

İZMİR İLİ JEOTERMAL SAHALARIN İŞLETME SORUNLARI ve SONUÇLARININ ÇEŞİTLİ KULLANIMI

İsmail Hakkı KARAMANDERESİ

Dr. Jeoloji Yüksek Mühendisi

h.karamanderesi@gmail.com

ÖZET

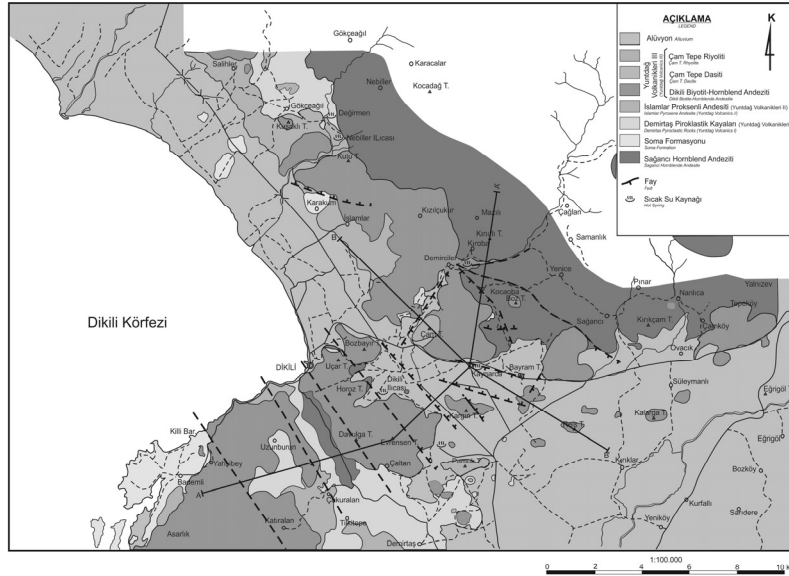
İzmir, jeotermal enerji kaynaklarının sayısı ve niteliği bakımından Türkiye'nin en zengin illerinden biridir. Seferihisar (Karakoç, Doğanbey, Cumalı ve Tuzla), Balçova-Narlidere, Dikili (Kaynarca, Bademli, Çamur Ilıcaları, Nebiler, Kocaoba), Bergama (Güzellik Ilıcası, Dübek, Paşa Ilıcası), Çeşme (Ilıca, Alaçatı, Şifne), Aliağa (Ilıcaburnu, Samurlu, Güzelhisar, Biçer, Helvacı), Çiğli-Menemen (Ulukent), Urla (Gülbahçe), Bayındır (Vardar Ilıcaları), Menderes ve Kemalpaşa gibi 11 merkezde birçok jeotermal kaynağa sahiptir. Türkiye'deki ilk jeotermal sondaj kuyusu MTA tarafından Balçova'da delinmiştir. 40 m derinliğindeki S1 kuyusunda 124°C sıcaklıkta termal su bulunmuştur. Jeotermal enerji 1963 yılında Balçova sahasının keşfedilmesiyle İzmir'in gündemine girmiştir (Şamilgil, 1985/1986).

Dikili Kaynarca jeotermal sahası İzmir ili kuzeyinde yer alır. 2008 yılından beri aktif olarak merkezi ısıtma sistemi işletmeye alınmıştır. Bu süre içerisinde 50 lt/sn debi ile akışkan üretilmektedir. Bu sistemden 2011 yılı içerisinde 1350 konut eşdeğeri ısıtma yapılmaktadır. Dikili Kaynarca mevkiindeki sıcak su üretim kuyularında ilk olarak 23.01.2011 tarihinde hareketlilik gözlenmiştir. Bu tarihten itibaren 28.02.2011 tarihinde başlayıp 17.06.2011 tarihine kadar altı adet gözlem ve ölçüm yapılmıştır. Periyodik ölçümler bölgede diri bir tektonik deformasyonun olduğunu göstermiştir. 23.05.2011 tarihinde başlayan ve 24.05.2011 tarihlerinde devam eden Bergama odaklı 5 adet deprem kaydedilmiştir. Magnitüdüleri 2.7-3.6 arasında oluşan bu depremler bölgedeki depremsellik ile zemin yükselmesinin ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu verilerin literatürde gözlenen diri fay zonlarında yapılacak çalışmalara, deprem bölgelerinde ve jeotermal işletme sahalarında yapılması gerekli çalışmalara bir örnek oluşturacağı ve yöre ile ilgili ilginç sonuçlar çıkarılmasına neden olacağı düşünülmektedir. İlk sonuçlar, hareketlerin başlangıcında dikkatli ölçülmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Ölçüm kayıtlarının hassas ölçüm ve kayıt sistemi ile yapılması gereklidir. Bölgede yapılan jeotermal saha işletmesinde yapılan örnek gözlemlerde jeotermal sahalarda, bilhassa işletme yapılan sahalarda çok dikkatli olunmasına örnek teşkil edecek veriler elde edilmiştir. Yapılmış olan örnek çalışmaların tüm jeotermal sahalarda yapılması, yapılan gözlemlerin merkezi yönetime, yerel yönetimlere ve jeotermal işletmecilere bildirilmesi elzemdir. Bu çalışmaların sonsuz faydalarının görülmesi kaçınılmazdır. Bu bildiride Jeotermal sahalarda yapılması gerekli gözlemler, rasat kayıtlarının tutulması, jeotermal sahanın işletme planının bu verilere göre planlanması elzemdir. Ayrıca yerel yönetimlerin Afet senaryolarının devamlı denetim altında gözleniyor olması gerekir.

