

Seraların Jeotermal Enerji ile Isıtılmasında Ortaya Çıkabilecek Çevresel Etkiler

Sedat Karaman

Ahmet Kurunç

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 60240, Tokat

Özet: Ülkemiz tarım sektöründe seracılık ekonomik açıdan önemli bir yere sahiptir. Ülkemizin kalkınmasıyla birlikte artan enerji tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan çevre sorunları konusunda toplumun duyarlılığı hızla arttığından, günümüzde çevreye en az zarar verecek kaynak kullanımının seçimi, teknik ve ekonomik etmenler kadar önemlidir. Jeotermal enerji kaynaklarının kullanımı önemli boyutlarda çevre kirliliğine neden olabilir ve bu çevre kirliliği canlılara ve doğaya zarar verebilir. Seraların jeotermal enerji kaynaklarıyla ısıtılması teknik ve çevre ile ilgili bir takım önlemler alındığı taktirde, ısıtma giderlerini en aza indirecek ekonomik bir yetiştiricilik olanağı sağlamakla birlikte, sera alanlarımızın artmasına da yardımcı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Sera, jeotermal enerji, çevre kirliliği

Environmental Effects of Geothermal Energy Used for Greenhouse Heating

Abstract: In agricultural sector of our country, greenhouse enterprises have an important position from economical standpoint. Since sensitivity of people on the subjects of environmental problems due to energy consumption which rises with developments of the country were increased, nowadays, selection of source use which will cause the least problems in the environment is important as well as technical and economical factors. Use of geothermal energy sources can cause considerable environmental pollution and this may detriment to living beings and the environment. If some technical and environmental precautions are taken, the heating of glasshouses using geothermal energy sources will provide an economic cultivation in which the heating costs is decreased to a minimum and will help to increase our greenhouse lands as well.

Keywords: Greenhouse, geothermal energy, environmental pollution

1. Giriş

Üretim harcamaları içinde ısıtmanın payı % 60'lara kadar yükseldiğinden, seracılıktaki başarı bu oranın düşürülmesine bağlıdır. Bunun en etkin yolu ise doğal ısı kaynaklarından yararlanmaktır. Nitekim son yıllarda seracılığın yaygın olduğu diğer bir çok ülkede olduğu gibi, Türkiye'de de jeotermal enerjiye talep giderek artmaktadır. Bilindiği gibi jeotermal enerji yerkabuğu içinde erişilebilir derinliklerde geçirimli kayaçlar içinde yer alan, basınç altında aşırı derecede ısınmış suların içerdikleri ısı enerjisidir (Sevgican ve Eşder, 1984).

Dünyada jeotermal sıcak su kaynaklarının bulunduğu bölgelerde bu kaynaklardan çok yönlü olarak yararlanılabilmekte olup bu kaynakların kullanım şekilleri arasında seraların ısıtılması önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle 1980'lerde başlayan enerji krizinden sonra sera ısıtmasında fosil yakıtı kullanan üreticiler alternatif enerji kaynakları kullanmaya başlamış ve jeotermal enerji bu dönemde daha da önem kazanmıştır (Van de Break, 1989). Dünyada jeotermal enerjinin seraların ısıtılması amacıyla kullanıldığı ülkeler arasında ilk sıraları Çin,

Macaristan, İzlanda, İtalya Rusya, Tunus ve ABD almaktadır (Lund and Freeston, 2001).

Ülkemizin kalkınmasıyla birlikte artan enerji tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan çevre sorunları konusunda toplumun duyarlılığı hızla arttığından, günümüzde çevreye en az zarar verecek kaynak kullanımının seçimi, teknik ve ekonomik etmenler kadar önemlidir. Enerji sıkıntısı çekilen ülkemizde ucuz ve yenilenebilir gibi olumlu özellikleri nedeniyle doğal bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji kaynaklarının önemi her geçen gün daha da artmaktadır (Oruç, 1994). Uzun ömürlülük ve düşük maliyet etkenlerinin yanı sıra çevre sorunları açısından da jeotermal enerjinin fosil enerji kaynaklarına göre tartışmasız üstünlükleri vardır. Seraların jeotermal kaynaklarla ısıtılması teknik ve çevre ile ilgili bir takım önlemler alındığı taktirde, ısıtma giderlerini asgariye indirecek ekonomik bir yetiştiricilik olanağı sağlamakla birlikte, sera alanlarımızın artmasına da yardımcı olacaktır (Filiz ve Dorsan, 1998).

