

5686 sayılı Kanun ve değişen uygulama yönetmeliği'ne göre jeotermal kaynak koruma alanlarının belirlenmesi ve yapılan çalışmalar

Nilgün DOĞDU¹

Öz

Jeotermal Enerji, yerli, yenilenebilir, çevre dostu, yerinde değerlendirilebilen yerel ekonomiye istihdam ve katkı sağlayan sürekli ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji kaynaklarının korunması genel anlamda sıcaklık, basınç, debi değerlerinde ve kimyasal kompozisyonunda değişim olmadan sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemlidir. Bu kapsamda kaynak koruma alanı çalışmalarında yüzeysel, çevresel, insani etkiler nedeniyle yer altına sızan suların yaratacağı fiziksel ve kimyasal kirliliğin engellenmesi ile rezervuar sisteminin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişmeden korunması çalışmaları yapılmaktadır. MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Jeotermal Rezervuar Araştırmaları ve Koruma Alanları Birimi bünyesinde 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği hükümleri kapsamında yapılan etütler ve teknik görüşler ile jeotermal kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması çalışmaları yapılmaktadır.

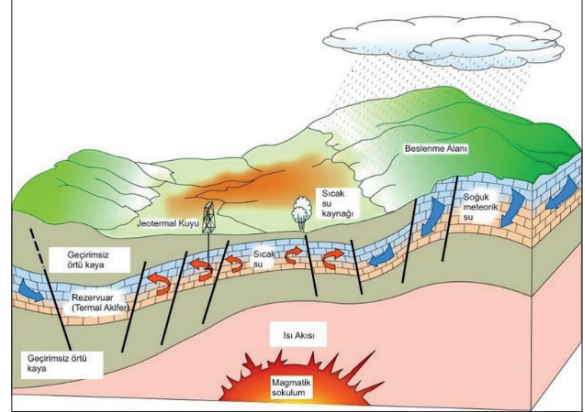
1. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun sahip olduğu ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan, çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içeren sıcak su ve buharın taşıdığı enerji olarak tanımlanabilir (Şekil 1).



Şekil 1- Denizli-Kızıldere-Karataş jeotermal alanında gaz, fümerol çıkışları.

Jeotermal sistemleri oluşturan rezervuar kayaç (akifer), örtü kayaç ve beslenme kaynağı/alanı varlığı ve koşullarına göre jeotermal kaynakların ısı, debi, yüzeye çıkış koşulları değişiklik göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2- İdeal jeotermal sistem ve bileşenleri (IGA- International Geothermal Association).

Jeotermal kaynaklar yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Ülkemizde elde edilen jeotermal enerjiden elektrik üretimi, ısıtma (sera ve konut), termal ve sağlık turizmi, endüstriyel mineral eldesi ve kurutmacılık gibi alanlarda yararlanılmaktadır.

2. Mevzuat Durumu

03.06.2007 tarihli ve 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu; jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının etkin bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması, bu kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması ve hakların devredilmesi, çevre ile

¹MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, Jeotermal Rezervuar Araştırmaları ve Koruma Alanları Birimi, 06530, Çankaya, Ankara

uyumlu olarak ekonomik şekilde değerlendirilmesi ve terk edilmesi ile ilgili usûl ve esasları düzenlemek amacıyla hazırlanmış olup belirlenmiş veya belirlenecek jeotermal ve doğal mineralli su kaynakları ile jeotermal kökenli gazların arama ve işletme dönemlerinde, kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması, devredilmesi, terk edilmesi, kaynak kullanımının ihale edilmesi, sona erdirilmesi, denetlenmesi, kaynak ve kaptajın korunması ile ilgili usûl ve esaslar ile yaptırımları kapsar.

5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ile 11.12.2007 tarih ve 26727 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununun Uygulama Yönetmeliği’nde kaynak rezervuarın korunması ile ilgili hükümlere yer verilmiş, bu yönetmeliğe ait Ek-8’de ise; kaynak koruma alanını zonlara ayırma ve bu zonlarda alınması gereken tedbirler belirtilmiştir. 24/9/2013 tarih ve 28775 sayılı, 30/5/2014 tarih ve 29015 sayılı, 11/3/2021 tarih ve 31420 sayılı resmi gazetede yayınlanan değişiklikler yapılmıştır.

