarını sürdürmekte olup, yaklaşık 124 sahada toplam derinliği 118795.85 m. olan 301 adet lokasyonda sondaj yapmıştır. Yaptığı arama çalışmaları sonucunda Denizli-Kızılderede buharla çalışan bir santral kurulmuş ve elektrik üretmektedir. Ayrıca diğer birçok yerleşim merkezi MTA'nın jeotermal sahalardaki potansiyel artırma çalışmaları sonucu jeotermal kaynakla ısıtılmaktadır.

Fosil yakıtların yarattığı gibi çevreyi kirletici boyutta atıkları olmadığından, jeotermal enerji çevre dostu bir enerji türüdür. Ancak jeotermal akışkanın, içerdiği bor yüzünden tarımsal sulamaya uygun olmadığı, yapısındaki CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S gibi sakıncalı bazı gazların açığa çıktığı bilindiğinden, jeotermal enerji uygulamalarında bazı teknolojik önlemlerin alınması gerekmektedir. Hem rezervuar parametrelerinin korunması ve hem de jeotermal suyun çevreye zarar vermesinin önlenmesi için, tüm dünyada uygulanmakta olan re-enjeksiyon (akışkanı yer altına geri verme) çalışmaları yapılmalıdır. Bu durumda jeotermal enerji, çevreyi kirletmediği gibi petrol, doğal gaz ve kömür yerine kullanıldığı için döviz tasarrufu da sağlamaktadır. Fosil enerji kaynaklarının tükenir nitelikte oluşu ve yarattıkları çevre sorunları, alternatif enerji kaynaklarının devreye sokulmasını zorunlu kılmaktadır. Alternatif enerji kaynaklarından Ülkemiz için en önemli olanı kuşkusuz Jeotermal Enerji'dir. Dünyada gelişen yeni yöntem ve teknolojilerin ülkemizde de uygulanmasıyla başlangıçta karşılaşılan birçok sorunun çözülmesi yatırım maliyetlerini ucuzlatmış, temiz, çevre dostu ve entegre kullanım olanağı sunan jeotermal enerjiyi konvansiyonel enerji kaynakları karşısında alternatif bir enerji konumuna getirmiştir. Bu enerji; elektrik, ısı, endüstriyel ve kimyasal madde eldesi alanlarında kullanılmakta ve elde edilen üretimin tamamı tüketilmektedir.

## TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ ARAMALARI

Jeotermal enerji açısından zengin ülkeler arasında yer alan ülkemizde 1962 yılından bu yana MTA Genel Müdürlüğü'nce sürdürülen sistematik ve programlı araştırmalar sıcaqsu kaynaklarının envanter çalışmaları ile başlamıştır. Daha sonra uygun sahalarda gerçekleştirilen ayrıntılı etütlerle sıcaklığı 40°C üzerinde jeotermal akışkan içeren 140 adet sahanın varlığı ortaya konmuştur.

Günümüze kadar uygulanan jeotermal enerji arama projelerinde gerçekleştirilen çalışmalara göre Ülkemizde dünya standartlarına uygun olarak;

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

- a. Düşük Sıcaklıklı Sahalar (20-70° C)
- b. Orta Sıcaklıklı Sahalar (70-150° C)
- c. Yüksek Sıcaklıklı Sahalar (> 150° C) olduğu belirlenmiştir.

Yüzey sıcaklığı 40°C nin üzerinde olan 140 adet jeotermal sahanın 132 tanesi merkezi ısıtmaya, sera ısıtmasına, endüstriyel proses ısı kullanımına ve kaplıca kullanımına uygundur. Diğer 8 jeotermal sahanın ise teknik olarak yeni teknolojilerinde kullanılması ile elektrik üretimine uygun olduğu tesbit edilmiştir. Bu sahalarda elektrik üretimine entegre olarak merkezi ısıtma vb. jeotermal uygulamalarda gerçekleştirilebilir.