Ülkemizin tektonik açıdan çok etkili bir zon üzerinde bulunmasının yanında jeolojik ve meteorolojik koşullarının da uygun olması, ülkemize jeotermal enerji yönünden büyük avantajlar sağlamaktadır (Yıldız, 1999). Maden Tetkik Arama Enstitüsü tarafından yapılan araştırmalara göre yurdumuzdaki jeotermal enerji potansiyeli 31 500 MWth dolayında olup, bu enerji potansiyeli 3 800 ton/saat sıvı yakıtın yakılmasına eşdeğerdir. Ülkemizde dünya standartlarına uygun olarak yüksek sıcaklıkta (rezervuar sıcaklığı 180 °C'dan büyük, elektrik üretimine elverişli), orta sıcaklıkta (rezervuar sıcaklığı 70-80 °C arası, ısıtma ve endüstri amaçlı) ve düşük sıcaklıkta (rezervuar sıcaklığı 70 °C'dan düşük ısıtma, kaplıca vb. amaçlı) jeotermal enerji kaynakları bulunmaktadır. Türkiye'deki mevcut yeraltı sıcak su kaynaklarının seraların ısıtılmasında kullanılması, ekonomik bir şekilde kışın turfanda sebze tarımı yapılmasını sağlayacak niteliktedir. Tarım ürünlerinin depolarda muhafazasını sağlayacak soğukluğun bu enerji ile üretilmesi söz konusu ise de, Türkiye'de jeotermal enerjinin tarımda kullanılmasının yaygın şekli, seraların ısıtılmasıdır. Seraların ısıtılmasında sıcak sular ya doğrudan kalorifer tesisatına verilmekte, ya da sıcak sular yardımı ile hava ısıtılarak ısıtılmış hava seralara verilmektedir (Oruç, 1994).

Özellikle Denizli, Kütahya, Simav, Afyon, Kırşehir, Gonen, Erzincan, Şanlıurfa ve diğer yörelerimizde bulunan jeotermal enerji kaynakları ülkemiz seracılığı için bulunmaz birer fırsattır. Ülkemizin sahip olduğu 31 500 MWth jeotermal kapasite ile 150 000 dekar sera alanının ısıtılabilceği belirtilmekte olup, günümüzde 310 dekar sera alanının seranın jeotermal enerji ile ısıtıldığı saptanmıştır (Günerhan et al., 2000). En son uygulamalar göz önüne alındığında, Türkiye'de jeotermal enerji ile işletmeye açılmış merkezi ısıtma sistemleri, termal tesis ve sera ısıtmalarının toplam kapasitesinin 248 MWth (yaklaşık 40 000 konut eşdeğeri) olduğu tahmin edilmektedir (Mertoğlu ve ark., 1996).

2. Jeotermal Enerjinin Çevresel Etkileri

Çağımızın en önemli konularından biri, doğal enerji kaynaklarının çevre kirliliğine neden olmadan verimli şekilde kullanılmasıdır. Enerji kullanımı ve üretimi ile hava kirliliği arasındaki ilişki tartışılmayacak kadar açıktır.