Uygulama Yönetmeliği’nin 4. maddesinin (y) bendine göre;“Koruma alanı: Kaynak ve bunların bağlı olduğu jeotermal sistemin; bozulmasına, kirlenmesine ve sürdürülebilir özelliğinin yitirilmesine neden olacak dış etkenlerden korumak amacıyla sahanın jeolojik, hidrojeolojik yapısı, iklim koşulları, zemin cinsi ve tipleri, drenaj sahası sınırı, kaynak ve kuyu çevresindeki yerleşim birimleri, endüstri tesisleri, çevrenin topoğrafik yapısı gibi unsurlara bağlı olarak belirlenmiş önlemler alınması gereken, içerisinde yapılan faaliyetlerin kontrol ve denetime tabi olduğu ve gerektiğinde yapılaşma ve arazi kullanım faaliyetleri kısıtlanabilir alanları” ifade etmektedir. Kaynak koruma alanı etüt raporu: İşletme ruhsatı sahibi tarafından kaynağın işletmeye alınmasından önce yönetmelikte belirtilen ilgili format ve kriterlere göre konunun uzmanları tarafından yapılan çalışmalar sonucunda hazırlanan ve MTA’nın görüşü alınarak idare tarafından onaylanan rapordur. İşletme ruhsat sahibi tarafından işletmeye geçilmeden önce ilgili jeotermal alan için yaptırılmış olan koruma alanları etüt raporu, idare tarafından MTA’ya gönderilir. MTA en geç iki ay içerisinde masraflar ruhsat sahibi tarafından karşılanmak kaydıyla nazari ve/veya mahallinde inceleme yaparak rapor hakkında görüşünü İdareye bildirir. İdare, raporu MTA’nın görüşünü aldıktan sonra onaylar. “Koruma Alanları Etüt Raporunda” belirtilen arazi kullanımı ve yapılaşmaya yönelik koşul ve kısıtlamalar, yörenin imar planı hazırlanırken esas alınır. Jeotermal alanı tamamen veya kısmen kapsayacak şekilde daha

önceden onaylanmış imar planı mevcut ise Kanunun yürürlüğe girmesinden sonra yapılmış koruma alanları etüt raporunda öngörülen arazi kullanımı ile yapılaşmaya yönelik, kısıtlama ve koşullar göz önüne alınarak işlem yapılır.

5686 sayılı Kanun’un Uygulama Yönetmeliği ve 2013, 2014, 2021 yıllarında yapılan değişiklikler kapsamında, MTA Genel Müdürlüğü olarak jeotermal enerji konusundaki deneyim ve güvenilirliği ile işletme ruhsatlı jeotermal alanlarda kaynak koruma alanı etüt raporları hazırlanmakta ve 5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu’nun 14. maddesi ve Uygulama Yönetmeliğinin 23. maddesi, 4. fıkrası hükümleri gereği yerinde incelemeler sonucu teknik görüş verilmektedir.

3. Jeotermal Kaynak Koruma Alanı Çalışmaları

Kaynak koruma alanı çalışmaları kapsamında yer altında iletişimin en hızlı olduğu yapılar olan faylar ve kırık hatları, sıcak su amaçlı açılan kuyularda stratigrafik olarak örtü kayacının varlığı, geçirimsizlik derecesi ve kalınlığı gibi özelliklerin değerlendirilmesi önemlidir. Bu bilgiler ışığında koruma alanı çalışmaları oldukça kapsamlı ve uzun süreli yapılması gereken çalışmalardır. Ancak koruma alanı çalışması kapsamında, yapılması gereken detaylı jeolojik ve hidrojeolojik çalışmaların daha önceki çalışmalarda gerçekleştirildiği alanlarda, özellikle kırık hatları, örtü kaya özellikleri, kuyuların derinlikleri, buldukları lokasyonlar, kimyasal analizler, kuyu testleri çalışmaları dikkate alınarak, daha kısa süreli etüt çalışmaları da yapılabilmektedir.

Kaynak Koruma Alanı Etüt çalışmaları jeolojik etüt, hidrojeolojik etüt, jeofizik etüt, hidrojeokimyasal çalışmalar, kuyu testleri gibi birçok çalışmanın sonuçlarının değerlendirilmesi ile oluşturulmaktadır.

3.1. Durum Tespiti

Önceki çalışmalar kapsamında yapılan, jeolojik etüt ve harita çalışması, hidrojeolojik etüt çalışmaları, jeofizik etüt çalışmaları, fiziksel – kimyasal – biyolojik analizler, kirletici unsurların tespiti ve kuyu testleri çalışmaları doğrultusunda eksik ya da detaylandırılması gereken çalışmalar belirlenerek tüm veriler değerlendirilir.

3.2. Verilerin Değerlendirilmesi ve Yorumlanması

3.2.1. Jeoloji Çalışmaları

Revize jeoloji çalışmaları, litolojik olarak alanda yüzeylenen birimlerin ayırtılması, alanın tektonik

özelliklerinin incelenmesi, jeotermal alanın uygun ölçekte (1/25.000, 1/10.000) jeoloji haritasının güncellenmesi konu başlıkları altında gerçekleştirilir (Şekil 3).

