

## **SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE ANLAYIŞIYLA JEOTERMAL KAYNAK ARAMA ÇALIŞMALARINDAN SONDAJLI ARAMALAR VE ALINACAK ÖNLEMLER**

Arzu ÇAĞLAYAN\*

İnsan ve doğa ilişkisinde bilim; elde edilen deneyimlerin sistematize edilmesi, ön yargısız düşünme, anlama ve doğrulama metodudur. Mühendislik ise; doğa olayları ve temelinde yatan yasaların araştırılıp insan ve toplum yararına kullanılmasını sağlar.

İnsan, çevre ve kaynak etkileşimlerini dikkate almadan sosyal kalkınmanın tam olarak sağlanıp sürdürülebilmesi olanaklı değildir.

Çevre, şehirciler tarafından insanın yeryüzünde yaptığı faaliyetlere tepki gösteren ve yer yüzünde bulunan unsurlar biçiminde tanımlanarak bir anlamda yeryüzü ile özdeşleştirilirken; ekologlar tarafından, dünyanın canlı varlıkları ile bu varlıkların yaşadığı ortamdaki hava, su, toprak ve doğal kaynaklardan oluşmuş bir sistem olarak tanımlanmaktadır.

Mühendislik ise, bilimsel esaslar çerçevesinde, topluma yarar sağlayacak bir yapının, eşyanın ya da sistemin; planlanması, tasarımı, inşaatı ya da işletmesinin uygulaması olarak tanımlanabilir. Tam da burada belirtmek gerekir ki mühendislik, doğaya rağmen değil, doğayla uyumlu ve insanı merkez alan çalışmaları esas almalıdır.

Hava, su, toprak gibi doğal kaynakların en iyi biçimde kullanılması, kirlenmelerine neden olan etkenlerin kaynaklarında kontrolü ve giderilmesi çevre kirliliğini önleyerek sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması konusunda çalışmalar yürüten mühendisler, kaynak,

yapı, malzeme ve sistemlerin ekonomik ve sosyal kalkınma açısından planlama, tasarım, işletme yöntem ve stratejilerini belirlerler.

Bilimin ve mühendisliğin ışığında, kaynak arama çalışmalarının;

- \*Büro çalışmaları,
- \*Saha çalışmaları,
- \*Laboratuvar çalışmaları,
- \*Değerlendirme ve modelleme çalışmaları,
- \*Sondaj çalışmaları,
- \*Üretim çalışmaları,

şeklinde yürütüldüğünü söylemek mümkündür. Ancak, kaynak türü ve özelliğine göre özel bazı çalışmaların da bu çalışmalara ek olarak yürütülmesi gerekebilir.

Kaynak arama çalışmalarının tamamına değinmeden bu çalışmanın konusunu oluşturan sondajlı arama çalışmalarının insan ve çevre açısından değerlendirilmesi ele alınacaktır.

Mühendisler ve çevre bilimciler; planlama aşamasından başlamak üzere ekonomik ve sosyal kalkınmayı sağlayacak projeler hazırlarken bir yandan da, ekosistem ve tüm canlılar için kalkınmaya paralel şekilde büyüyen çevre sorunlarının da eş güdüm çalışmalarını yürütürler.

İnsanlık tarihiyle başlayan çevre ve doğa kirliliğini salt üretim sürecinin doğal bir sonucu olarak görmek kadar günümüzde çevre sorunlarını kirlilik üzerinden tartışmak da elbette indirgeyici bir yaklaşım olur.

60'lı yılların sonlarından itibaren doğal kaynakların israf edilmesi, çevrenin kirlenmesi ve tahrip edilmesine karşı çıkan ekolojik harekete eş zamanlı olarak, uluslararası alanda 'Çevre Hak ve Hukuku'ndan söz edilmeye başlanmıştır.

\*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammaddesi Etüt ve Arama Dairesi, Ankara.

**Çevre hukuku; insanın, tekniğin ve endüstriyel medeniyetin zararlarını engellemeli, insanın doğal çevresine ilişkin beklentilerini güvence altına almalı, ekosistemi korumalıdır. Ayrıca, yaşama zarar veren müdahaleleri kaynağında önlemeyi amaçlamalıdır.**

**Türkiye’de çevre politikalarını belirleyen temel kanunlar; 11.08.1983 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 2872 sayılı Çevre Kanunu, 23.07.1983 tarihli 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ve 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu’dur. 2872 sayılı Çevre Kanunu bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlar.**

Son yıllarda canlı hayatını tehdit eden çevre kaygıları oldukça anlaşılır. Çünkü, insanlık dünya ekolojik dengesini tüketen ülkelerin yarattığı bambaşka bir dünyada yaşam savaşı vermektedir. Artan yoksulluk, çevre kaynakları üzerindeki baskıyı artırmakta ve giderek daha çok sayıda insan o kaynaklara doğrudan bağımlı yaşamak zorunda kalmaktadır.