Hava kirleticileri havanın doğal bileşimini değiştiren is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki kimyasal maddelerdir. Bu kirlilik yerel ve hükümetlere ait bütün kuruluşları organik yakıt kullanımına karşı alternatif enerji kaynaklarını aramaya zorlayacak boyutlardadır. Her ne amaçla olursa olsun organik yakıtların kullanımından kaynaklanan hava kirliliği, kabul edilebilir sınırların çok üzerindedir. Jeotermal merkezi ısıtma sisteminin kullanımı sonucunda, fosil yakıtların tüketimi ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve asit yağmuru gazlarının yani CO₂, NO_x, SO_x 'in atmosfere atımından dolayı meydana gelen zararlı etkileri ortadan kaldırılarak ormanların ve bitki örtüsünün zarar görmesi engellenecektir. Gerekli önlemler alındığında jeotermal kaynakların kullanımıyla temiz çevre ve sağlıklı ortam ucuza sağlanmış olmaktadır (Mertoğlu ve ark., 1994). Isısı alınan jeotermal akışkan bileşimi bozulmadan re-enjeksiyonla (geri basım) ana kaynağa verildiği taktirde hidrolojik çevrim açısından da bir sorun ortaya çıkmamakta ve rezervin yenilenebilirliği sağlanabilmektedir (Karahane ve Kumsar, 1994).

Son yıllarda seraların ısıtılması amacıyla jeotermal suların kullanımı sonucunda ortaya çıkan atıkların çoğu kez yeterli önlem alınmadan doğaya boşaltılması gittikçe artan boyutlarda bir çevresel kirlilik sorununu gündeme getirmektedir. Havası, suyu ve toprağı bozulmuş ortamlarda yaşayan insan ve diğer canlılar bu durumdan olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu atıklar besin zinciri ve hidrolojik çevrim gibi yollarla, bir ortamdaki kirlilik değerini de etkilemektedir (Karahane ve Kumsar, 1994).

Özellikle eski tip jeotermal santrallerde uygun planlama ve tasarımların yapılmaması durumunda, çekilen akışkanın debisine ve bileşimlerine bağlı olarak jeotermal enerjinin kullanımı bazı çevre sorunlarına yol açmaktadır (Eşder, 1981). Bunlar: (i) bitki ve hayvanlar üzerinde olabilecek ekolojik olumsuz etkileri, (ii) sülfürik asit (H₂SO₄), radon ve yoğunlaşmayan diğer gazlar nedeniyle hava kalitesi üzerine olan olumsuz etkileri, (iii) sondaj kuyularının açılması sırasında meydana gelen gürültü kirliliği, (iv) hatalı atık sistemi tasarımları sonucunda yüzey sularının kirlenmesi, (v) arazi kullanımı üzerine olabilecek olumsuz etkileri, (vi) sismik aktiviteleri teşvik edecek doğrultudaki olumsuz

etkileri, (vii) yeryüzüne çekilen jeotermal akışkanın su kaynakları ve ılıcalar üzerine olabilecek olumsuz etkileri, (viii) arkeolojik ve kültürel kaynaklar üzerine olabilecek potansiyel olumsuz etkileri, (ix) mevcut ekonomik, nüfus ve toplumsal yapı üzerine olabilecek olumsuz etkiler olarak sıralanmaktadır. Bu sorunlar arasında tarımsal açıdan en önemlisi hava, su ve toprak kirlenmesidir (Karahan ve Kumsar, 1994). Ancak bu sakıncaların yerel koşullar dikkate alınarak uygun planlama ve tasarımla giderilmesi olasıdır (Kaya, 1994; Yıldız, 1999).

Jeotermal sahalarda oluşan çevre sorunlarına en iyi örneklerden birisi olarak, Pamukkale yakınlarında bulunan Karahayıt Kaplıcaları gösterilebilir. Herkesin bir kuyu açarak kendi sorunlarını çözme eğilimini sürdürdüğü bu bölgede, kızıl travertenleri yaratan kaplıca suları yok olmuş, turizm açısından çok önemli olan bu bölge büyük sorunlarla baş başa kalmıştır (Arslan, 2003).

Jeotermal kuyuların çevre üzerine diğer bir fiziksel etkisi de gürültüdür. Kuyularda çalışılırken gürültü 120 dB'i aşabilir. Bu gürültü düzeyi, susturucu olarak adlandırılan atmosferik seperatörlerle 85 dB'e indirilebilir. Kuru buhar kuyularında ise gürültünün azaltılması çok daha zordur (Arslan, 2003).