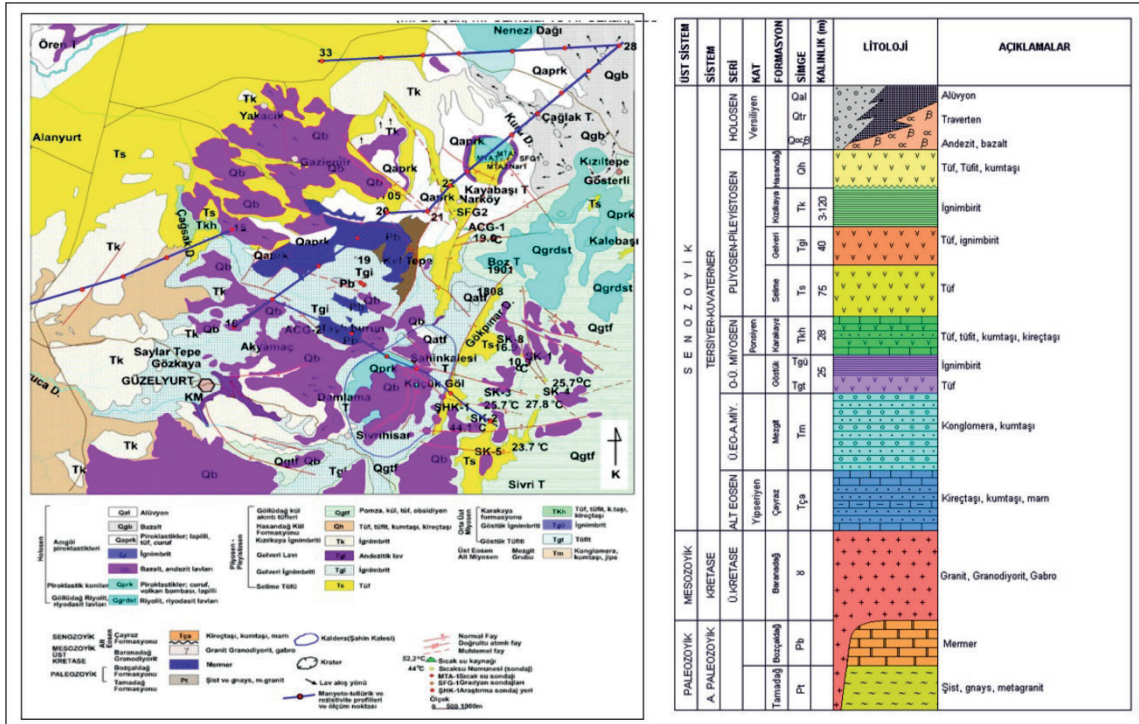
3.2.2. Hidrojeoloji Çalışmaları

Jeotermal kaynak/doğal minerali su/jeotermal kökenli gaz varlığının oluştuğu jeolojik birimlerden itibaren hidrojeolojik birimlerin ayırtılması, yüzey suyu / yeraltı suyu noktalarına ilişkin bilgiler, rezervuarı oluşturan akifer birimleri ve birbirleri ile ilişkileri, kuyu testlerinin yorumlanması, rezervuar karakteristiklerinin ve parametrelerinin belirlenmesi, ısı akışı, rezervuar kaya, örtü kaya özellikleri, ısı

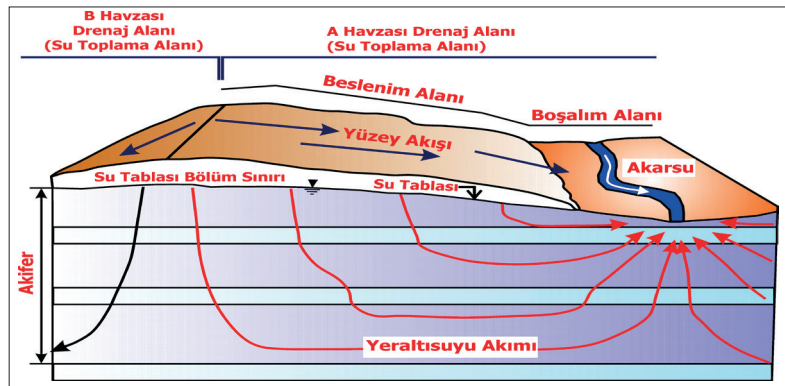
taşıyan akışkan parametrelerinin belirlenmesi gibi çalışmalar yapılır (Şekil 4).

