

Sondaj Sempozyumu'96 , Izmir- 1996 , ISBN 975-395-178-7

## **Jeotermal Sistemlerde ve Soğuk Su Sondajlarında Korunma ve Kullanma Alanları**

### **The Protected And Production Fields In Geothermal Systems And Ground Water Drillings.**

I.H.Karamanderesi

*MTA Ege Bölge Müdürlüğü, istanbul Cad No 62 35042 Bornova-izmir*

**ÖZET:** Günümüz insanları doğal kaynakları ihtiyaçları nispetinde kullanmaktadırlar. Son yıllardaki gelişimler, insanların sıcak su ve soğuk su sistemlerini aşın şekilde soğuracaklarını göstermiştir. Bu bildiride insanların bu ihtiyaçlarını karşılarken , karşılaştıkları olayları ve bu olaylar karşısında insanların davranış şekilleri hakkında bazı sorunları sergilemek ve bu sorunların çözümünde kullanılması gerekli yöntemleri önermektedir.

Soğuk su sistemleri çok eski yıllardan beri çok yoğun kullanımda oldukları için bunlar hakkında belirlenmiş standartlar tüm dünyada olduğu gibi yurdumuzda da oldukça yerleşmiş veya bazı standartlar yeterince yerleşmiştir. Sıcak su veya jeotermal enerji sistemlerinde ise bu konuda henüz hiçbir çalışma ve /veya standart yoktur. Jeotermal enerji arama ve araştırmaları günümüze kadar MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmüş, bu konudaki standartlar dünya literatüründen derlenmiş veriler ve yayınlardan elde edilen bilgiler ışığında standartlar oluşturulmuştur. Son yıllardaki gelişmeler yurdumuzda özel sektörün de bu konulara hızla girdiği veya gireceği konusunda bazı işaretler vermeye başlamıştır. Bu nedenle uygulamalara yönelik yakın gelecekte karşılaşılabilecek sorunlar ve bu konularda ki çözüm önerileri burada yer imkanları nispetinde sergilenmeye çalışılacaktır.

**ABSTRACT:** The studies in the recent years have shown that the potential of thermal and groundwater have been used in extensive limits by the people. In this paper some case histories between the police of groundwater usage, and the people reactions were given. As applied in other countries there are definite groundwater used standart in our country too. But there is no thermal water standards in Turkey. There are only some standards by the international studies MTA. Bearing in mind the private sector activities in thermal areas a national standard are needed in our country.

## GİRİŞ

Doğrusöz (1991) Sular Hukuku kitabında Türkiye'de su kaynakları ve bunların kullanımı hakkında bir bölüm açarak sularla ilgili kanunların tarihçesini vermiştir. Tabii bu verilen tarihçe suların kullanım şekilleri olan içme, sulama, enerji, ulaşım, su ürünleri avcılığı, turizm, dinlenme, su kıyılarındaki kum ve çakıllardan ve kaplıcalardan faydalanma şeklinde belirlenmiş olan kullanım sorunlarının yarattığı problemlerin oluşturduğu hukuk felsefesi içinde çözüm yollarını önermiştir.

Demirel, Z. (1988) 'de Yeraltısulan ve Şifalı suların korunma alanlarının belirlenmesi hususunda kullanılacak olan hidrojeolojik kriterlerin tespiti için bir çalışma yapmıştır. Eminim ki suların çok yönlü kullanımı ve insanların değişik davranışları yeraltısulanın kirlenmesine neden olur. Yeraltısuyuna, tadım bozan, insan sağlığına zararlı herhangi bir madde karışımı var ise kirlenmeden söz edilir. Ağırıklı kirlenmeler organizmalar (virüsler, bakteriler vs.) ile böcek yumurtalarıyla ortaya çıkar.

Şifalı suların da kirlenmelerden korunmaları gerekir. Şifalı sular en azından içmesuyu kalitesinde olmalıdır, içmesuyu korunma alanlarından farklı olarak, şifalı sularda kalitatif ve kantitatif korunma alanları belirlenir. Kantitatif korunma alanlarının amacı, normal yeraltısulanından kimyasal bileşimleri, fiziksel özellikleri, oluşumları, gaz içerikleri ve sıcaklıkları ile ayrılan şifalı suların bu özelliklerinin değişmemesi içindir. Kantitatif korunma alanları ise hijyenik açıdan korunmayı sağlamak amacıyla belirlenir.