Yeraltı rezervuarlarından büyük hacimlerde akışkan çıkarılır ve yerine bir şey konulmazsa, üst tabaka basıncı gözenekli rezervuar kayacını sıkılaştırabilir. Bu da, yüzeydeki arazide göçmelere neden olabilir. Suyun çekilmesi veya yeraltına enjekte edilmesi durumunda rezervuar kayacının gerilme koşulları değişerek deprem oluşumu olasılığını artırabilir. Büyük miktarda suyun yüksek basınçla aktif faylara basılması durumunda da sismik aktivite ortaya çıkacağından, bunlardan kaçınmak gerekir. Ne kadar dikkatli olursa da çeşitli jeotermal sahalarda doğal mikrosismik olaylar sık sık oluşur, fakat zarar verici sarsıntılar yok denecek kadar azdır. Yerkabuğundaki gerilimlerin küçük yerel sarsıntılarla sık sık boşalımı, bu alanlar üzerinde yüksek gerilimlerin yeteri derecede toplanmasını ve böylelikle büyük depremlerin oluşmasını önler. Bazı sahalarda atık suyun rezervuara geri basımıyla göçme azaltılarak doğal yapının korunmasına çalışılmaktadır. Bu yüzden jeotermal alanlarda rezervuar basıncının korunmasına önem verilmelidir (Arslan, 2003).

3. Jeotermal Enerjinin Kullanımından Kaynaklanan Çevre Kirliliğinin Önlenmesi

Jeotermal sular kimyasal yapılarından dolayı korozyon ve kabuklaşma gibi teknik sorunlarla tuzlulaşma, kirletme, çoraklaşma gibi çevresel sorunlar yarattığından, sera ısıtma sistemlerinde kullanılacağı zaman ısı eşanjörlerinden geçirilerek kullanılmaları gerekmektedir (Filiz ve Dorsan, 1998). Sulamada kullanılmayan termal suların tarım alanlarına zarar vermesinin önlenmesi için bu suların kullanıldıktan sonra ortamdan uzaklaştırılması gerekir (Eşder, 1981). Termal suların uzaklaştırılmasında kullanılan başlıca yöntemler (Sevgican ve Eşder, 1984); (i) yüzey su kaynaklarına boşaltmak, (ii) evaporasyon havuzlarında bekletmek, (iii) buharlaşma yoluyla çöktürmek veya kristalleştirmek ve (iv) re-enjeksiyonla derin kuyulara enjekte etmektir.

Bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de, jeotermal enerjinin üretilmesi ve kullanılmasıyla ilişkili çevre sorunlarının önlenmesi konusunda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Gelişen teknolojiye ve duyulan ihtiyaca göre jeotermal atık suların içerisindeki bazı kimyasal maddeler üretilerek akışkan zararsız hale getirilebilmektedir. Jeotermal akışkanlardan özellikle lityum asitborik, ağırsu, amonyum tuzları, CO₂ buzu vb. elde edilmesi de mümkün olup maliyetleri düşürücü etkenler arasındadır (Kaya, 1994). Türkiye'deki jeotermal akışkanlardan teknik olarak yan ürün kazanımları olası ise de ekonomik görülmemektedir. Nitekim değerli yan ürünlerin konsantrasyonu sularda yüksek olmayıp, kimyasal arıtma yöntemi suyun tasfiyesinde ekonomik bir yol değildir (Mertoğlu ve ark., 1994). Türkiye'deki akışkanlardan sıvı karbondioksit ve kuru buz dışında mineral eldesi teknik olarak mineral kazanılması için (örneğin; NaCl, KCl, CaCl₂, B, PbSO₄ vb.) üretilen debinin en az 4500 t/h, toplam çözünmüş katı miktarının da en az 10 000 mg/l olması gerekmektedir (Wahl, 1977). Ülkemizde jeotermal kaynaklardan kimyasal madde üretimine ticari anlamda Denizli-Kızıldere'de 40 000 ton/yıl kapasiteli CO₂ fabrikasında başlanmıştır (Öz, 1999).

Atık sular bazı durumlarda yüksek oranda çözünmüş madde içerebilmekte olup bu çözünmüş maddeler soğuma etkisiyle çökelirler. Bu nedenle jeotermal atık sular genellikle dinlendirme havuzlarında

çöktürülerek arıtılabilir. Atık sulardaki bu çöktürmeler, kimyasal olarak reaksiyona girmemeleri ve zehirli olmamaları nedeniyle toprağa gömülerek kolayca ortadan kaldırılabılır (Arslan, 2003).