3.2.3. Hidrojeokimyasal Çalışmalar

Jeotermal alanda yer alan jeotermal kaynaklarda (doğal çıkış ve kuyular) suyun yerinde fiziksel özelliklerinin (EC, sıcaklık, pH, tuzluluk vb.) ölçümleri ve alınan su örneklerinin laboratuvar analizleri (major anyon-kasyon, ağır metal, kirlilik) tamamlanarak yorumlamalar yapılır. Ayrıca, imkanlar dahilinde jeotermal kaynak ve soğuksu kaynaklarından alınan su örneklerinin izotop analizleri yapılarak beslenme alanı ve suyun dolaşımına ilişkin bilgiler verilebilir.



Şekil 3- Jeotermal alana ait jeoloji haritası ve stratigrafik istif örneği.



Şekil 4- Hidrojeolojik çalışmalar kapsamında akifer, akım ve beslenme koşullarının belirlenmesi.

3.2.4. Kuyu Testleri

Uygulama yönetmeliği madde 8'e göre arama faaliyet dönemi sonunda ruhsat sahibi tarafından; dinamik sıcaklık, statik sıcaklık, dinamik basınç, statik basınç, su kaybı, basınç düşüm, basınç yükselimi, injektivite vb. bilgileri içeren bir rapor hazırlanmalıdır. Birden fazla kuyu olması durumunda kuyular arası etkileşim (girişim) testleri yapılmalıdır. Alanda sera ısıtma, konut ısıtma, elektrik enerjisi üretimi kullanımları olduğu durumlarda reenjeksiyon yapılması gerektiğinden reenjeksiyon ön değerlendirme çalışması yapılarak kullanımdan dönen reenjekte edilecek akışkanın kimyasal yapısı ve sıcaklığının bozulmadan uygun koşullarda reenjeksiyonu ile ilgili bilgi verilmelidir.

4. Jeotermal Kaynakların Korunması ve Sürdürülebilirliği

Türkiye'deki birçok jeotermal ve doğal mineralli su kaynakları alanlarının kendine özgü konumları bulunduğundan uygulanacak koruma alanlarının statülerinin farklı olması doğaldır. Önemli olan o sahaya özgün amacın ortaya konulması, jeotermal sistemin tahrip edilerek geriye dönüşü olmayan sorunların çıkmasının engellenmesi ve sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Bu kapsamda; jeotermal kaynakların korunması rezervuarın (termal akifer) kirletici unsurlardan korunması ve rezervuardaki basınç ve sıcaklık koşullarının korunması şeklinde iki ana başlıkta değerlendirilmelidir (Doğdu vd., 2013a).

Jeotermal kaynak alanlarının korunması iki yönden önemlidir;

1- Jeotermal kaynak alanının kirletici unsurlardan korunması, ayrıca kullanımı ve tesis yönüyle de korunması amacıyla jeotermal sahalarda koruma alanlarının belirlenmesi ve bu alanlarda belirlenen önlemlere uyulması gerek arama ve gerekse işletme dönemlerinde büyük önem taşımaktadır.

2- Rezervuarların korunması: Jeotermal alanların koruma alanlarının belirlenmesine yönelik olarak yapılan çalışmalar, farklı özelliklere sahip alanlarda, alanın karakteristik özelliklerini yansıtacak farklı çalışma şekilleri gerektirebilmektedir. Kaynakların korunması genel anlamda yüzeysel etkiler nedeniyle yeraltına sızan suların yaratacağı fiziksel ve kimyasal kirliliğin engellenmesi, sıcaklık, basınç ve debilerinde azalma olmadan sürdürülebilirliğinin sağlanması, rezervuarın fiziksel, kimyasal, termal ve hidrojeolojik parametrelerinin değişmeden korunması çalışmalarını kapsamaktadır. Koruma alanı etüdünde rezervuarın korunmasına yönelik tedbirler;

