

jeotermal kaynakların önemi, jeoloji mühendisliği hizmetlerinin çalışmalardaki yeri

Dünya ülkelerinin giderek büyümeleri ve gelişmeleri enerji gereksinimini hızla arttırmış, ülkeler bir yandan alışılmış enerji kaynaklarını yerine alternatifler ararken, öte yandan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek bu kaynaklardan çok kapsamlı bir biçimde faydalanma yollarını araştırmaya ve kullanmaya başlamışlardır.

Geçtiğimiz 25 yıla bakıldığında Dünya enerji talebi ortalama olarak yılda %2 oranında artmış, önümüzdeki 25 yılda ise yılda ortalama olarak %1-2 oranında artış olacağı tahmin edilmektedir. Bu talebin 2007 yılından beri Dünya'da görülen global ekonomik krizin etkisi ile bir miktar düşebileceği öngörülse de; özellikle 1980'li yıllardan sonra Afganistan ve Irak'da askeri operasyonla başlatılan, 2010 yılından beri "Arap Baharı" adı altında Tunus, Mısır, Libya, Yemen ve Suriye ile devam eden, emperyal ülkelerin vahşi ve sınırsız tanımaz talan özgürlüğü ile enerji hammaddelerine el koyma stratejisine bakıldığında enerjiye olan talep bir miktar düşsede fiyatların yükseleceği tahmin edilmektedir.

Son beş yıldır dünyada yaşanan global ekonomik krize rağmen, birincil enerji fiyatlarının tümünde yüksek artışlar meydana gelmiştir. Enerji fiyatlarındaki yüksek artışlar ülkeleri enerji ithalatından uzaklaşmaya, buna karşın yerli üretimin artırılması politikalarına yönlendirmiş bulunmaktadır. Örneğin, 2007 yılında ABD'nin enerji tüketiminin %29'u ithalatla karşılanırken, 2009 yılında bu %24'e düşürülmüş, 2035 yılında ise %17'ye düşürüleceği öngörülmektedir. "ABD 'de enerjide yerli payının artışına seyl gazı ve biyoyakıtların yön vereceği

belirtilmekte hatta bu amaçla çeşitli petrol şirketlerin oluşturduğu bir konsorsiyumun, bu konuda Yüksek Lisans ve Doktora yapacak başarılı öğrencilere burs vererek destekleyeceklerini duyurmuşlardır."

ABD'de enerji tüketiminin yerli kaynaklardan karşılanmasına yönelik çabalar Avrupa Birliğinde de görülmektedir. Özellikle Almanya'da tüm nükleer santrallerin 2022 yılında kapatılması politikası, Almanya'nın yenilenebilir kaynaklardan karşılanacak enerji talebi hedefini her geçen gün arttırmaktadır.

Ülkemiz açısından ise; birincil enerji tüketiminde petrol ve doğalgaz payının %61'lere ulaştığı, toplam enerjide %74 (petrolde %93 ve doğal gazda ise %97) oranında dışa bağımlı olduğu, global ekonomik kriz nedeniyle enerji tüketiminde daralma olmasına rağmen 2010 yılında enerji ithalatına 38.4 milyar dolar, 2011 yılında ise 54.1 milyar dolar ödeme yapmıştır. Türkiye'nin enerji konusunda bir çok problemi olmasına rağmen, öne çıkan en önemli sorun dışa bağımlılıktır. Dışa bağımlı olan ülkemizde petrol ve doğal gaz aramalarında arzu edilen sonuçlara ulaşamaması, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ulusal bir enerji politikasının oluşturulması gereğini açık olarak ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle doğru işletildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarımızdan biri olan jeotermal enerjiye olan ilgi her geçen gün artmaktadır.

Önemli bir jeotermal kuşak üzerinde yeralan ülkemizin potansiyeli hakkında farklı görüşler bulunmakla birlikte, MTA tarafından 2011 yılı itibarıyla tespit edilen yaklaşık 200 adet jeotermal sahanın %6'sının elektrik, %39'unun konut ısıtması ve %55'nin ise kaplıca vb gibi diğer kullanımlar için uygun olduğu bilinmektedir.