Termal suların yok edilmesinin bir yolu da bu suların yeryüzü sularına karıştırılmasıdır. Ülkemizde jeotermal enerji ile ısıtılan seralarımızdan çıkan termal sular, çoğunlukla böyle bir kaynağa ulaştırılmakta ve hatta seralar bile bu kaynaklarla sulanmaktadır. Jeotermal suların seralarda kullanıldıktan sonra yakınından geçen bir akarsu veya gölete verilmesi içerdikleri H_2S , bor, arsenik, florit ve amonyak gibi bileşikler nedeniyle bu kaynakların da tarımsal sulama özelliklerinin yitirilmesine neden olmakta ve özellikle sularda yaşayan canlılar bu atıklardan olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca nehirlerle boşaltılan akışkan, nehir suyu sıcaklığının yükselmesine yol açarak sulardaki ekolojik dengeyi bozmaktadır. Söz konusu kaynaklardaki bu sıcaklık yükselmeleri su ortamındaki kimyasal ve biyokimyasal süreçlerin hızlanmasına neden olmakta ve oksijen tüketimini artırmaktadır. Sıcaklığın artması atmosferde oksijen kazanımını da olumsuz yönde etkilediğinden, nehrin doğal arıtma yeteneği azaltılmaktadır (Karahan ve Kumsar, 1994). Denize yakın bazı jeotermal alanlarda, akışkan kimyasal yönden deniz suyu karakteristiğindedir. Bu gibi durumlarda atık suyun denize gönderilmesi bir sorun yaratmamaktadır (Öz, 1999).

Seraların ısıtılmasında kullanılan jeotermal suların özellikle göl ya da denizlere ulaştırılması sırasında tarımsal alanlara sızma yapmamasına da özen gösterilmelidir (Sevgican ve Eşder, 1984). Ülkemizde Kızıldere (Denizli) gibi kıta içi sahalarda yer alan jeotermal sistemler için bu sorun özellikle önemlidir Söz konusu bölgede bulunan jeotermal tesislerdeki suyun büyük bir kısmının (% 80) Büyük Menderes nehrine verilmesi sonucu, nehrin kirlenmesinin yanında 200 km'lik bir zon boyunca tarımsal faaliyetler ve üretim olumsuz yönde etkilenmekte ve büyük bir enerji potansiyeli boşa harcanmış olmaktadır (Atılğan, 1994). Bu yörede seracılığın gelişmesi tartışmasız bu sorunun çözülmesine bağlıdır. Çünkü bölgede tarım arazileri ve seralar bu nehrin suları ile sulanmaktadır. Benzer şekilde Aydın Germencik'teki seraların ısıtılmasında kullanılan termal su atıkları da

Bozköy çayına bırakılmaktadır. Bunların yanında Edremit Bostancı jeotermal alanındaki doğal sıcak sular, sera ısıtılması gibi amaçlar için kullanıldıktan sonra tarım alanlarının sulanmasında değerlendirilmektedir. Kalitesi iyi olan bu termal sular tarımsal alanlarda toprak sıcaklığını yükselttiklerinden, erkenciliğe neden olabilmektedir. Salihli Sart kaplıcalarındaki termal suları tabak çayına boşaltılmaktadır. Bu çay suyu ile sulanan çevre sebze ve meyve bahçelerinde herhangi bir zararın gözlenmemiş olması bu termal suların kalitesinin iyi olduğunu göstermektedir (Sevgican ve Eşder, 1984).