M.T.A. Genel Müdürlüğü 'nce yapılmakta olan kaplıca, içmece ve maden suyu etüdlerinde, kaynak ve kuyular için korunma alanları tayini gerektiğinden bu tip çalışmalarda kullanılan kaynakça Dr. Esat Başkan tarafından (1973) de hazırlanmış olan bir nottur. Başkan 'm notlarından anlaşılan "Korunma alanları tayininde en önemli faktör, kaynak ve kuyuların bulunduğu sahanın jeolojik-hidrojeolojik özellikleridir. Jeolojik-hidrojeolojik etüdlere, örtü tabakasının kalınlığı, niteliği ve akiferin geçirimsizliği, süzme özelliği ayrıca yeraltısuyunun akım yönü bilhassa dikkat edilmesi gerekli hususlardır." der. Başkan çalışmasında bütün kaynaklar için geçerli olan fakat tüm kaynaklar için standart bir tipi olmayacağı önceden belirlenmiş bir öneri not olarak karşımıza çıkmaktadır.

927 sayılı Sıcak ve Soğuk Maden Sularının İstisman ile Kaplıca Tesisi Hakkında Kanun ve 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu ile ilgili diğer kanunlar ile ilgili olarak Sağlık Bakanlığı tarafından bir yönetmelik hazırlanmış ve bu yönetmelikte Maden sularının korunması hakkında uyulacak ilkeler belirlenmiştir. Yine aynı kanunda Maden sularının tarif, tanım ve genel özellikleri verilmiştir.

1968 Yılından beri yoğun jeotermal enerji araştırmaları yapılmasına rağmen devamlı ve yoğun bir işletme olmadığından jeotermal enerji kuyularında korunma ve kullanımları hakkında kapsamlı bir çalışma maalesef yoktur. Araştırmacıların yoğun tecrübesi sonucunda oluşturmuş olan deneyimler ile literatürden elde edilen bilgiler ışığında jeotermal enerji sahalarında karşılaşacağımız olayları ve bu olaylar sonucu çıkacak problemlerin çözüm önerilerini içeren bu çalışma hazırlanmıştır.

## **KORUNMA ALANLARI , KULLANMA ALANLARI, TARİFLER VE TANIMLAR**

**KORUNMA ALANLARI:** 18060 sayılı Turizm Yatırım ve İşletmeleri Nitelikleri Yönetmeliği (1983) 'nde Madde 114 'de sağlık tesislerinin gerçekleştirileceği kaplıca ve içme merkezlerinde yapılaşmanın Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 'nce hazırlanmış veya onaylanmış hidrojeolojik raporlarda belirtilen kaynak koruma alanlarına ilişkin yasaklara uyulması ve koruma alanlarının vaziyet planlarında gösterilmesi gerekir. Yukarıda gösterilen bir madde ile devlet kontrolünde önceki bölümlerde verilmiş açıklamaların ışığında korunma alanları soğuk ve mineralli sular için verilmiş olan kaynaklardaki ilkelere göre belirlenir.

**KULLANMA ALANLARI:** Bu yazımda kullanılan, kullanma alanları tanım karmaşası yaratsa bile işletme sahalarında özellikle jeotermal enerji üretim sahalarında üretim aşamasında üretim kuyularındaki kuyu başı ekipmanları , kuyularda yapılacak periyodik bakım çalışmaları için ihtiyaç duyulan çalışma alanlarını tanımlamak için kullanılmıştır. Jeotermal enerjinin kullanım alanları sıcaklıklara göre yararlanma sıcaklıkları ve bu sıcaklıklara göre kullanım alanları Lindal (1973) tarafından detaylı olarak tanımlanmıştır.

**JEOTERMAL ENERJİ :** İhtiyaç duyulan yörelerde (yerli), ihtiyaçların hepsini karşılayabilen (yeterli), ekonomik, doğal veya yerin sığ derinliklerinden üretilebilen, orta ve yüksek sıcaklıklı SU-BUHAR-GAZ veya bunların karışımı olan ısı taşıyıcıların taşıdığı yer ısı enerjisi JEOTERMAL ENERJİ denir (Karamandere ve Özgüler, 1988).