## **TÜRKİYE’NİN JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ**

Ülkemiz jeotermal enerji potansiyeli açısından dünyadaki zengin ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiyede toplam 1000 dolayında sıcak ve mineralli su kaynağı ve jeotermal akışkan çıkan kuyu noktası vardır. Bilinen jeotermal alanların %95’i ısıtmaya uygundur. Türkiye’de az sayıda da olsa yüksek entalpili jeotermal alanlar da keşfedilmiştir. Ancak ülkemizde jeotermale dayalı elektrik üretimi düşük seviyede kalmıştır. Halen 20.4 MWe brüt kurulu güce sahip (242 °C rezervuar sıcaklığı olan) Denizli-Kızıldere santrali günümüzde zaman zaman 15 MWe çıkmasına rağmen net ortalama 12 MWe elektrik üretmektedir. Aydın-Germencik’te (232°C rezervuar sıcaklığına sahip) ise aşamalı olarak yaklaşık 100 MWe gücüne ulaşacak taşınabilir üniteler için Yap-İşlet modeline göre işlemler sürdürülmektedir. Balneolojik amaçlı kullanımlar için sıcaklık alt sınırı 20°C olarak kabul edilmekte olup 600 kaynak grubuyla ülkemiz Avrupa’da birinci sırayı almaktadır. Isı enerjisi olarak yararlanma için 35°C sınırı kabul edildiğinde ise karşımıza 140 adet jeotermal alan çıkmaktadır. Sadece kaynakların boşalmaları değerlendirildiğinde potansiyel 600 MWt civarındadır. MTA Genel Müdürlüğünün 35 yıllık süre içerisinde açtığı toplam 118795.85 m. derinliğindeki 301 kadar jeotermal amaçlı sondaj ile bu potansiyele yaklaşık 1985.06 MWt katkı sağlanmıştır. Türkiye’nin görünür termal kapasitesi ise 2585.06 MWt civarındadır. Yukarıda verilen değerler, ülkede bulunan 600’ den fazla kaynak çıkışının, sadece 124’ünün yer aldığı alanlarda yapılan sondajlardan ve kaynaklardan elde edilen değer olup, potansiyel oluşturan diğer alanlarda da sondajlar yapılması halinde, bu potansiyelin önemli ölçüde artacağı beklenmektedir.

## **KONVANSİYONEL ENERJİ KAYNAKLARI İLE EKONOMİK KARŞILAŞTIRMA**

Yukarıda sözü edilen potansiyel değerler gözönüne alındığında jeotermal

potansiyelin yıllık kömür eşdeğeri 3 738 662\* ton /yıl, petrol eşdeğeri ise 1 495 465\*\* ton/yıl dır. Bunun bugünün değeri ile (petrolün tonunu 80 000 000 TL olarak) parasal karşılığı ise 19 637 184 128 000 dir. Buna çevresel etki değerlendirmedeki katkı payı ve öz kaynak oluşunu da dahil edersek değeri birkaç kat daha artmış olacaktır. Yukarıdaki bölümlerde açıklandığı gibi fosil enerji kaynaklarına göre çevreyi yok denecek kadar az kirlletmesi nedeniyle ekonomik katkı sağlamasının yanında, öz kaynak olması nedeniyle dışa bağımlılığı olmayacak ve herhangi bir döviz ödemesi yapılmayacaktır.

## TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMA ALANLARI

Ülkemizde Jeotermal Enerjiden elektrik üretimi, konut ısıtması, sera ısıtması, endüstriyel uygulamalar, termal turizm ve balneolojik uygulamalarda yararlanılmaktadır.

Türkiye Dünyada kurulu jeotermal elektrik santrali içinde 20.4 MW<sup>Elektrik</sup> kapasitesi ile 14. sırada yer almaktadır. Ancak bu santral 12 MWe elektrik kapasite ile çalıştırılmaktadır. Ülkedeki elektrik üretimine uygun alanların geliştirilmesi ile bu potansiyelin 350 MWe ulaşacağı umulmaktadır (MTA).

Halen Türkiye'de 350 MWt jeotermal ptansiyel 50.000 konut eşdeğeri ısıtmada, 285 MWt potansiyel ise kaplıca amaçlı kullanımda ve 200.000 m<sup>2</sup> sera ısıtmasında kullanılmaktadır(ORME Jeotermal).

Türkiye'de merkezi olarak jeotermal enerji ile ısıtılan yerler: Gönen (3000 konut), Simav(2700 konut), Kırşehir(1800 konut), Kızılcahamam (2000 konut), Balçova (6500 konut), Narlıdere(700 konut), Afyon (4000 konut ), Sandıklı(1000 konut ), Kozaklı'dır (1000 konut ). Sıralanan bu sistemlere yeni konut eklenmesi sürmektedir.