Gelecek kuşakların ihtiyaç duyacağı kaynakların varlığını ve kalitesini tehlikeye atmadan, tüm çevresel değerlerin sosyal, ekonomik, fizikî alanda ıslahı, korunması ve geliştirilmesi açısından sürdürülebilir çevre anlayışı önemlidir. Günümüz ve gelecek kuşakların, sağlıklı bir çevrede yaşamasını güvence altına alan çevresel, ekonomik ve sosyal hedefler arasında denge kurulması esasına dayalı kalkınma ve gelişme, ülkelerin temel bakış açısı olmalıdır.

Teknolojik gelişmeler; insan ve canlı yaşamını kolaylaştırıcı özelliklerinden dolayı son derece önemli olup, hemen tüm teknolojik ürünler enerjiyle çalışmaktadır. Artan enerji ihtiyacı insanların geleceğe ilişkin kaygılarını da beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtların yaratmış olduğu çevre sorunları, doğalgaz, petrol, kömür, nükleer enerji gibi kaynakların yanında yeni ve yenilenebilir enerji kaynakla-

rını öne çıkarmıştır. Bu durum, ülkemizde de su, rüzgar, güneş, jeotermal, dalga ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. Ülkemiz için alternatif enerji kaynağı olan jeotermal enerji; arama, araştırma, geliştirme ve uygulama çalışmaları da bu anlamda hız kazanmıştır.

Canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamı olan çevre; çevresel değerlerin ve ekolojik dengenin tahribini, bozulmasını ve yok olmasını önlemeye, mevcut bozulmaları gidermeye, çevreyi iyileştirmeye ve geliştirmeye, çevre kirliliğini önlemeye yönelik çalışmalarla korunur.

Gerçekleştirilmesi plânlanan projelerin çevreye olası etkilerinin belirlenmesi, önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alınacak önlemler, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin değerlendirilmesi, proje uygulamalarının izlenmesi ve kontrolünde yürütülecek çalışmaların tamamı çevresel etki değerlendirmesi kapsamında ele alınır.

Ülkemizde plânlanan projelerin çevreye olası etkileri başta Çevre Kanunu olmak üzere çok sayıda yönetmelik ile belirlenip önlenmeye çalışılmaktadır.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, Gürültü Kontrol Yönetmeliği, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Atık Pil Ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği, Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, Büyük Endüstriyel Kazaların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, Çevre Denetimi Yönetmeliği, Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği örnek olarak verilebilir.

Bütün bu yasal zorunluluklar; sondaj çalışmalarının planlanması, yürütülmesi ve işle-

tilmesi süreçlerine kadar çevreye olan etkileri azaltmada önemlidir. Aynı zamanda sürdürülebilir çevre ve kalkınmanın sağlanmasının önemli araçlarıdır. Sondajlı kaynak arama çalışmalarının planlama aşamasından itibaren, sondaj çalışması sırasında ve sonrasında çevre ve canlı yaşamına duyarlı, sürdürülebilir çevre anlayışıyla yürütülmesi gereklidir.

## **JEOTERMAL KAYNAK ARAMA ÇALIŞMALARINDAN SONDAJLI ARAMALAR VE ALINACAK ÖNLEMLER**

Arama ve araştırma yöntemlerinden biri olan sondajlı aramalar; arama aşamasının en son ve en pahalı aşaması olup, 4857 sayılı yasa ile sanayi işkolunda, ağır ve tehlikeli işler sınıfında yer almaktadır.

Metalik madenlerden endüstriyel hammadde aramalarına, enerji hammaddelerinden sıcak ve soğuk su kaynaklarının aranmasına, zemin ve kütle hareketlerinin tanımlanmasından mühendislik yapıları ve binalar için temel, zemin parametrelerinin belirlenmesine kadar insanın üzerinde yaşadığı yerküreye ilişkisinde, jeoloji mühendisliğinin uygulama alanlarına ilişkin veri sağlamada, temel arama çalışmalarından biri kuşkusuz sondajlı arama çalışmalarıdır.

Dünya ülkelerinin giderek büyümeleri ve gelişmeleri enerji gereksinimini hızla arttırdığından ülkeler bir yandan alışılmış enerji kaynakları yerine alternatifler ararken, öte yandan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek bu kaynaklardan kapsamlı biçimde yararlanma yollarını araştırmaya ve kullanmaya başlamışlardır (Çağlayan, 2012).