**KUYU TEÇHİZLERİ :** Soğuksu , Maden suyu ve Jeotermal enerji üretim ile sığ kuyularda, kuyuların korunması üretimin devamı için sağlanması amacı ile kuyulara indirilmiş bulunan filtreli ve kapalı borular ile bu boruların indiriliş şekillerine kuyu teçhizi denmiştir. Kuyu teçhizi genelde soğuksu kuyularında kapalı ve filtreli borular tüm olarak bir bütün halinde indirilir. Jeotermal kuyularda ise kapalı borular kuyubaşı emniyetini sağlamak, kuyuyu yüksek basınç ve yüzey suları ile kuyulara soğuksu girişi önleyecek şekilde muhafaza borusu olarak indirilir. Muhafaza boruları üretim zonu üzerine kadar indirilir. İndirilmiş olan muhafaza boruları standart olarak iyi kalite çimento ile çimentoların-. Daha sonra kuyu üretim zonu karakteristiklerine göre filtreli veya açık bırakılır.

**GİRİŞİM :** Soğuksu hazneleri ile sıcak su hazneleri arasında doğal veya insanlar tarafından sağlanmış yollarla soğuksu ve sıcak su girişi olan bölgelerdeki olaylara girişim denmiştir. Bu tip olaylar aşırı üretim, teçhiz hataları, veya bunların karışımı olaylar sonucu olabilir. Girişim olayları sonucu soğuksu haznelerinde zamanla ısınma, kimyasal kirlenme olayları en çok karşılaşılan olaylardır. Sıcak su haznelerinde zamanla soğuma, üretim düşüşü, üretilen akışkanda kimyasal kompozisyon bozulmaları ve üretim sorunları ortaya çıkabilir.

**GERİBASIM :** Jeotermal sahalarda özellikle yüksek entalpili sahalarda üretilen jeotermal akışkan sıcaklık, basınç , ve kimyasal şartların gereği olarak çok fazla kimyasal çözelti taşır. Jeotermal akışkanın taşımış olduğu bu kimyasal çözeltiler çoğunlukla B, F, Cl, SiO<sub>2</sub>, Ca, Li, Na, K, Mg, Mn, Fe, Rb, Sr, Cs, SO<sub>4</sub>, HC0<sub>3</sub>,

vs. Bu çözeltilerin yüzeyde akarsulara (serbest su tablasma ) verilmesi çok zaman sorun yaratır. Bu sorunların çözülmesi için kesin ve en yaygın uygulama üretilen hazneye geri verilmesidir, bu operasyona geribasım (reenjection) denmektedir.

#### UYGULAMALAR VEYA ÖRNEKLER

Burada konuya giriş için jeotermal sistemlerin genel semasım tartışarak başlamakta yarar olduğu düşünülerek sistemlerin genel semasım vererek başlanmıştır. Şekil. 1 de görüldüğü gibi jeotermal sistemler ile yeraltısuları arasında ana ilkeler veya hidrolojik dengeler bakımından çok büyük farklılıklar vardır. Bu ilkeler şöyle özetlenebilir.

Sistemleri oluşturan elemanlar ve ilkeleri şöyledir. Ana unsur porozite ve permeabilitesi çok yüksek olan hazne kaya her iki sistemde de aynı görevi üstlenmiştir. Düşük porozite ve perméabilité gösteren örtü kaya her iki sistemde de aynı görevi üstlenmiştir. Jeotermal sistemdeki örtü kaya hem orijin itibariyle örtü kaya olabilir nemde jeotermal sistemin oluşum süreci içinde sıcaklık ve kimyasal dengelerin devreye girmesi sonucu hidrotermal alterasyon dediğimiz kaya bozunması sonucu ikincil oluşumlu olabilir. Jeotermal sistemlerde olup, soğuksu sistemlerinde bulunmayan husus sistemin ısı kaynağı (heat source), ve buna bağlı olarak jeotermal sistemde entalpi, entropi ile bunlara bağlı olarak jeotermal sistemlerde sistemin genel hareket şekli aşağıdan yukarı doğru, soğuk su sistemlerinde ise hidrolik dengeden bahsedilir ve bu dengede hareket yukarıdan aşağı doğrudur. Artezyen basıncılı soğuksu haznelerinde ise ayrıcalıklı olarak sadece artezyen basıncından bahsedilmektedir. Soğuksu sistemlerinde su üretilmesine rağmen

jeotermal sistemlerde sıcaksu, buhar, gaz veya karışımlarında ise su ve buhar üretilmektedir.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan uygulamalar geçmiş yıllarda çeşitli amaçlarla açılmış olan kuyulardaki karşılaşılmış olaylardan derlenmiş örneklerin sonuçlarını tartışmaktadır.