Genellikle jeotermal sular, kimyasal özellikleri bakımından yüzey sularından daha farklıdır. Jeotermal sulardaki erimiş katyon ve anyon çeşidi ve miktarı fazladır. Bunlardan sulama açısından önemli olanlar; sodyum, kalsiyum ve magnezyum katyonları ile klorür, sülfat, bikarbonat ve karbonat anyonlarıdır (Ergüden, 1996). Bir sulama suyunun kalitesi içinde erimiş durumda bulunan maddelerin konsantrasyonuna ve bileşimine bağlıdır. Sulama suları ile toprağa verilen bu maddeler zamanla toprakta birikerek, tuzlu toprakların meydana gelmesine neden olur. Herhangi bir suyun sulama amacıyla kullanılabilmesi için eriyebilir tuz miktarı, sodyum oranı ve toksik elementler olmak üzere üç ölçüt esas alınır (Chhabra, 1996). Suyun sulamada kullanılabilirlik ölçütlerinden üçüncüsü olan toksik elementler içerisinde bor içeriği, jeotermal suların tuzluluk ve sodyumluluk oranı kadar önemlidir. Bor oranı yüksek olan bazı jeotermal kaynaklar, tuzluluk ve sodyumluluk oranı bakımından da sulamaya elverişli değildir (Ergüden, 1996). Bu nedenle jeotermal suların sulama suyu olarak kullanılıp kullanılmayacakları konusunda bir yargıya varmak ve tarım topraklarında olası zararlara neden olmalarını önlemek için bu suların kalitelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Söz konusu suların kalitesinin saptanmasında suların bor içerikleri, karbonat (Na_2CO_3) miktarları, toplam tuzlulukları (elektriksel iletkenlikleri) ve sodyum katyonlarının diğer katyonlara oranı (SAR) üzerinde durulmalıdır (Sevgican ve Eşder, 1984; Ergüden, 1996).

Bitkiler için gerekli etmenler arasında bulunan borun noksanlığı kadar aşırılığı da sorun yaratmaktadır. Toprakta bor fazlalığı genellikle toprağın bor minerallerince zengin

ana materyalden oluşması, bor kapsamı yüksek sularla sulama veya endüstriyel atıklarla oluşmaktadır (Oruç, 1994; Chhabra, 1996). Yapılan bir araştırmada, Aşağı Büyük Menderes havzasının en önemli sulama kaynağı olan Büyük Menderes nehrinin endüstriyel atıklara ek olarak Sarayköy-Kızıldere, Germencik-Ömerbeyli jeotermal kuyularından kaynaklanan atıklarla büyük ölçüde kirlendiği ve gerekli önlemler alınmadığı takdirde havzada yaklaşık 130 000 ha tarım alanının tuzluluk ve bor kirlenmesi nedeni ile kullanılamaz hale geleceğini belirtilmiştir (Batur ve ark., 1984). Yine bu araştırma sonuçlarına göre bu atıklardaki bor konsantrasyonu 20-36 ppm arasında değişmekte olup, bu suların bor ve tuz konsantrasyonları Büyük Menderes nehrinde seyreltme sonucu oldukça azalmakla birlikte, özellikle nehir debisinin düşük olduğu sulama dönemlerinde bor kirlenmelerine neden olmaktadır. Normal bitki gelişmesi için gereksinim duyulan düzeyden daha fazla olan bor düzeyleri, bir çok bitki çeşidi için zehirli etki yapmaktadır. Sulama suyunda 1 ppm borun duyarlı bitkilerde gözle görülebilir zehirlenme belirtilerine yol açtığı ve 5 ppm borun ise dayanıklı bitkileri bile etkilediği bildirilmektedir (Chhabra, 1996).

Seraların ısıtılmasında kullanılacak jeotermal akışkanın debisi yüksek olacağı için sisteme veya eşanjöre verilecek jeotermal akışkanın doğaya bırakılması beraberinde bir takım sorunlar getirmektedir (Kaya, 1994). Bu sorunları ortadan kaldırmada en etkili yol eşanjör kullanmak ve eşanjör yardımıyla normal sulara bu sıcak suların ısılarını transfer etmek ve ısıyı alınan suyu tekrar yeraltına basmaktır. Re-enjeksiyon olarak adlandırılan bu yöntemle jeotermal sular tekrar yeraltına verildikleri için hem çevre hem de rezervuar parametrelerinin korunması ve bu rezervuarların ömürlerinin uzatılabilmesi mümkün olmaktadır. Tarımı koruma, jeotermal rezervuarın kapasitesini devam ettirme ve yeraltında suyla ekstrakte edilen mineralleri dolayısı ile oluşan kaviteasyonları engelleme gibi avantajları olan re-enjeksiyon yöntemi dünyanın her tarafında başarı ile uygulanmaktadır (Mertoğlu ve ark., 1994). Bir çok ülkede yasalarla zorunlu hale getirilen re-enjeksiyon uygulamalarının Türkiye’de de yaygınlaştırılmasına önem verilmelidir. İşletmeciler açısından re-enjeksiyon masraflı ve