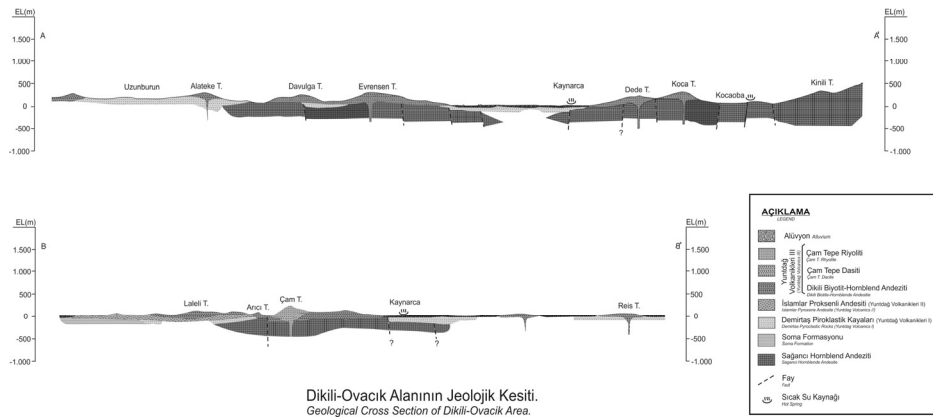
Anahtar Kelimeler: İzmir, Dikili, Jeotermal sistem, depremsellik, geri besleme, üretim planlaması.

GÖZLEMLER

Burada önemli olan; Jeotermal işletmelerde çökme (Subsidans) gözlenir (Güner, A) Kozaklıda olduğu gibi (**Foto 1.** Nevşehir-Kozaklı örneğinde görülen subsidans.(Fotograf Ahmet GÜNER'den alınmıştır)). Burada ise tersi olan yükselme gözlenmektedir. Yükselme ise Sibson, R. (1975) de anlatıldığı gibi zeminde oluşan hareketlilik bölgesel tektonik ile direkt ilişkilidir. Bu tip hareketler Deprem çalışmalarında deprem öncesi hareketler olarak Şimşek, Ş. ve Yıldırım, N., (2000a, b.), Şimşek, Ş.(2003) tarafından gözlenmişlerdir. Fakat yazarların çalışmasında deprem sonrası çalışılmıştır. Bu çalışmada ise deprem öncesi hareketin hızı, zamana bağlı değişimler elden takip edilmiştir.



Dikili-Ovacık Alanının Jeoloji Haritası.
Geologic map of Dikili-Ovacık Area.



Dikili-Ovacık Alanının Jeolojik Kesiti.
Geological Cross Section of Dikili-Ovacık Area.

Şekil. 2. Dikili jeotermal sahası jeoloji haritası.

geldiğince detaylı gözlenmeye çalışılmıştır. İmkan ve zaman bulunduğu takdirde gözlemlere devam edilmektedir. Son 30.03.2012 tarihinde üretim kuyusunda 15cm civarında yükselme ölçülmüştür.