Jeotermal kaynak, yer altından üretilen diğer kaynaklardan farklı olarak dinamik bir yapıya sahiptir. Bu özelliği nedeniyle arama süreci sonunda, bulunan kaynak üç boyutu belirlenmiş durağan yapıdaki kömür, metalik madenler, endüstriyel hammaddeler vb. diğer yer altı kaynaklarından farklı biçimde üretilerek işletilmektedir. İşletilmesi sırasında bile dinamik özelliğinden dolayı kaynağın

davranışlarının sürekli izlenmesi ortaya çıkabilecek sorunların jeolojik anlamda çözümü için etüt yapılmasına ihtiyaç duyulduğu bilimsel, teknik ve pratik bir gerçekliktir. Yine arama-araştırma, üretim ve geliştirme amaçlı açılan kuyuların jeolojik takibi, kuyu logunun oluşturulması, bu enerji kaynağını oluşturan sistemin jeolojik modellemesinin yapılması gerekmektedir (Akkuş, 2011).

Jeotermal sistemlerde, alternatif arıtma seçenekleri pahalı olduğundan atık suyun yeniden yer altına basılması (reenjeksiyon) benimsenmiştir. Reenjeksiyon atık suların çevreyi korumak açısından önemli olduğu kadar reenjeksiyon suyunun hazne kayaç tarafından ısıtılması nedeniyle ek enerji eldesi açısından da önemlidir.

Etüt çalışmalarıyla başlayan kaynak arama çalışmalarının belirlenen lokasyonda başarılı bir sondaj çalışması ile tamamlanabilmesi; konusuna hakim, çalışmaları yürütme ve yönlendirme becerisine sahip mühendislerce sağlanabilir. Çalışmaların güvenilir bir şekilde, kesintisiz sürdürülebilirliğinin sağlanması için alınması gerekli teknik önlemler kadar çalışanların teknik kapasitesi ve eğitim nitelikleri de önem taşımaktadır. Özellikle jeotermal sondajlarda bilimsel ve teknik çalışma esaslarına uygun çalışılmadığında; soğuk su akiferinin kirlenmesi, kuyuya soğuk su girişi, kontrolsüz ve ani kuyu gelişi gibi problemler yaşanabilmektedir (Aydoğdu, 2011).

Sondaj lokasyonunun tespiti, sondajın planlanması, sondajın delinmesi, takip edilmesi ve kontrol edilmesi aşamaları yapılacak sondajdan olumlu sonuç alınabilmesi açısından ne denli önemli ise çalışma sonuçlarının sadece üretim parametreleri açısından değerlendirilmesi de o denli eksikli bir yaklaşım olur.

Sondajların planlanması, ilerlemesi, durdurulması, bitirilmesi aşamalarından jeoloji mühendisleri sorumludurlar. Doğal kaynakları korurken aynı zamanda onlardan en verimli şekilde yararlanmak ve çalışmalar sırasında

yaşanabilecek olası problemlerin çözümü mühendislik açısından önemlidir.

Çalışmalar sırasında atık üretimini azaltmak, oluşacak atıkları bertaraf etmekten önce düşünülmelidir. Yürürlükteki çevre mevzuatlarına uymanın yanında, çevresel etkileri azaltmaya odaklı çalışma sistematiği, çevre sağlığı ve güvenliğini sağlama bilinci oluşturulması yaşadığımız yerküre açısından da kaçınılmazdır.

Sondajcılık açısından değerlendirildiğinde; yer seçimi, kaynak arama çalışmalarının ilk aşamasını oluşturması bakımından çok önemlidir. Her saha ayrı özelliklere sahip olduğundan sondajcılıkta karşılaşılan sorunlar da sondajın yapılacağı zemin özelliklerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Sondaj yeri seçimiyle başlayan titizlik sondaj çalışmaları boyunca devam etmelidir. Çalışmalar başlangıç aşamasından itibaren sondaj çalışmaları süresince kullanılan ekip ve ekipmandan, üretim teknolojileri ve çevresel sorunların önlenmesi ve bertarafına kadar aynı titizlikle yürütülmelidir.

Sürdürülebilir kalkınma ve çevre anlayışı dünyada giderek daha önemli hale gelirken bu durum;

- \* Teknolojik alt yapıyı genişletmek,
- \* Kirlenme yaratmayan teknolojilerin kullanımı,
- \* Enerji kaynaklarından kaynaklanan güvenlik risklerini bertaraf etmek,
- \* Enerji tasarrufuna ilişkin tedbirleri yaygınlaştırmak,
- \* Kamu sağlığını korumak,
- \* Kaynakta enerji kayıplarını önlemek gibi konuları öne çıkarmaktadır.