çevresel bir zorunluluk olarak değerlendirilmekle birlikte bu yöntem kaynağın en iyi biçimde kullanılması için gereklidir. Doğru re-enjeksiyon, kaynağın ömrünü uzatabilir ve daha verimli enerji alınmasını sağlayabilir (Öz, 1999).

Re-enjeksiyon için ilk akla gelen, üretim sahalarında üretim dışı kalan kuyularla yapılmasıdır. Fakat böyle bir uygulama, sahada hala üretim yapan kuyuların suyunu soğutmak tehlikesi ile karşı karşıya gelmemize neden olabilir. Diğer bir düşünce yine aynı sahada mevcut kaynaklarda daha derin bir kuyu açarak yer katmanlarındaki daha derindeki ısı kaynaklarının beslenmesi düşünülebilir. Diğer bir uygulama ise o sahadan biraz daha uzakta sondaj açarak bu işlemin gerçekleştirilmesidir (Atılğan, 1994). Jeotermal akışkanın tekrar rezervuara geri gönderilmesinde; dikey ve yanal üretim kuyusu, kuyuları veya rezervuarı olumsuz (sıcaklık, basınç) etkilemeyecek uzaklıkta seçilmeli, yapılacak işin ekonomik yönü düşünülmeli, re-enjekte edilecek akışkan özellikle entegre kullanımlardan sonra düşünülüyor ise kimyasal yapısının da korunmasına dikkat edilmelidir (Kaya, 1994).

4. Sonuç ve Öneriler

Jeotermal enerji kaynaklarının kullanımı sonucu önemli boyutlarda çevre kirlenmesi olabilir. Bu kullanımlar sonucu ortaya çıkan çevre kirliliği canlılara ve doğaya zarar verebilir. Jeotermal suların yakınlardaki akarsu ve göllere verilmesi yerel ekolojii etkileyebilir. Isının bu şekilde çevreyi etkilemesi ve boşa harcanmasının önlenmesi, kaynağın kullanım çeşitliliğini artırmakla olur. Çevreye verilerek harcanan ısı, konut ısıtması ya da proses ısısı olarak kullanmak amacıyla kazanılabilir (Arslan, 2003).

Seracılık bakımından iyi bir ekoloji ve mikroklimaya sahip yörelerde mevcut jeotermal potansiyelin projeye dayalı olarak işletmeye açılması, ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır (Filiz ve Dorsan, 1998). Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimine karşı ucuz, yenilenebilir, çevre açısından daha temiz ve yerli enerji kaynağı olması nedeni ile jeotermal kaynakların araştırılması ve geliştirilmesine öncelik verilmeli, ayrıca bu sektör ile ilgili yatırımlar özendirilmelidir (Mertoğlu ve Başarır, 1995). Mevcut sera alanlarımızın büyük bir kısmını jeotermal kaynaklarla ısıtma

olanağımız olduğu gibi, jeotermal alanlara yakın yörelerde seracılığın gelişimi hızla artacak ve mevcut potansiyel oranında yeni sera alanları kazanılacaktır.

Günümüzde enerji sorununun çözümünde kullanılabilecek en iyi alternatif enerji kaynağı olan jeotermal sistemlerin dikkatli bir şekilde incelenmesi ile yapılan çalışmanın başarısı önemli ölçüde artacaktır. Jeotermal değerlendirme yatırımları için jeotermal rezervuar parametrelerini (basınç, sıcaklık vb.) koruyarak rezervuarı etkin tutmak, beslemek ve

doğada herhangi bir çevre kirliliği yaratmamak için yapılan bir uygulama olan re-enjeksiyon kuyuları da üretim kuyuları kadar önemlidir. Bu nedenle jeotermal arama ve geliştirme faaliyetlerine re-enjeksiyon dahil edilmelidir (Mertoğlu ve Başarır, 1995). Jeotermal enerjinin geliştirilmesine, enerji politikasının yanı sıra, çevre politikası açısından da önem verilmelidir (Öz, 1999). Bir çok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de re-enjeksiyon yasalarla zorunlu hale getirilmelidir.