Dikili Kaynarca Jeotermal sahasındaki hareketler 23.01.2011 tarihinde fark ediliyor. 28.02.2011 tarihinde araştırmacılara ilk gün haberi geliyor. Aynı gün birinci gözlem yapılıyor. Bundan sonra vakit bulundukça Dikili'ye gidilerek kuyu başları, vanalar ve taşıma hatları kontrol edilmiştir. Dikili Jeotermal sahasında yerinde yapılan gözlemler şu tarih sırası ile

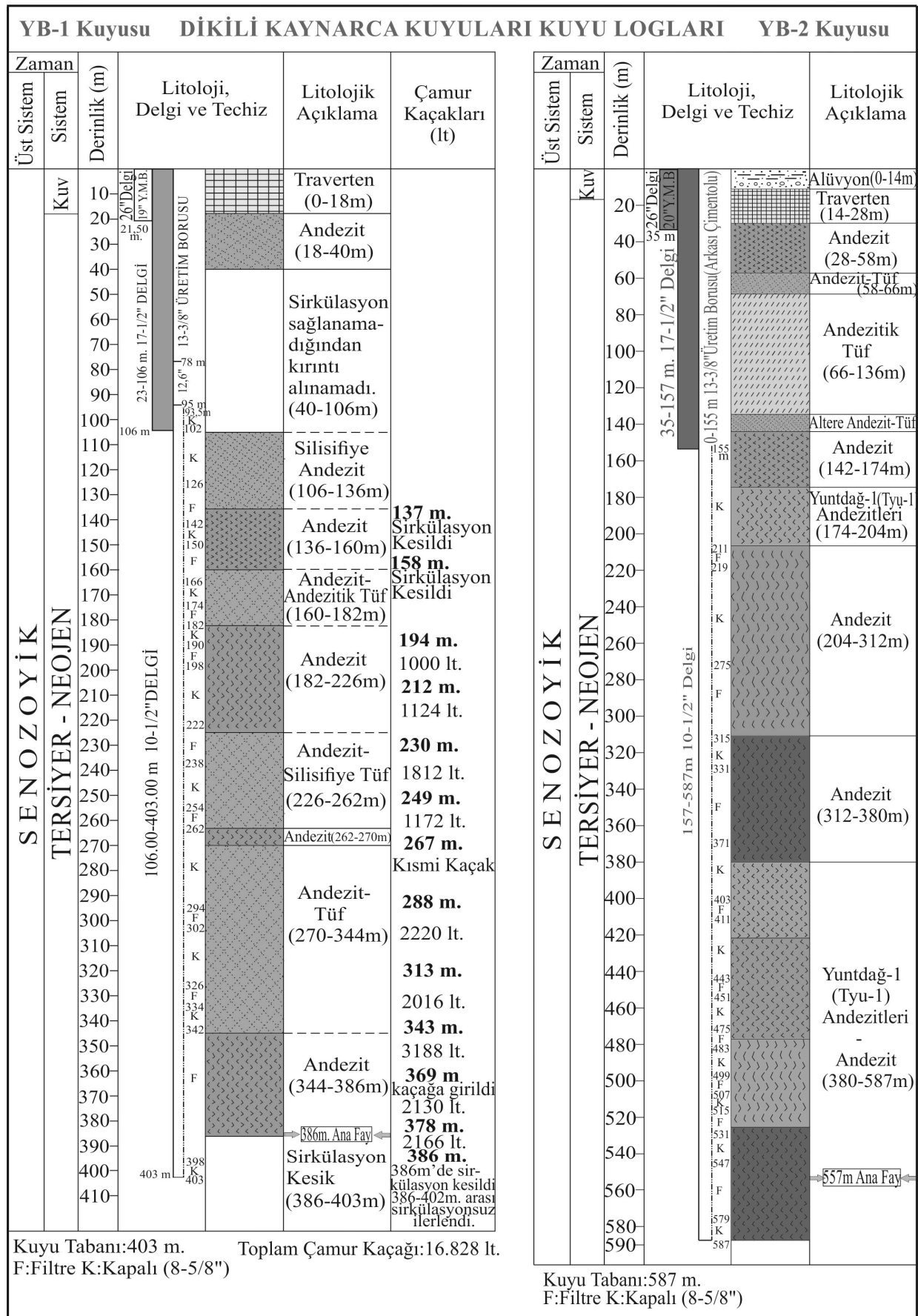
* Bu bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

verilebilir; 4.03.2011 ikinci gözlem, 11.03.2011 Üçüncü, 3.04.2011 Dördüncü gözlem, 17.06.2011, Beşinci 6.07.2011 Altıncı gözlem, 03.08.2011 son ziyaret olmuştur. **Foto.2, Foto.3, Foto.4, Foto.5 ve Foto.6.** Isı merkezindeki eski kuyu başında yükselme ve zemin betonunda parçalanmanın görüntüsün'de bu gözlemlerin fotoğrafları gösterilmiştir.