Jeotermal enerjinin doğrudan kullanımına(kaplıcalar, bölgesel konut ısıtmacılığı, sera ısıtması, endüstriyel, tarımsal kurutma, jeotermal ısı pompası vb.) bakıldığında, 2010 yılı itibariyle 78 ülkede jeotermal enerjinin doğrudan kullanma kapasitesinin toplamı 50.583 MW_t'dir.Türkiye ilk on ülke arasında 2 084MW_t ile ABD, Çin, İsveç,Norveç,Almanya, Japonya'dan sonra yedinci sırada bulunmaktadır.Dünyada toplam 50 583MW_t jeotermal enerjinin doğrudan kullanım kapasitesinin uygulamalarına göre dağılımına bakıldığında; "jeotermal ısı pompaları 35 206 MW_t, yüzme havuzları/kaplıcalar 6 689 MW_t, bölgesel konut ısıtmacılığı 5 391 MW_t, sera ısıtması 1 544 MW_t, balık çiftlikleri 653 MW_t, endüstriyel kullanımlar 533 MW_t, soğutma/ kar eritme 483MW_t, tarımsal kurutma 127 MW_t ve 72 MW_t diğer kullanımlar" şeklinde sıralanmaktadır.

Ülkemizde jeotermal kaynakların doğrudan kullanımına bakıldığında, sera ısıtmasında ilk sırada,

bölgesel konut ısıtmacılığında ve kaplıca kullanımında ilk beş ülke arasında üçüncü sırada, balık çiftlikleri, tarımsal kurutma uygulamaları, endüstriyel kullanım soğutma/kar eritme gibi uygulamalarda yeterince iyi konumda olmadığı görülmektedir. Ayrıca jeotermal kaynakların doğrudan kullanımına bakıldığında; dünyada ilk sırada "jeotermal ısı pompası" uygulamaları yer alırken, ülkemizde bu uygulamanın oldukça az veya hiç olmayışı oldukça dikkat çekicidir.

Jeotermal kaynakların dünyada ki elektrik enerjisi üretiminde kullanımına bakıldığında," 2010 yılı verilerine göre, jeotermal santrallerin toplam kurulu gücünün 10.715 MW_e olduğu görülmekte olup, bunun büyük bir bölümü ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika, İtalya gibi ilk beş ülke tarafından üretilmektedir.Ülkemizin ise; 100 MW_ekurulu gücü bulunmakta olup, MTA tarafından 2011 yılı da dahil olmak üzere ihale edilen ve elektrik üretme kapasitesine sahip sahalar da dikkate alındığında,



önümüzdeki süreçte kapasitesinin 600 MW, çıkaracağı öngörülmektedir”

Yukarıda belirtilen veriler dikkate alındığında jeotermal kaynaklar, ülkemizin değeri yok sayılmayacak önemli bir yer altı kaynağıdır. Anayasa'da belirtildiği şekli ile kamunun malıdır ve Devlet'in hüküm ve tasarrufu altındadır. Statik maden kaynaklarından (metalik maden, mermer ve doğal taşlar, petrol gibi) farklı olarak sürekli ve dinamik özelliğinden dolayı çıkarılmasa da bulunduğu ortamda sürekli ısı yüklenmekte ve ısı yitirmektedir. Aynı şey ısıyı taşıyan akışkan içinde geçerlidir. İnsanlar bu kaynağı üretmese de sisteme yeni akışkan, su ve gaz katılması ve sistemden dışarıya akışkan göçü olmaktadır. Bu akışkanda bulunan çözülmüş mineral ve gazlar içinde aynıdır. Bu nedenle ekonomik olarak yapılabilirliği olan her türlü yolla bu kaynaktan yararlanılması, bunun ısı içeriğinin doğrudan ya da dönüştürülerek kullanılması kamu yararınaadır.

Doğru işletme öngörü ve teknolojileri kullanılarak işletildiğinde sürekli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olması, ülkemiz gibi jeotermal enerji açısından şanslı ülkeler için öz kaynak oluşturması, ucuz, temiz ve çevre dostu olması, sifra yakın emisyonu sebebiyet vermesi, konutlarda, tarımda, endüstride, sera ısıtmasında vb alanlarda çok amaçlı ısıtma uygulamaları için ideal şartlar sunması, yerel niteliği nedeniyle doğrudan ihracatının mümkün olmaması nedeniyle uluslararası konjüktür, krizler, savaşlar gibi faktörlerden etkilenmemesi, konutlarda kullanım rahatlığı gibi nedenlerle büyük avantajlar sunan