kaynağın işletmeye alınmasından önce yapılmış olan üretim testleri sonucunda belirlenen rezervuar parametrelerine göre kuyu bazında ve bu kuyulardan alınabilecek toplam üretim miktarını, kullanımdan dönen akışkanın miktarını ve bu akışkanın yeraltına reenjeksiyonu için uygun lokasyonlar ile uygun kapasitede kuyu sayılarını, üretim testleri sırasında yapılmış ve yapılacak kimyasal testlerle çatlaklı zonların ve üretim kuyularının kısmen veya tamamen tıkanmasına yol açacak bileşiklerin tespit edilmesi durumunda sürdürülebilir üretimin sağlanması için gerekli uygulamaları içerir. Özellikle enerji ve ısıtma amaçlı kullanılan jeotermal kaynaklarda ise, 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği'nde yapılması öngörülen faaliyetler ve alınması gereken tedbirler de göz önünde bulundurularak, rezervuardaki sıcaklık ve basınç koşullarında meydana gelebilecek değişimlerin gözlenmesi amacıyla, tercihen 3 aylık periyotta, işletme döneminde buna imkan bulunmuyorsa en az yılda bir kez basınç, sıcaklık, girişim, basınç yükselimi ve basınç düşüm testleri yapılmalı ve yorumlanmalıdır. Jeotermal sahalarda hem atık akışkanın uygun şekilde ortamdan uzaklaştırılması hem de rezervuarın beslenmesi ve sıcaklık ve basınç koşullarının korunmasına yönelik olarak reenjeksiyon işlemi yapılmalıdır. Reenjekte edilecek akışkanın reenjeksiyon ön değerlendirilmesinin yapılması işletmelerin işletme faaliyetleri boyunca bu kriterler üzerinden denetleneceği göz önüne alınırsa büyük önem taşımaktadır. Bu hükümler göz önünde bulundurularak reenjeksiyon işlemi gerçekleştirilmelidir. Reenjeksiyon kuyularında en az 3 aylık periyotlarda, üretim kuyularında ise 6 ayda bir alınacak su örneklerinde kimyasal analizler yapılarak, kabuklaşma ve korozyon problemleri ile rezervuardaki çatlaklı zonların kısmen veya tamamen tıkanmasına yol açacak parametreler takip edilmelidir.

Genel olarak, yeryüzünde kimyasal, fiziksel ve biyolojik olarak kirlenen yüzey sularının zeminin özelliğine bağlı olarak yer altına sızma suretiyle sıcak ve mineralli sular da içeren yeraltısularında kirlilik oluşturması sıklıkla rastlanan bir durumdur. Bu nedenle, sıcak ve mineralli sular çevre alanlarda kurulu bulunan yerleşim birimlerinin faaliyetleri sonucunda belirlenen etkenler ve elemanlar nedeniyle geniş ölçüde kirlenme tehlikesiyle karşı karşıyadır. Sıcak ve mineralli suların kalitesini bozacak nitelikteki kirletici malzemenin kaynak çevresinde biriktirilmesi, rezervuar üzerindeki süzücü ve/veya koruyucu tabakaların herhangi bir nedenle kaldırılması, plansız yerleşim birimlerinin kurulması, kurulan yerleşim birimlerinin atık sularının taşınmasında gereken

önlemlerin alınmaması vb. etkenler kirletici etkenler olarak bilinmektedir. Kirletici etkenlerin yanı sıra bakteri içerikli maddeler, tarım ilaçlarında bulunan kimyasal çözeltiler, bazı radyoaktif maddeler ve anaerobik bakterilerin yol açtığı amonyum ve demir bileşikleri ile arsenik, kurşun, siyanür ve civa gibi zehirli maddelerin oluşturduğu kirletici elemanlar da sıcak ve mineralli suların kirlilik yönünden olumsuz olarak etkilenmesine yol açarlar.

5686 sayılı Kanun ve Uygulama Yönetmeliği'nde yer alan Ek-8'de "Zonlara Ayırma Esasları" başlığı altında; "I. Zon: Kaynak alanında yer alan jeolojik formasyonların litolojik ve hidrojeolojik özellikleri, akışkan taşıyan aktif kırıkların konumu, jeotermal sistemin açık veya kapalı sistem olup olmadığı, örtü kayacın varlığı ve kalınlığı, doğal çıkışı ve kuyular ile yeni kuyu açılacak alanlar dikkate alınarak çizilir." ifadesi yer almaktadır. Çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda ortaya konulan ve sahanın jeolojik, jeomorfolojik, hidrojeolojik özelliklerinin yanı sıra, mevcut jeotermal verilere göre belirlenmiş, biyolojik kirletici unsurların kaynak alana ulaşımının önleneyeceği mesafe de muhtemel jeotermal potansiyel alan II. derece koruma alanı sınırı olarak belirlenmiştir. II. derece koruma alanı sınırı dışında kalan ve beslenme alanını kapsayan bölge III. derece koruma alanıdır.

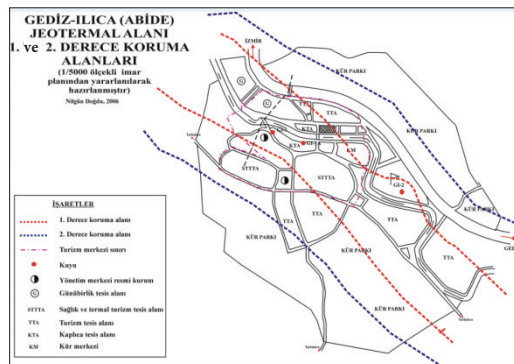
Farklı jeotermal alanlara ait hazırlanan kaynak koruma alanları haritaları örnek olarak Şekil 5, 6, 7 ve 8'de verilmiştir.