1. Aydın ili Ilıcabaşı 'nda açılmış olan kuyular : Aydın ili Ilıcabaşı mevkiinde 1983 yılında DSİ tarafından iki adet tamamen soğuksu kuyu teçhizli olarak iki kuyu açılmıştır. Açılmış olan bu kuyulardaki teçhizler (Şekil.2) 'de gösterildiği gibi kapalı, filtreli, kapalı, filtreli olarak teçhiz edilmiştir. Bu sahadaki sistem soğuksu haznesi ile sıcaksu sistemlerini irtibatlandıran doğal fay zonunda gelişmiş bir jeotermal sistemin üst boşalım zonunda açılmış kuyulardır. Daha sonra M.T.A. tarafından aynı sahada AY-1 ve AY-2 olarak sıcaksu kuyusu teçhizli açılan iki kuyu da aynı sistem içinde açılmış olduğu için farklı teçhizli, farklı amaçlı kuyular olmasına rağmen (Şekil.3) aynı sonucu yaratmıştır. Burada iki farklı sistemin (Soğuksu ve sıcaksu sistemlerinin ) doğal olarak karışım halinde bulunduğu bölge olması nedeni ile açılmış olan kuyular istenen amacı sağlayamamıştır.

2. Sivas ili Sıcakçermik yöresinde açılmış olan Sıcakçermik-1 kuyusu soğuksu teçhizli açılmış olup kuyu bitiminden itibaren kontrolden çıkmıştır. Daha sonra kuyu başı ekipmanları ve kuyu çevresi kullanılamaz duruma gelmiş. Aynı yörede açılan ikinci kuyu doğrudan sıcak su kuyusu olarak teçhiz edilmiş. Halen Sivas ili Sıcakçermik tesisleri aynı kuyu ile beslenmekte ve tesisler bu kuyu ile işletilmektedir.

3. Aydın ili Davutlar beldesi yakınlarında açılmış olan sıcaksu kuyusu sıcaksu amaçlı olmasına rağmen soğuksu teçhizli olması nedeni ile sıcaksu haznesinde ölçülmüş olan 55° C sıcaklığa rağmen işletilmekte olan tesislerin ürettiği sıcaksuyun sıcaklığı 43° C olarak işletilmektedir. Bu yörede sıcaksu haznesine şimdilik soğuksu girişi olduğu için sistemde soğuma olmaktadır.

4. Aydın ili Germencik Ömerbeyli Jeotermal sahasında açılmış olan Dünyanın en sığ jeotermal kuyusunda (ÖB-4) 285 m. derinden 210° C akışkan üretilirken çevredeki sığ soğuksu haznesinden sıcaksu üretim zonuna soğuksu girişi nedeni ile üretim testleri sırasında üretilen jeotermal-akışkanın ısı bir aylık süre sonunda 210° C dan 190° C kadar düşme göstermiştir (Karamandere ve diğerleri, 1986).

5. İzmir ili Balçova jeotermal sahasında Balçova jeotermal sisteminin üst boşalım bölgesinde açılmış olan sığ jeotermal kuyulardan kuyu içi eşanjör sistemleri ile (Şekil.4) yapılan üretimler, 1994 ve 1995 yıllarında açılmış olan iki derin üretim kuyusunun üretime alınması sonucu bu kuyulardan yapılacak aşırı çekim veya oluşacak olan basıncı serbestlemesi sonucu Balçova jeotermal sisteminde üst boşalım yollarının önümüzdeki kış sezonunda yeterli beslenme sağlayamaması nedeniyle kuyucu eşanjör sistemlerinde muhtemelen soğumaların olabileceği beklenebilir.

6. Yüksek sıcaklıklı veya uzun periyotlarda (10-15 yıllık) üretim yapmış sahalardan elde edilen verilerin çok sistematik derlenmesi gereklidir. Bu konuda en iyi örnek

izlanda 'da bazı haznelerde görülen (Şekil.5) soğuma cephe ve yıllık soğuma gözlemleri yeni sahalarda geliştirilmesinde çok iyi rehberlik görevi yapmaktadır. Aynı gözlemler Türkiye'de Kızıldere jeotermal sahasında yapılmış. 1984-1995 yılları arasındaki gözlemler sonucu Kızıldere jeotermal sahası için sahanın yeni ömrü hesaplanmış. Kısa süreli yapılan hesaplarla sahanın ömrü çok kısa gösterilmiş olmasına rağmen uzun zaman aralığında yapılan gözlemlerle Kızıldere jeotermal sahasının ömrünün geribesim işlemleri ile iki kat artırılabileceği ortaya konmuştur. Geribesim işlemleri jeotermal akışkanın çevreye yapacağı menfi etkiyi kaldıracığı için ikinci bir avantaj sağlayacağı ortaya konmuştur.