jeotermal kaynakların aranması, araştırılması, işletilmesi süreçlerinin doğru tanımlanması, kaynağın korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir üretimin sağlanması eksenasyonu, reenjeksiyonu gibi çalışmalar özel önem taşımaktadır. Bu amaçların hayata geçirilmesinde jeoloji mühendisliği hizmetleri temel faktör olup, bu faktörlerin yerine getirilmesi süreçlerinde de jeoloji mühendisliğinin farklı alanlarındaki uzmanlıklara ihtiyaç olduğu bilinmektedir.

Jeotermal kaynak elde edilebilirlik amacına yönelik teknik çalışmalarını bakıldığında bu çalışmaları, üç ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar, 1- Arama- araştırma, 2- İşletme, 3- İzleme, Kontrol ve Denetim süreçleri olarak tanımlanabilir. Bu aşama süreçlerinin tamamına bakıldığında jeoloji mühendisleri etkin görev alırlar. Bu süreçlere tek tek incelemek olursa;

1-Arama-Araştırma

Arama-araştırma; “Jeotermal sistemden akışkan elde etmek amacıyla jeolojik araştırmalarla başlatılan, hidrojeolojik, jeokimyasal ve jeofizik çalışmalarla desteklenen, yapılan tüm çalışmalara ait verilerin değerlendirilmesi sonucu belirlenen lokasyon veya lokasyonlarda amaç ve tekniğine uygun olarak jeolojik takiple açılan sondaj çalışmaları ile üretime yönelik test çalışmalarını da içeren faaliyetlerinin bütünü” olarak tanımlanmaktadır.

Arama ve araştırma süreçlerine bakıldığında, yukarıda belirtilen tanımlamaya uygun olarak aşağıda belirtilen çalışmaların;

- Uydu veya hava fotoğraflarının incelenmesi,
- Eldeki mevcut verilerin (jeolojik, hidrojeolojik, jeokimyasal v.b) derlenerek toplanması ve değerlendirilmesi,
- Havadan manyetik veya termal infrared ölçümler,
- Arama yapılacak bölgede yer alan litolojik birimlerin uygun ölçekte ayrıntılı jeolojik harita, kesit ve stratigrafisinin hazırlanması,
- Bölgenin tektonik yapısı ile arama yapılacak alanın yapısal jeoloji haritalarının hazırlanması (fay, kırık ve çatlak sisteminin tespit edilmesi, bunların birbirleriyle ve stratigrafik çökellerle olan ilişkilerinin ortaya konulması),
- Bölgede volkanizmanın bulunup bulunmadığı, varsa bunun dağılımı, yaşı, ürün gelişim dereceleri,
- Bölgede yer alan sıcak ve soğuk su kaynak ve akiferlerinin tespit edilmesi, hidrolojik, hidrojeolojik,

hidrojeokimyasal araştırmaların yapılarak rapor ve haritaların hazırlanması,

-Uygun lokasyonlardan alınan örnekler ile çatlak ve kırıklardan alınan dolgu örnekleri üzerinde jeokimyasal ve jeokronolojik incelemeler yapılması,

-Hidrotermal alterasyon zonlarının tespit edilmesi, alterasyonun yoğunluğu, yayılımı, şekli konularında inceleme, analiz, harita ve kesitlerin hazırlanması,

-Jeolojik bilgi ve veriler dikkate alınarak jeofizik çalışma yapılacak alan veya güzergahların belirlenmesi ve elde edilen sonuçların jeolojik verilerle denetirilmesi,

-Yapılan tüm inceleme araştırmalar sonucunda sondaj lokasyon veya lokasyonlarının belirlenmesi,

-Yapılacak sondajın planlanması, sondaj sırasında litolojik logun takibi, uygun derinliklerde numune alınması, alınan numuneler üzerinde inceleme yapılması ve verilerin toplanması,

-Sondajlar sırasında test ve ölçümlerin yapılması ve değerlendirilmesi,

ya da yapılarak sonucunda; tüm arama, araştırma ve sondaj verileri ile sondaj esnasında veya sonrasında yapılacak test ve izleme çalışmaları ile jeotermal sahanın üç boyutlu jeolojik, hidrojeolojik modelinin oluşturulması ve günün teknolojik imkanlarıyla işletilebilir muhtemel ve görünür rezerv miktarının ve özelliklerinin belirlenmesi gereklidir.