Atık suların reenjeksiyon ya da deşarjına yönelik olarak alandaki kullanım amacına göre; 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununun Uygulama Yönetmeliği'nin 24. maddesi 2. veya 24. Madde 4. fıkra hükümleri uyarınca işlemler yapılmalıdır.

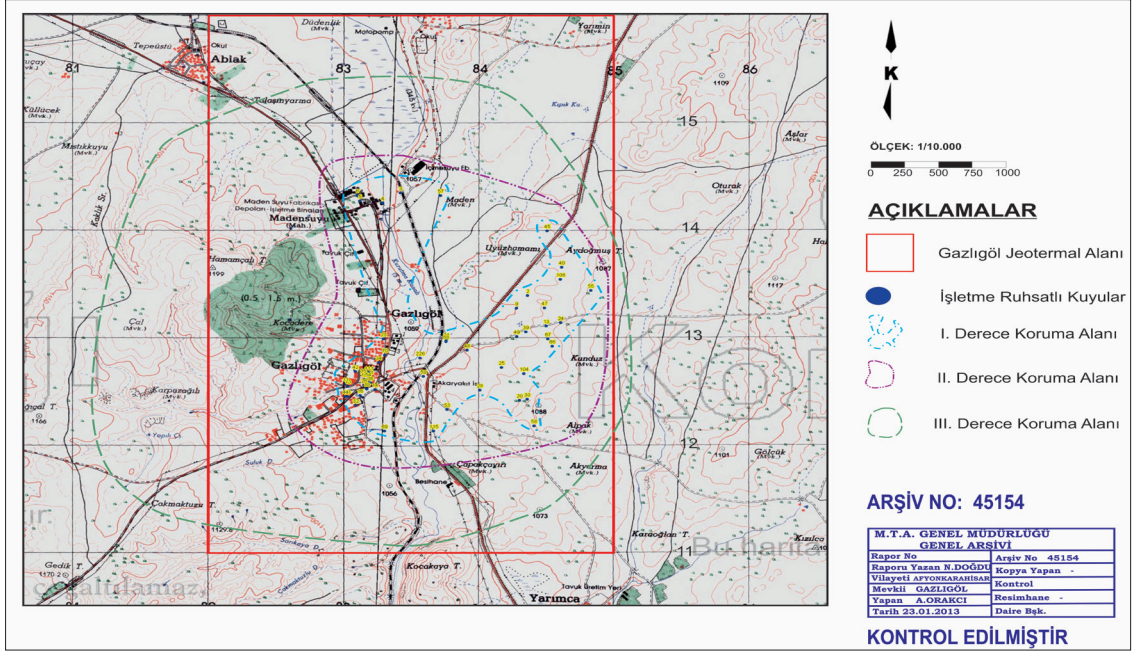
Sahada sürdürülebilirliğin sağlanması için alanda çalışır durumda olan kuyuların düzenli olarak bakımı

yapılmalı, suların yer altına sızması önlenmeli, kuyulardan kuyu testlerinde belirlenen sürdürülebilir verim/optimum debi dikkate alınarak üretim yapılmalı, reenjeksiyon sistemine giden su kontrol edilmelidir.