## JEOTERMAL ENERJİNİN GELECEĞİ VE YAPILMASI GEREKEN ÇALIŞMALAR

Bu güne kadar yapılan jeotermal enerji aramaları sonucunda çok sayıda saha bulunmasına karşılık bu sahalarda potansiyel belirleyecek ve optimum kullanıma yönelik görüşler oluşturabilecek çalışmalar henüz yapılamamıştır. Jeotermal enerji kaynağı bir maden veya kömür gibi boyutları belli olan ve tesbit edilen, rezervi işletildikten sonra bitirilen bir kaynak olmadığı için, keşfi yapıldıktan sonra daha derinlerde ve gelişen teknolojiye uygun olan potansiyeli artırılabilir bir kaynaktır. Ancak bugün için Batı

\* 1 kg kömür 4000 kcal kabul edilmiştir

\*\* 1 kg petrol 10000 kcal kabul edilmiştir

Anadolu, Orta ve Doğu Anadolu da keşfedilmiş olan alanların geliştirilmesi yapılarak potansiyel belirleme çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir. Birçok sahada sadece kaynağın varlığının tesbit edilip bırakılmış olması nedeniyle potansiyel belirleme çalışmaları yapılamamış olup, her geçen gün artan bir şekilde kaynağın rezervinin ne olduğu sorularıyla karşılaşmaktadır. Potansiyeli belirsiz alanlara yatırım ise yatırımcıyı ürkütmede ve/veya yanlış yönlendirilmesine neden olmaktadır. Keşfedilmiş olan ve yatırım bekleyen birçok sahanın potansiyelini belirleme çalışması öncelikli olarak yapılmalıdır. Öte yandan Ülkemizde birçok yerde jeotermal enerji kullanımı için büyük yatırımlara başlanmış ve bazılarında işletmeye geçilmiş olmakla beraber söz konusu sahaların birçoğunda işletilebilir potansiyeller henüz belirlenmemiş ve riskli yatırımlara girilmiştir. MTA Genel Müdürlüğü elektrik üretimine uygun 8 sahanın dışında merkezi sistem ısıtma yapılabilirliği olan önemli 42 saha ve bu sahalarda yatırımlardan önce ön fizibilite aşamasına kadar yapılması mutlak gerekli çalışmaları belirlemiştir. Bu çalışmalar:

- a. Geliştirme Çalışmaları
- b. Potansiyel Belirleme Çalışmaları
- c. Sondajlı Çalışmalar
- d. Yeni Sahaların Keşfedilmesi
- e. Kızgın Kuru Kaya Araştırma Çalışmalarıdır.

## **İDARİ, MALİ , TEKNİK SORUNLAR VE ÖNERİLER**

Jeotermal enerjiden ekonomik olarak yararlanabilmenin temel koşulu yatırıma başlanmadan önce sahanın işletilebilir potansiyelinin belirlenmesidir. Ancak bu şekilde yatırımın riski en aza indirilebilir. Ancak ülkemizde henüz arama safhasında olan sahalarda bile büyük yatırımlara girilmekte, bazı sahalarda ise bir yandan ısıtma sistemleri kurulurken diğer yandan da arama faaliyetlerine devam edilmesi istenmektedir. Aceleci davranan ve yanlış yönlendirilen yatırımcılar arama faaliyetleri için gereken maliyetleri genelde gereksiz harcamalar olarak görmekte ve yatırımlarını farkında olmadan büyük risklerle karşı karşıya bırakmaktadırlar. Bazı il ve ilçelerde özellikle konut ısıtmaya yönelik tesislerin kurulması, bu uygulamanın sayıca giderek artması, jeotermal kaynaklar konusundaki yasal yetersizliği ve boşluğu da gündeme getirmiştir. Jeotermal enerji kaynağı, ülkemizde bulunan Maden, Petrol ve Yeraltı suları yasalarından hiçbirine uymayan özellikler göstermektedir. Yenilenebilir olması nedeniyle maden ve petrol, enerji içermesi ve yeraltı sularına göre derinlerden gelmesi ve diğer birçok nedenden dolayı yeraltı suları yasalarına uymamaktadır. Yasanın olmaması nedeniyle bazı uygulamalar Turizm Bakanlığı'nın çıkardığı yönetmelik çerçevesinde yürütülmektedir. Yine Kültür Bakanlığı