Şekil. 3 Dikili'de en fazla hareket gözlenen kuyuların Jeolojik kesitleri gösterilmiştir. Kuyu kesitlerinde görüldüğü gibi üretim ve yüzey muhafaza boruları Andezitlere set edilmiştir. Bu nedenle kuyulardaki hareketlerin esas sebebi bölgesel jeolojik yapının bünyesindeki hareketler ile ilişkili olmasından dolayı bölge halen aktiftir. Bu olayların bölgede Deprem ile ilişkisi 1939 Dikili depremi ve son olarak 5.12.2011 tarihinde 5.2 magnitudlü depremler Şekil.4 de gösterilmiştir.

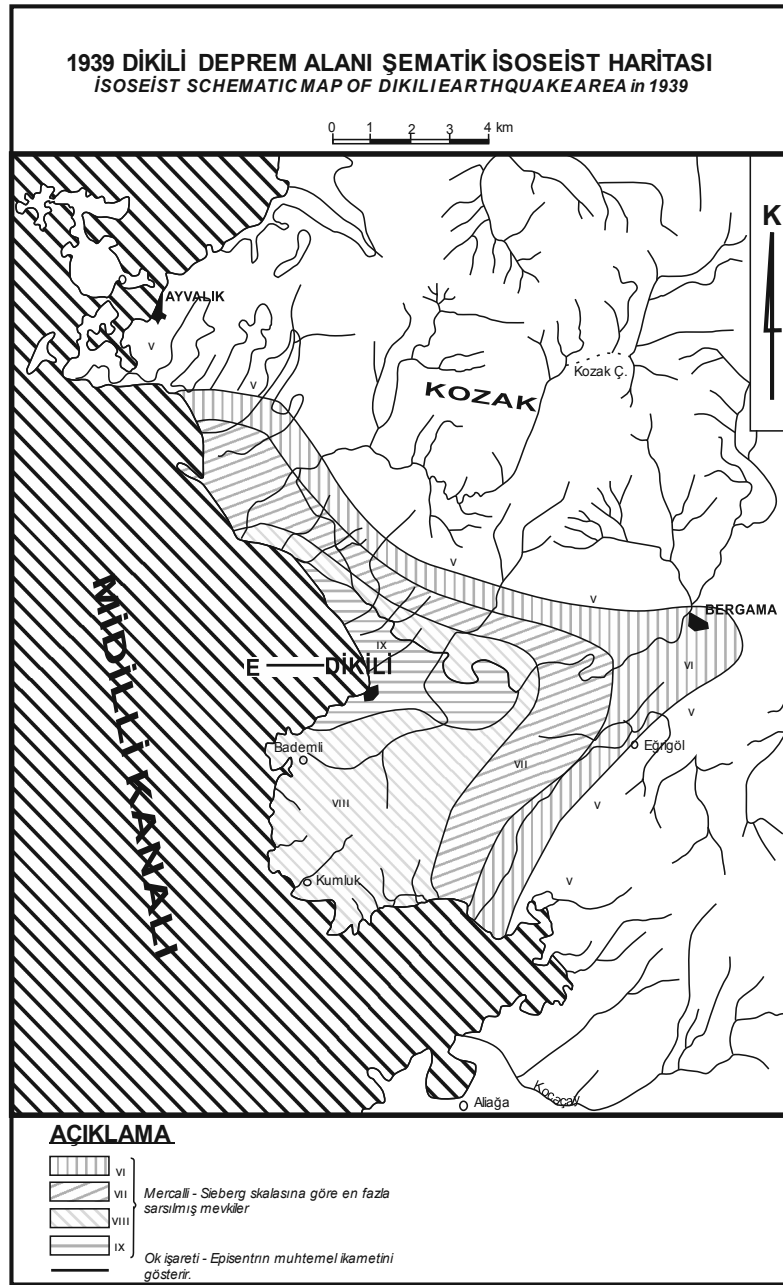


Foto 1. Nevşehir-Kozaklı örneğinde görülen subsidans (Fotograf Ahmet GÜNER'den alınmıştır).



Şekil.3. Dikili jeotermal sahası jeolojik kesiti ve hareketlerin gözlemlendiği kuyu logları
(Yılmaz, 2007-8'den sadeleştirilmiştir.)

* Bu bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.



Şekil 4. 1939 Dikili deprem alanı şematik isoseist haritası.