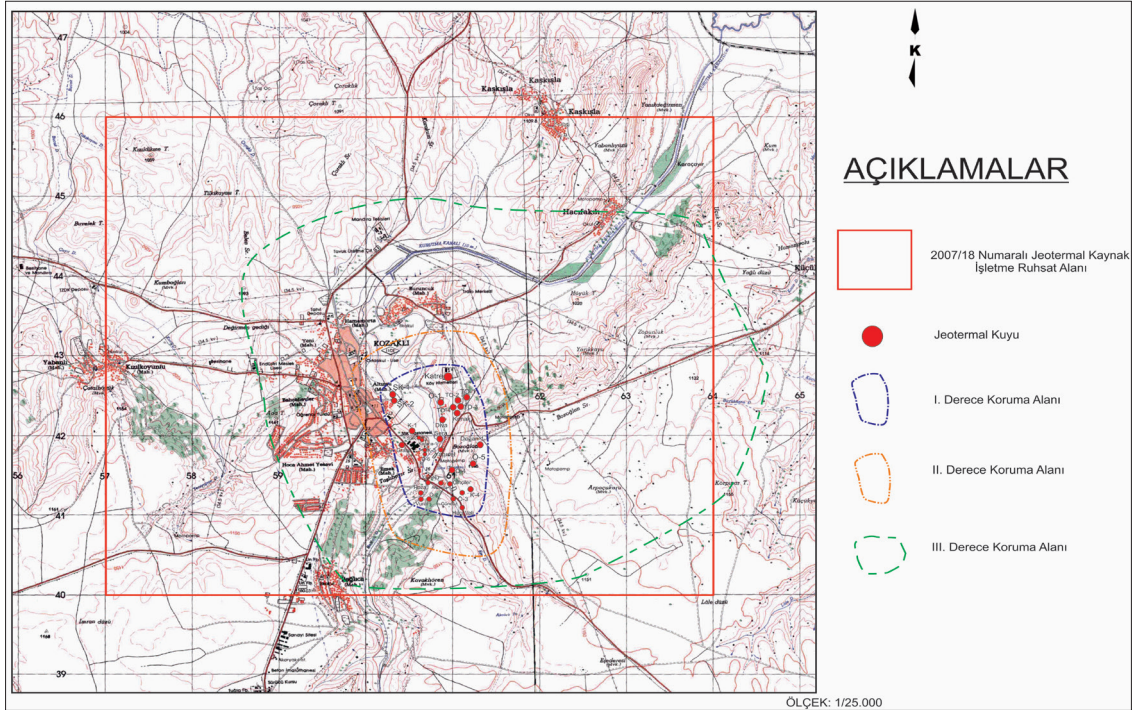
Kaynak koruma alanlarında alınması gereken önlemler, izin verilebilecek unsurlar şu şekilde özetlenebilir. I. derece koruma alanı içinde kirliliğe sebep olacak depolama (gübre, kimyasal madde vb.) tarımsal faaliyetlere izin verilmemelidir. I. derece koruma alan içerisinde yer alan dere, çay gibi yüzey su kaynakları ıslah edilmeli taşkın kontrolüne karşı gerekli önlemler alınmalıdır. I. derece koruma alanı sınırları içinde bulunan tüm yapıların kirli suları iyi tecrit edilmiş borularla alan dışına sevk edilmelidir. Jeotermal akışkanı bünyesinde bulunduran rezervuarın kirletici unsurlardan korunması amacıyla, alan içerisinde dinamit vb. patlayıcıların kullanılmasının zorunlu olduğu kum ocağı, taş ocağı, kömür ocağı, yarma, kanal, kazı vb. faaliyetlerin olması durumunda söz konusu faaliyetlere, kuyu ve doğal çıkışlara zarar vermeyecek şekilde kontrollü olarak izin verilebilir. Rezervuarda kirliliğe sebep olabilecek gübre ve kimyasalları kullanmamak, gübre ve kimyasalları alanda depolamamak ve rezervuarı kirletmeyecek diğer tedbirlerin (atıklarını hijyenik şekilde III. derece zon sınırı dışına taşımak vb.) alınması kaydıyla teknolojik sera yapılabilir. Terk edilmiş ve temiz tutulmayan çukurluklar ile kullanılmayan veya tekniğine uygun yapılmayan, atıl durumdaki sondajlar uygun bir malzeme ile doldurulmalıdır. Alan içinde yapılacak olan turistik tesis ve diğer yapı projelerinde yakıt depolaması ile ilgili (akaryakıt istasyonu vb.) ünitelere izin verilmemelidir. II. derece koruma alanı sınırı içinde soğuk su sondajı olarak açılan ve sıcak su sondajına dönüştürülen ve kaçak olarak kullanılan kuyular varsa kapatılmalıdır. III. derece koruma alanı içinde yer alan tesisler ve yapıların atıkları sızdırmaz borularla alan dışına çıkarılmalı, arıtma tesisleri



Şekil 5- Gediz-Abide (Kütahya) jeotermal alanına ait kaynak koruma alanları haritası (Doğdu vd., 2006).



Şekil 6- Gazlıgöl (Afyonkarahisar) jeotermal alanına ait kaynak koruma alanları haritası (Doğdu vd., 2013b).