## SONUÇLAR

Jeotermal haznelerinde üretim ve geribesim süreçlerinde devamlı hazne işletim gözlemleri yapılır. Bu gözlemler sonucu haznede gözlenen olaylara göre üretim planlaması veya üretim geliştirilmesi programları oluşturulur. Bu konuda jeotermal işletmelerde hazne mühendisliği (Rezervuar engineering) oluşmuştur. Soğuksu sistemlerinde alçalma konisi ölçülür veya hesaplanır, jeotermal sistemlerde ise girişim cephesi, basıncı serbestlemesi, ısı düşüm periyotları ve buna bağlı olarak jeotermal sahanın üretim potansiyelinin düşümünden bahsedilebilir. Jeotermal sistemlerde sistemin yaşı, genç veya fosil sistem oluşu sistemin üretim kapasitesini belirlerken, soğuksu haznelerinde akiferin kalınlığından, beslenme alan büyüklüğünden , üretim kuyularının kuyu aralığından , üretim kuyularına konmuş olan pompaların debisinden bahsedilmektedir.

Sonuçlardan bir tanesi , jeotermal sistemlerde üretim alanları ile bu alanlara yerleştirilecek üretim kuyularının aralıkları, kuyuların derinlikleri, jeotermal akışkanın sıcaklığı ile ilintili kimyasal kompozisyona bağlı olarak üretim planlanmasında multidisipliner meslek gruplarının müşterek çalışması çok önemlidir. Bu nedenle jeotermal sistemlerin araştırılmasının çok kapsamlı yapılması gereklidir. Bunun sonuçlarında sistemin işletim şekli kullanım şekli ile müşterek planlanmalıdır. Soğuksu sistemlerinde yapılan rasatlara karşılık jeotermal sahalarda çok yönlü hazne gözlemlerine özellikle ihtiyaç vardır.

#### KAYNAKÇA

- Başkan. E. 1973. *Kaynak ve Kuyularda korunma alanları tayini hakkında not*. M.T.A. Genel Müdürlüğü . Ankara.
- Doğrusöz, E.,1991. *Sular hukuku*. (İlgili kanunlar-Tüzükler ve Yargıtay Kararları). 4. Basım Ankara.
- Demirel, Z.,1988. *Korunma alanlarının belirlenmesinde hidrojeoloji kriterleri*. Ulusal 1. Hidrojeoloji simpozyumu Bildiriler. Ankara Üni. Fen Fak. Jeoloji Müh. Böl. Sahife.257-267.
- Franko, J.,1991. *The cooling of the Selfoss Geothermal reservoir in southern Iceland*-UNU Geothermal Training Programme Reykjavik, Iceland. Report 6. p:31.
- Karamanderesi, İ.H., Güner, A., Yilmazer, S., Çiçekli, K., Eşder, T., Üstün, Z., 1986, *Aydın -Germencik-Omerbeyli jeotermal sahası Omerbeyli-4 derin jeotermal sondajı kuyu jeolojisi bitirme raporu*. MTA Derleme rapor no:8271.
- Karamanderesi , İ.H., Özgüler, M.E., 1988, *Menderes ve Gediz Graben sahalari jeotermal enerji alanlarının oluşum mekanizması*. Akdeniz Üniversitesi İsparta Mühendislik Fakültesi dergisi. Sayı:4 Sahife: 196-228.
- Karamanderesi, İ.H., Ölçenoğlu, K., Pekatan, R., Işık, E., Çağlav, F., Yıldırım, N.,1990. *Ayter A.Ş. adına açılmış olan Ayter-I ve Ayter-2 sıcaksu arama kuyuları (Aydın üçabaşı) bitirme raporu*.
- Lindal, B., 1973. *Industrial and other application of geothermal energy in* Armstead, H.C.H. (ed), Geothermal Energy, UNESCO, Paris, France, pp.135-148.
- Maden Suları (Minerali Sular) yönetmeliği*. T.C. Resmi Gazete. Sayı: 19916, 1 Eylül 1988.
- 167 sayılı yeraltı suları hakkında kanun*. Resmi Gazete ile neşir ve ilam: 23 Aralık 1960, sayı: 10688 Kanun no: 167.
- Turizm Yatırım ve İşletme Nitelikleri Yönetmeliği*. T.C. Resmi Gazete 28 Mayıs 1983 Sayı 18060 Sahife:4-21