Ülkemizin 9 ve 10. Kalkınma Planlarına bakıldığında;

- \*Doğal ve kültürel varlıklar ile çevrenin

gelecek kuşakları da dikkate alan bir anlayış içinde korunması temel esaslardan biri olarak kabul edilmiştir.

\*Ekonomik kalkınmanın ve sosyal gelişmenin ihtiyaç duyduğu enerjinin sürekli, güvenli ve asgari maliyetle temini temel amaçtır. Enerji talebi karşılanırken çevresel zararların en alt düzeyde tutulması, enerjinin üretimden nihai tüketime kadar her safhada en verimli ve tasarruflu şekilde kullanılması esastır ifadesi yer almaktadır.

\* Sanayide çevre dostu tekniklerin uygulanmasıyla hammadde kullanımındaki etkinliğin artırılarak daha verimli üretim gerçekleştirme ve atıkların azaltılması

\* Mevcut su sağlama tesislerinde kayıp ve kaçakların azaltılarak ülke su kaynaklarının etkin kullanımının sağlanacağı,

\* Yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kirlenmeden korunmasının sağlanacağı ve atık suların arıtıldıktan sonra tarım ve sanayide kullanımının teşvik edileceği,

\* Evsel nitelikli olmayan atıkların üretiminin azaltılacağı,

\* Çevre bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve kamuoyu bilgilendirme çalışmalarının yapılacağı ifade edilmektedir.

Aynı şekilde, enerjinin tüketiciye sürekli, kaliteli, güvenli, asgari maliyetlerle arzını ve enerji temininde kaynak çeşitlendirmesini esas alarak; yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını mümkün olan en üst düzeyde değerlendiren, israfı ve enerjinin çevresel etkilerini asgariye indiren, ülkenin uluslararası enerji ticaretinde stratejik konumunu güçlendiren bir enerji sistemine ulaşılması temel amaç olarak benimsenmiştir.

Madencilik sektörünün iş güvenliği ve çevre mevzuatına uyumunun geliştirileceği ilkesel olarak benimsenmiştir.

Arama, araştırma, üretim gibi çok ve farklı amaçlar için yapılan sondaj çalışmaları çevre ve canlılar açısından önlem almayı gerektirecek işlerdendir.

- \* Sondaj çalışmasıyla ilgili gerekli izinler alınmış olmalıdır.
- \* Sondaj çalışmaları sırasında karşılaşılabilecek sorunlarla ilgili risk analizi yapılmalı ve alınacak tedbirler belirlenmelidir.
- \* Sondaj lokasyonu olabildiğince yerleşim yerlerinden uzakta seçilmelidir.
- \* Yer seçimi yüksek gerilim, heyelan gibi her tür risk faktörü dikkate alınarak yapılmalıdır.
- \* Ağır ve tehlikeli işler sınıfında yer alan sondaj çalışmasını başarılı ve güvenli çalışma koşullarında yürütmek bir ekip işi olduğundan, çalışmalar takım ruhuyla gerçekleştirilmeli, birbiriyle uyumlu, ekip çalışmasına uygun kişilerden oluşturulmasına özen gösterilmelidir.
- \* Çalışmalar alanında uzman kişilerce yürütülmelidir.
- \* Sondaj çalışmalarına katılacak kişilere çalışmalar başlamadan önce eğitim verilmelidir.
- \* İyi bir etüt çalışması yapılmış olmalı ve karşılaşılabilecek olası teknik ve bilimsel sorunlar hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.
- \* Sondaj alanında yasaklayıcı işaretler ile ilk yardım ve acil çıkış işaretleri olmalıdır.
- \* Sondaj alanında gerekli aydınlatma önlemleri alınmalıdır.
- \* Sondaj çalışması; yetkin, yönlendirici, uzman kurum ve disiplinlerle planlanmalı, yapılacak işin niteliğine uygun eğitim almış meslek disiplinleri tarafından yürütülmelidir.
- \* Koruma ve güvenlik önlemleri kapsa-

mında çalışma alanının etrafı çevrilerek çalışma alanına kontrolsüz giriş çıkışlar önlenmelidir.