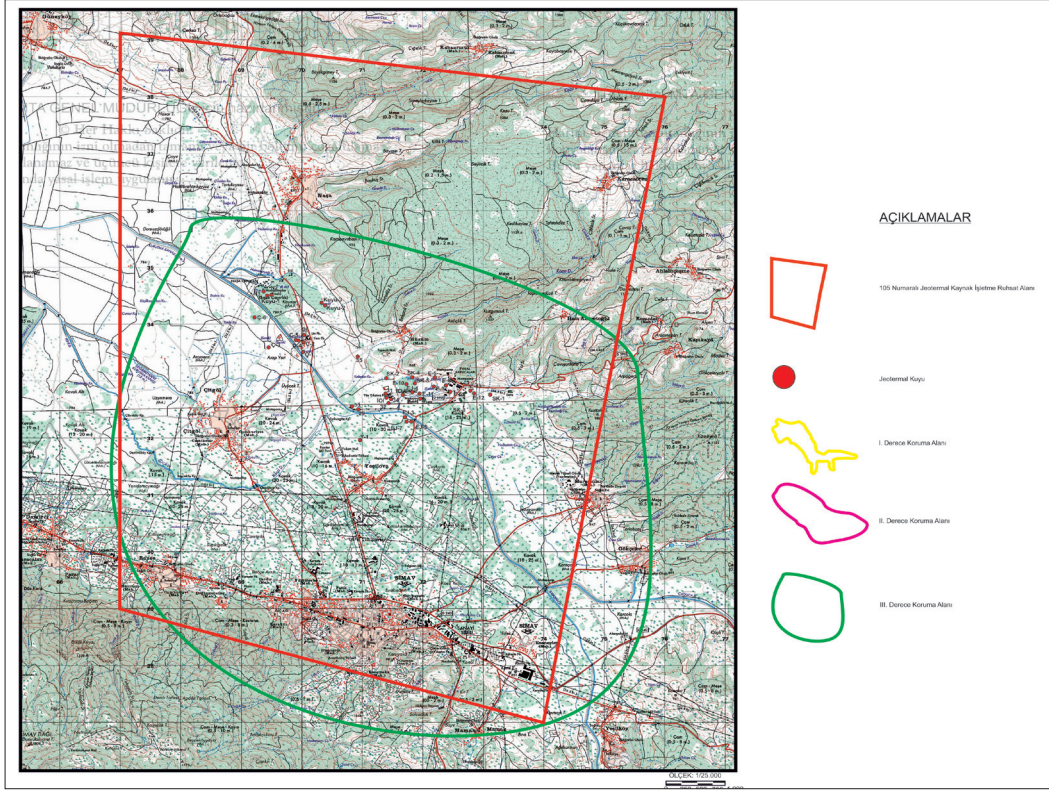


Şekil 7- Kozaklı (Nevşehir) jeotermal alanına ait kaynak koruma alanları haritası (Doğdu vd., 2018).

kesinlikle oluşturulmalıdır. Dinamit kullanılmak kaydıyla taş ocağı işletilebilir. Her türlü ziraat yapılabilir. İyi nitelikli kanalizasyona sahip yerleşim birimleri kurulabilir. Atıkları çevre ve yer altı suyu

kirlenmesine neden olmayacak her türlü endüstri tesisi ve işyeri kurulabilir.

Jeotermal Kaynak Koruma Alanı Etüt ve yerinde inceleme çalışmaları, MTA Genel Müdürlüğü



Şekil 8- Simav-Eynal-Çitgöl-Naşa (Kütahya) jeotermal alanına ait kaynak koruma alanları haritası (Doğdu vd., 2019).

Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Jeotermal Rezervuar Araştırmaları ve Kaynak Koruma Alanları Birimi bünyesinde 7 jeoloji mühendisi, 4 hidrojeoloji mühendisi, 1 kimya mühendisi ile 1 tekniker tarafından gerçekleştirilmektedir.

Değerlenen Belgeler

Doğdu, N., Akan, B., Tamgaç, Ö.F. 2013a. Jeotermal Alanlarda Kaynak Koruma Alanlarının Belirlenmesi: Afyonkarahisar-Sandıklı Jeotermal Alanı Örneği, MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni Sayı - 15, Ankara.

Doğdu, N., Aydoğdu, Ö. Şahan, M., Akar, M., Duran, Y. 2019. Simav-Eynal-Çitgöl-Naşa (Kütahya) 105 Numaralı İşletme Ruhsatına İlişkin Kaynak Koruma Alanı Etüt Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 13813, Ankara (yayımlanmamış).

Doğdu, N., Orakcı A., Atmaca, İ., Akar, M., Duran, Y. 2018. Kozaklı (Nevşehir) 2007/18 Numaralı İşletme Ruhsatına İlişkin Kaynak Koruma Alanı Etüt Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 13746, Ankara (yayımlanmamış).

Doğdu, N., Orakcı A., İldeş L., Uğurlu M., Akar M., Ünal, H., Duran Y. 2013b. Gazlıgöl (Afyonkarahisar) Jeotermal Alanına ait Revize Kaynak Koruma Alanları Etüt Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11643, Ankara (yayımlanmamış).

Doğdu, N., Özmutaf, M., Ünal, H. 2006. Kütahya-Gediz-Abide Jeotermal Sahası Koruma Alanları Etüt Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 10852, Ankara (yayımlanmamış).

IGA (International Geothermal Association), <https://www.geothermal-energy.org/explore/what-is-geothermal/>