Bu gözlemler yapılırken Boğaziçi Kandilli Rasathanesi ile temas kurulmuştur. Sağlanan temas sırasında bölgede beklenen depremler veya niçin deprem bekleniyor düşüncesi aşağıdaki resimde görüldüğü gibi Saklıkent'te kaynak bulanıyor (Şekil.5). Şekil.5'de görüleceği gibi Jeotermal kaynakların ani ve vakitsiz hareketlerinin hassas gözlenmesi ve rasat kayıtlarının tutulması önem kazanmaktadır.

Aynı düşünce ve yukarıda verilen referanslarda görüldüğü gibi bu tip zemin hareketleri olan özellikle jeotermal kuyulardaki hareketlilik mutlaka deprem habercisi olduğu için Dikili'de de aşağıda tablo.1 de verilen beş adet deprem oldu. Neticede zemin hareketleri durdu. Jeotermal kuyularda kış sezonunda üretim sırasında seviye ve ısı düşümleri eksiksiz gözlendi (Tablo.1).



Sistem durduğu zaman ise kuyu sıcaklıkları artmaya hatta eski sıcaklıklarında üzerinde yüzeyde 93°C akışkan akmaya başladı (Foto. 3).

Dikili kaynarca sahasında halen üretim yapan 18 adet jeotermal üretim kuyusu bilinmektedir. Geri besleme kuyusu olarak kaç kuyunun kullanıldığı bilinmemektedir. Bu durumda bölgede kesin kes çökme beklenirken zeminde yükselme olması ve bu yükselmenin devam ediyor olması bölgede yeni jeotermal sistemlerin oluştuğu fikrini söylemektedir. Fakat geri besleme olmadığı takdirde sistemlerin çabuk sıcaklık düşümleri ölçülecektir.

Tablo 1. Gözlenen jeotermal sahada oluşan depremler.

TARİH /ZAMAN	KOORDİNAT (X)	KOORDİNAT (Y)	DERİNLİK (km)	MAGNİTUT	YER
<u>24.05.2011 03:19:13</u>	39.072K	27.159D	5.0	2.9	<u>BERGAMA (İZMİR)</u>
<u>24.05.2011 02:54:54</u>	39.073K	27.174D	8.1	2.7	<u>BERGAMA (İZMİR)</u>
<u>23.05.2011 18:31:39</u>	39.101K	27.140D	16.1	3.2	<u>BERGAMA (İZMİR)</u>
<u>23.05.2011 14:38:33</u>	39.084K	27.132D	8.3	3.0	<u>BERGAMA (İZMİR)</u>
<u>23.05.2011 13:06:38</u>	39.085K	27.135D	10.8	3.6	<u>BERGAMA (İZMİR)</u>

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm bu gözlem ve yorumların çerçevesinde öneriler olarak;

- 1.Bölgedeki soğuk su kaynaklarındaki tat, koku, sıcaklık ve renk değişimleri,
- 2.Jeotermal kaynaklarda olağan dışı sıcaklık, basınç debi değişimleri ile birlikte akışkanda koku değişimi takip edilmelidir. Sıcak ve mineralli su kaynaklarındaki değişimlerden bölgedeki jeotermal işletme sistemlerinde oluşan değişimler önceden belirlenebilmesi amacıyla sağlıklı olarak düzenli rasat ve kayıt altına alınmalıdır. Bu rasatlar için kaynak bölgelerinin ayrıntılı jeolojisi ve hidrojeolojisinin bilinmesi gereklidir.
- 3.Kaynarca bölgesindeki tüm jeotermal üretim kuyularındaki sıcaklık, basınç ve debi kayıtları her gün hassasiyetle tutulmalı, kuyularda olabilecek ani değişiklikler mutlaka yetkili birimlere anında bildirilmelidir. Ayrıca bölgede sıcak ve soğuk su kaynaklarından sistematik kimyasal analizler yapılmalı, gerek sularda gerekse toprakta radon gazı ölçümleri yapılmalıdır. Bu konu ile ilgili olarak gerektiğinde ilgili kamu kurumlarından destek alınmalıdır.

Dolayısıyla, jeotermal kaynaklardaki (sıcak su, buhar ve gazlar) kimyasal değişimler izlenebildiği takdirde bölgesel deprem öncesi erken uyarı amacıyla önemli bilgiler edinilmiş olacaktır.

Bu nedenle, sıcak ve mineralli su kaynakları ile soğuk yer altı sularının seviye ve kalite değişimleri gözlenmeli ve özellikle toprak ve sulara Rn, Hg, He, H₂S, CO₂ vd. gazların değişimleri izlenmelidir.