- \* Çalışmalar süresince yüksek teknolojik ürünler kullanılmalı, kullanılacak ekip ve ekipmanlar güvenli ve kaliteli olmalıdır.
- \* Sondaj ekipmanlarının bakım ve temizliği zamanında ve sürekli olarak yapılmalıdır.
- \* Sondaj makinesinin bakımları zamanında yapılmalı, tehlikeli kısımları koruyucu içine alınmalıdır.
- \* Sondaj çalışmaları sırasında kullanılan ekipmanın ekonomik ömürlerine, kullanım süre ve miktarlarına uygun kullanımı sağlanmalıdır.
- \* Çalışmalara katılan bütün ekip ve sondaj işçilerinin yaptıkları işe uygun iş elbisesi ve ekipman (baret, iş elbisesi, tulum, eldiven, gözlük, çelik ayakkabı) kullanımı sağlanmalıdır.
- \* Elektrik tesisatının kontrolleri aksatılmamalıdır.
- \* Sondaj çalışmaları sırasında ihtiyaç duyulacak enerji, su, vb ihtiyaçları karşılamak üzere döşenecek iletim hatları güvenli olmalı ve özellikle enerji hattı açıkta bırakılmamalıdır.
- \* Sondaj çalışmaları sırasında açılan çamur havuzu ya da atık havuzlarının etrafı çevrilerek insan ve hayvan düşmeleri önlenmelidir.
- \* Sondajlı aramalarda dünya standartlarındaki yöntemler uygulanmalıdır.
- \* Çalışmalar zaman ve maliyet kaygısıyla yürütülmemelidir.
- \* Acil durumlar için ulaşılabilecek kişiler ve iletişim numaraları belirlenmelidir.
- \* Katı ve sıvı atıklar kontrolsüzce doğaya, alıcı ortama bırakılmamalı, ilgili mevzuata göre toplanmalı ve bertaraf edilmelidir.

\* Sondaj çalışması tamamlandığında kuyu ağızı açılmayacak şekilde emniyete alınarak kapatılmalıdır.

\* Özellikle jeotermal sondajlarda reenjektasyon sondajlarının yapılması sağlanmalıdır.

\* Enerji üretim sahalarında, çevreye etkileri azaltan teknolojiler takip edilmeli ve kullanılmalı, enerji üretimi, taşınması, dönüştürülmesi çalışmalarında ise çevresel etki faktörü dikkate alınarak çalışmalar yürütülmelidir.

\* Sondaj çalışmasının bitiminde çağdaş restorasyon, çevre düzenleme projeleri ve uygulamaları hayata geçirilmelidir.

Büyük ekonomik maliyetlerle yürütülen sondaj çalışmaları aynı zamanda büyük emek ve özveriyle çalışmayı gerektirmektedir. Bu anlamda çalışmaların güvenli yürütülebilmesi için belirtilen önlemlerin alınmış olması hem çalışanlar açısından hem de çevre açısından çok önemlidir.

Gelecek kuşakların ihtiyaç duyacağı kaynakları tehlikeye atmadan, hem bugünün hem de gelecek kuşakların çevresini oluşturan tüm çevresel değerlerin her alanda (sosyal, ekonomik, fizikî vb.) korunması ve geliştirilmesi süreci olarak özetlenebilecek olan sürdürülebilir çevre anlayışını kaynak arama çalışmalarında da hayata geçirmek mümkündür.

Günümüzde ve gelecekte sağlıklı bir çevrede ve teknolojik olanakların kolaylığını duyarak yaşamayı güvence altına alan, çevresel, ekonomik ve sosyal hedefler kurmak, insanı merkez alan bir yapı içerisinde zor olmayacaktır.

## DEĞİNİLEN BELGELER

Akkuş, İ. 2011. Türkiye'nin jeotermal kaynak potansiyeli, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*, Jeotermal Eğitim Semineri. (yayımlanmamış).

Aydoğdu, Ö. 2011. Jeotermal kaynak arama çalışmalarında sondajın planlanması, yapılması ve kontrolü. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*, Jeotermal Eğitim Semineri. (yayımlanmamış).

Çağlayan, A. 2012. Jeotermal kaynak arama çalışmalarında Jeoloji Mühendisinin Görevi ve sorumlulukları. *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*, Jeotermal Eğitim Semineri. (yayımlanmamış).

İş Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetmeliği, 9 Aralık 2003 Tarih ve 25311 sayılı Resmi Gazete.

Ortak Geleceğimiz, Eylül 1987, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını,31-67.

Özdek, E.Y. 1993. İnsan Hakkı Olarak Çevre Hakkı. *Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü, Ankara, 23-51.*

2872 sayılı Çevre Kanunu

Dokuzuncu Kalkınma Planı

Onuncu Kalkınma Planı

2863 sayılı Kültür Ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu

2873 sayılı Milli Parklar Kanunu

<http://enve.metu.edu.tr>