2-İşletme ve Geliştirme

İşletme; “arama ve araştırma sürecinde belirlenen kaynağın uygun teknolojiler kullanılarak ekonomik değer elde etmek amacıyla üretilmesi çalışmalarının bütünü” olarak tanımlanabilir. Bu tanımlama dikkate alındığında, aşağıda belirtilen çalışmaların işletme süreçleri boyunca yerine getirilmesi gereklidir.İşletme süresince

-Jeotermal kaynağın geliştirilmesi kapsamında yapılacak arama ve araştırma çalışmaları,

-Yapılacak ilave sondaj ve bu sondajların açılması sırasında veya sonrasında yapılması gereken debi, sıcaklık, basınç –derinlik profili gibi çalışmalar,

-Jeotermal akışkanın sıcaklık –basınç- debi ve kimyasal durumunda meydana gelen değişikliklerde dikkate alınarak sürekli takip ve kontrolünün yapılması, bu suretle üretim miktarının planlanması,

-Enjeksiyon ve re-enjeksiyonun kuyularının planlanması, açılması, takip edilmesi ,

-Üretim, enjeksiyon ve re-enjeksiyon kuyularında



meydana gelebilecek hasar ve deformasyonlar ile kuyu içine dışarıdan soğuksu ve benzeri girişimlerinin önlenmesi amacıyla kuyuların düzenli olarak takip ve kontrol edilmesi,

-İşletme esnasında arama, geliştirme, üretim ve akışkanın deşarjı esnasındaki faaliyetlerin kamu sağığı ve güvenliği ile çevreye olabilecek olumsuz etkilerin önlenmesi kapsamında yapılan hizmetler, yerine getirilmesi gereken çalışmalardır.

3- İzleme, Kontrol ve Denetim

Jeotermal kaynağın ekonomik olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması, çevreye, insana doğaya zarar vermeden işletilebilmesi, kaynağın korunarak gelecek nesillere aktarılması ancak ve ancak sıkı bir izleme, kontrol ve denetimle mümkündür. İzleme kontrol ve denetimin sağlanması amacıyla;

-Arama ve işletme proje ve raporlarında taahhüt edilen tüm arama, araştırma, işletme ve geliştirme hizmetlerin denetlenmesi,

-Jeotermal akışkanın üretim, enjeksiyon, re-enjeksiyon sıcaklık, basınç, debi ve kimyasal deşişiminin düzenli olarak takip edilmesi ve buna göre üretim miktarının düzenlenmesi,

-Kuyu dışı hasar ve deformasyonların takip edilmesi ,

-Hayata, sağığı ve doğal kaynaklara bir zarar gelmesini önlemek, jeotermal rezervuarı bozulmadan korumak, kamunun içme, kullanma ve sulama veya diğer amaçlarla kullanabildiği yüzey veya yer altı

sularına zararlı maddelerin sızması önlemek amacıyla gerekli olduğu varsayılan her türlü test ve iyileştirmelerin yapılması, izlenmesi, kontrol edilmesi,

-Üretim, enjeksiyon, re-enjeksiyon ve deşarj işlemlerinin çevreye olan etkilerin takip ve kontrol edilmesi,

-Üretim, enjeksiyon ve re-enjeksiyon kuyularının, kuyu başı, çimento ve kuyu içi donanımının düzenli olarak takip ve kontrolünün yapılması,

gereklidir.

Sonuç olarak; gerek yukarıda belirtilen arama-araştırma, işletme, izleme, kontrol ve denetim süreçleri, gerekse de ülkemizdeki yasal mevzuat ve uluslararası uygulamaların tamamına bakıldığında farklı meslek disiplinlerinden veri girişimi de olsa bunların jeolojik bilgi temelinde jeoloji mühendisleri tarafından yorumlanarak kaynağın sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde işletilmesi gereklidir. Tüm bu süreçlere bakıldığında jeoloji mühendisliği hizmetleri de çeşitlilik arz eder. Bu hizmetlerin her biri jeolojinin farklı uzmanlık alanıyla ilgili olması nedeniyle birden çok jeoloji mühendisi bu çalışmalarda yer alabilir. Bu çeşitlilik açısından bakıldığında jeoloji mühendisleri jeotermal kaynak arama-araştırma, işletme, izleme, kontrol ve denetim süreçlerinde;