Tabiat Tarihi ve Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu da bu uygulamalarda söz sahibidir. Buna karşılık yaptığı çalışmalarla ülkemizdeki jeotermal enerji potansiyelini ortaya koyan MTA ise bu uygulamalara ilişkin görüş oluşturan kurum konumundadır. Hazırlanmış bulunan Jeotermal Enerji Yasa Tasarısının yasallaşması halinde MTA Genel Müdürlüğünün aramacılık faaliyetlerindeki sıkıntıları ortadan kalkacaktır. Bugün, ülkemizde yaygın olarak bulunan bu enerji kaynağı henüz tam anlamıyla optimum bir şekilde kullanılmamaktadır. Bilindiği gibi jeotermal enerji içerdiği ısı miktarına göre entegre olarak kullanılabilir. Ancak ülkemizde bu kullanım henüz uygulanmamakta ve bir anlamda kaynak israfı yapılmaktadır. Yasa ile, belirli düzenlemeler getirildiği takdirde hem kaynakların kullanımında tasarrufa gidilecek hem de birçok uluslararası şirketin de katılımıyla yatırımlar yolu açılacaktır. Türkiye’de bulunan jeotermal sahalarda açılmış olan araştırma-arama sondajlarındaki başarı oranı % 95 civarında olup, dünya ortalamasının çok üzerindedir. Ancak jeotermal sahalarda açılan 301 civarındaki sondaj sayısı gözönünde bulundurulduğunda bu sayının çok yetersiz olduğu görülmektedir. Bu durum potansiyel kavramını doğrudan etkilemektedir. Çünkü bir sahada potansiyelin ortaya konulabilmesi, rezervuar parametrelerinin bilinmesiyle, bu ise o sahada yeterli sayıda sondaj yapılmasıyla mümkündür. 124 sahada açılan 301 civarındaki sondaj sayısına göre yapılan oranlamaya göre saha başına 2 sondaj düşmekte, her saha ortalama 2 sondajla temsil edilmektedir. Jeotermal enerji potansiyeli ise bu sondajlardan elde edilen verilere göre hesaplanmaktadır. Gerek yüzey etütleri, gerekse jeofizik etütler konusunda sıkıntı bulunmamakla birlikte sondajlı çalışmalar için aynı şeyi söylemek mümkün olmamaktadır. Bu sorunu aşmak için sondajlı çalışmalara yeterli kaynak ayrılmalıdır. Önceden de belirtildiği gibi bugüne kadar yapılan çalışmalarla ortaya konulan sahalarda öngörülen sondajlı çalışmaların yapılması halinde Ülkemizin sahip olduğu bu enerji kaynağının potansiyeli ortaya konulacak, sahalarn işletilebilir potansiyeli belirlenecek ve bu sahalarda yapılacak yatırım riski en aza indirilebilecektir.

Ülkemizde jeotermal enerji araştırmalarını yürüten tek kuruluş olan MTA Genel Müdürlüğü bu çalışmalarını sınırlı sayıdaki teknik elemanla sürdürmektedir. Son zamanlarda jeotermal enerji çalışmalarında görev yapan çok sayıda teknik elemanın emekli olması, yetişmiş bu elemanların yerine eleman alınmaması teknik eleman açığını artırmıştır. Öte yandan son yıllarda ücretli iş taleplerinde yoğun bir artış görülmekte, gelecekte de artan yoğunlukta devam edeceği anlaşılmaktadır. Bu durum teknik eleman açığı yönüyle olumsuzluk yarattığı gibi, MTA Genel Müdürlüğü’nün kendi projeleri aleyhine gelişmesi sonucunu da doğurmaktadır.

Jeotermal potansiyel açısından zengin olan ülkemizde her geçen gün artan enerji talebinin sağlanması ülke enerji açığının büyümesi riskinin önlenmesi için bu

potansiyeli değerlendirecek ulusal politikaların belirlenmesinde herkese sorumluluk düşmektedir.

Jeotermal kaynaklardan sorumlu kuruluşlar ile bu kaynakların kullanıcıları arasındaki hukuksal durumun düzenlenmesine ilişkin mevzuata acilen ihtiyaç vardır.

7. Beş Yıllık Kalkınma Planı ve diğer raporlarda, Türkiye'nin jeotermal potansiyelinin ağırlıklı olarak konut ısıtmasında ve buna entegre kaplıca maksatlı kullanımında değerlendirilmesi öngörülmüştür. Çünkü mevcut 140 adet jeotermal jeotermal saha merkezi ısıtmaya, endüstride proses ısısı olarak kullanıma ve buna entegre kaplıca maksatlı kullanıma uygundur. Ayrıca 8 sahamız elektrik üretimine teknik olarak uygundur. Jeotermal alanların kullanım imkanları belirlenerek entegre tesisler planlanması teşvik edilmelidir.

Jeotermal enerjiyle ilgili dünyadaki yeni gelişmelerin yakında izlenmesi, uzmanların bu konudaki bilgi birikiminin geliştirilmesine özen gösterilmesi, deneyim kazanmalarına ve sektörde tutulmalarına olanak tanınması, uluslararası kuruluşlar ile ortak projeler geliştirilmesi, gerekli patent (know-how) transferleri yapılması da üzerinde önemle durulması gereken konulardır.

## KAYNAKÇA

1. KOÇAK, A., 1994, Türkiye'de Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Kullanımı, Türkiye 6. Enerji Kongresi, Cilt 1, Sayfa 69-82.
2. MERTOĞLU, O., 1997, Geothermal District Heating Systems in Turkey. In Strategy of Geothermal Development in Agriculture in Europe at The end of 20. Century, ANKARA-TURKEY.
3. MTA Arşiv Raporları.