Kaynaklar

- Arslan, F. 2003. Jeotermal enerji. http://www.msb.gov.tr/bulten/Bulten_17/Makaleler/09Jeotermal_Enerji.htm.
- Atılğan, M. 1994. Jeotermal Kaynaklarda Re-enjeksiyonun Önemi. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 56-60.
- Batur, K., Şener, S., Özkara, M. ve Yeşilyurt, G. 1984. Jeotermal atıkların Büyük Menderes Nehri’ne karıştırılmasının Aşağı Büyük Menderes Havzasının Tarımsal Yapısına Etkileri. Menemen Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müd. Menemen.
- Chhabra, R. 1996. Soil Salinity and Water Quality. A.A. Balkema Publishers, Old Post Road Brookfield, VT, 284 s., USA.
- Ergüden, Ş. 1996. Seferihisar-Balçova Jeotermal Kaynaklarının Konut ve Sera Isıtılmasına Yönelik Projelerin Değerlendirilmesi üzerine İncelemeler. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 45 s., İzmir.
- Eşder, T. 1981. Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları ve Seracılıktaki Önemi. I. Türkiye Seracılık Kongresi, Etibank Matbaası, 81-108 Antalya.
- Filiz, M. ve Dorsan, F. 1998. Sera Isıtma Sistemlerinde Alternatif Enerji Olarak Jeotermal Kaynakların Kullanılma Olanaklarının Teknik ve Ekonomik Yönü. 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 20-23 Eylül 1998, Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Adana, Genel Yay. No: 19, Cilt 2.
- Günerhan, G., Koçer, G. and Hepbaşlı, A. 2000. Present Status of Geothermal Energy in Turkey. GRC Buletin, Spring Issue.
- Karahan, H. ve Kumsar, H. 1994. Jeotermal Enerjinin Denizli’nin Merkezi Isıtılmasında Kullanılmasının Çevresel Etkileri. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 359-365.
- Kaya, A. 1994. Jeotermal Enerji İle Isıtma. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 95-101.
- Lund, J.W. ve Freeston, D.H. 2001. Worl-Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2000. Geothermics, 30, 29-68.
- Mertoğlu, O. ve Başarır N. 1995. Yenilenebilir, Ucuz ve Kendi Öz Varlığımız olan Jeotermal Enerjinin Türkiye’deki Uygulamaları ve En Son Gelişmeler. 5. Türk-Alman Enerjisi Sempozyumu, İzmir.
- Mertoğlu, O., Mertoğlu, M. ve Başarır, N. 1994. Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemlerinin Çevreye Müspet Katkısı, Teknolojisi ve Ekonomik Değerlendirmesi. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 1-9.
- Oruç, N. 1994. Büyük Menderes Havzasında Jeotermal Enerji Üretimi ve Bor Kirliliği. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 350-358.
- Öz, E.Ş. 1999. Türkiye’de Çevre Dostu Jeotermal Enerjiden Isıtmada Yararlanmanın Avantajları ve Uygulama Örnekleri. Yıldız Teknik Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 92 s., İstanbul.
- Sevgican, A. ve Eşder, T. 1984. Jeotermal Kaynaklar ve Sera. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 21 (1), 56-60, Antalya.
- Van de Break, N.J. 1989. New methods of greenhouse heating, engineering and economic aspects of energy saving in protected cultivation. Acta Horticulture, 245.
- Wahl, E. 1977. Handbook for Geothermal Energy Utilization, CA,USA.
- Yıldız, İ. 1999. Jeotermal Su Kaynaklarının Türk Tarımında Kullanılma İmkânları. Ziraat Müh. Dergisi, 321, 56-60.