1-Arama ve işletme döneminde yapılan ve yukarıda kısaca tarif edilen hizmetlerin gerçekleştirilmesinde "Saha Mühendisi" olarak;

2-Arama ve işletme esnasında; kaynak bölgelerinin hidrolik, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal özelliklerin ortaya çıkarılması ve sahanın 3 boyutlu hidrojeolojik modelin ortaya çıkarılması çalışmalarında "Hidrojeoloji Mühendisi" olarak,

3-Arama ve işletme sırasında kaynak bölgelerinde gerek yüzeysel gerekse de sondajlarda alınan numuneler üzerinde hidrotermal alterasyonun mevcudiyetinin ortaya konulması, şekli, yayılımı ve yoğunluğunun bulunması ile akışkan kayaç ilişkisinin ortaya konulması çalışmalarında "Jeokimyacı" olarak,

4-Arama ve işletme esnasında planlanan sondajın niteliği ve derinliği de dikkate alınarak, sondaj makinesi tipinin seçilmesi, kuyunun yapılacağı lokasyona yerleştirilmesi, kuyu başı inkişafının yapılması, litolojik yapıya bağlı donanımın tespiti, sondajın delinmesi gibi sondaj yapımı esnasında gerekli olabilecek her türlü çalışmayı yapmak ve sondaj delinmesini sağlama konularında "Sondaj Mühendisi" olarak,

5-Yapılan sondajlar esnasında; litolojik birimlerin takip edilmesi, kuyularda gerekli derinliklerde numuneler alınarak gözlem ve analizlerin gerçekleştirilmesi, sondaj çamurunun sıcaklık ve yoğunluğunun takibi gibi rezervuar hakkında bilgi verilmesini sağlayacak verilerin toplanması konularında sondaj başında "Kuyu Jeologu" olarak,

6-Alanda yer alan birimlerin fiziksel, kimyasal dinamik v.b özellikleri ile akışkanın sıcaklık, basınç, debi ve kimyasal özelliklerindeki değişiklikleri de dikkate alarak beslenme-boşalım- üretim ilişkisini ortaya koyarak, sahanın sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde işletilmesini sağlamaları çalışmalarını kapsamında "Rezervuar Mühendisi" olarak,

7-Arama ve işletim hizmetlerinin gerek yapılması, gerekse de sevk ve idaresinde idareye karşı sorumluluğu da bulunan çalışmalar kapsamında "Teknik Sorumlu" olarak,

8-Bina veya tesislerin ekonomik olarak işletilmeleri, minimum enerji harcanarak ihtiyaçlarının giderilmesi maksadıyla son yıllarda hızlı bir şekilde gelişen Yer Kaynaklı İklimlendirme/ Jeotermal Isı Pompalarının gerçekleştirilmesi esnasındaki jeoloji mühendisliği hizmetlerinin yerine getirilmesi süreçlerinde "Proje Mühendisi" olarak,

9-İdari, mali ve teknik olarak bir jeotermal sahasının izlenmesi, kontrolü ve denetimi hizmetlerini yapmak üzere "Kontrol Mühendisi" olarak,

10-Bir jeotermal işletmenin idari, mali ve teknik altyapısının oluşturulması ile sevk ve idare edilmesi kapsamında "Yönetici" olarak,

görev almaktadırlar.

KAYNAKLAR

ALAN H. "Jeotermal Kaynak ve Doğal Mineralli Su Arama ve İşletmeciliğinde Jeoloji Mühendisinin İşlevi ve Mevcut Yasal Durum", JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Eğitim Semineri Ders Notları

ÖNGÜR T.(2009) " Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Uygulama Yönetmeliğine İlişkin Rapor", JMO Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Çalıştayı

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli komitesi 2011 Enerji Raporu, Ankara

Australian Geothermal Energy Association (2008), "The Reporting Code: Australian Code for Reporting Exploration Result , Geothermal Resources and Geothermal Reserves"

Canadian Geothermal Energy Association (2010), "The Canadian Geothermal Code for Public Reporting: Reporting of Exploration Result , Geothermal Resources and Geothermal Reserves"