4. Jeotermal ısıtma sistemlerinde bölgede üretim yapan tüm işletmelerin geri besleme kuyularını mutlaka çalıştırmaları gerekmektedir. Sahada %100 reenjeksiyon hedeflenmelidir. Sahada (çökme) tasman riski incelenmelidir. Deprem kuşağındaki Çin ve Japonya gibi birçok ülkede bu kaynaklardaki değişimler yakından takip edilmektedir. Jeotermal işletmecileri mutlaka geri besleme yapmak mecburiyetindedir. Bu yapılmadığı takdirde sistemler soğumaya başlamakta, statik su seviyeleri alçalmaktadır.

5. Sıcak ve mineralli su kaynaklarındaki değişimlerden depremin önceden belirlenebilmesi amacıyla sağlıklı olarak kullanılabilmesi için, bu kaynak bölgelerinin ayrıntılı jeolojisi ve hidrojeolojisinin bilinmesi gereklidir.

6. Fay hatları boyunca derin dolaşımli sıcak ve mineralli suların izlenmesi de dahil olmak üzere Deprem Erken Uyarı Sistemleri kurulmalıdır.

Deprem uyarı sistemleri ile ilgili yeni gelişmeler izlenerek finans, cihaz ve eğitim açısından uluslararası işbirliği olanakları araştırılmalıdır.

7. Jeotermal suların izlenmesi ile ilgili ölçüm cihazlarının hassas ve gözlem personelinin eğitimli olması gereklidir.

Değişimlerin yanlış yorumlara ve paniğe neden olmaması için ölçülerin sağlıklı alınıp alınmadığının ve diğer yetkilerle (saha yakınında yol ve taş ocaklarındaki patlatmalar, yoğun yağış, sellenme, baraj yapımı gibi) ilgisi olup olmadığının araştırılması ve değerlendirmelerin buna göre yapılması gereklidir.

8. Kandilli rasathanesi ile teknik bilgi akışı aralıksız devam ettirilmelidir.

9. Bölgesel stresi artıran tektonik sistemde olabilecek bir enerji boşalımı (deprem) sonrasında Kaynarca bölgesindeki hareketin periyodik olarak sönümleyeceği tahmin edilmektedir.

10. Türkiye'de bilinen bütün sıcak ve mineralli sularla ilgili kayıtlar, analizler ve envanterler Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde (MTA) bulunmaktadır. Bu nedenle sıcak ve mineralli sularındaki değişimlerle ilgili olabilecek ihbarların kısa sürede karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilmesi için MTA'nın yurt çapındaki Bölge Müdürlükleri aracılığıyla veya doğrudan MTA Genel Müdürlüğü'ne yapılması sağlanmalıdır. Başka bir söylemle ilgili kamu kuruluşları arasında her türlü iletişim ağı kurulmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, JEM Jeolojik Etüt Müşavirlik bürosu ve Dikili Belediyesi destekleri ve yakın işbirliği ile hazırlanmıştır. Bu nedenle her iki kuruluşa teşekkür ederiz. Bildiride kullanılan şekillerin çizim ve düzeltme işlerini yapan Jeo. Müh. Raziye ŞENGÜN ve Jeo. Müh. Ezgi YÜRÜK'e ayrı ayrı teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akyürek, B., Soysal, Y., 1983. Biga Yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri. MTA Dergisi, Sayı:95/96, Sayfa:1-12.

Akyürek, B., and Soysal, Y., 1978. Kırkağaç-Soma (Manisa) – Savaştepe – Korucu –Ayvalık (Balıkesir) – Bergama (İzmir) civarının Jeolojisi. MTA Rap. No:6432 Ankara.

Bürküt, Y. 1966. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Plütonların mukayeseli jeenetik etüdü. Doktora Tezi. İTÜ Maden Fakültesi. İstanbul, 272s.

Ercan, T., 1982. Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve volkanizması paneli TJK Kurultayı. Ankara.

İzdar, E., 1968, Kozak intruzif masifi petrolojisi ve Paleozoyik çevre kayaçları ile jeolojik bağıntıları: Türkiye Jeol. Kur. Bült., XI, 1-2, 140-179.

Karamenderesi, İ. H., Şengün, R., Helvacı, C., 2012. Dikili (İzmir) jeotermal sahasında işletme sorunları ve çözüm önerileri. 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı 2-6 Nisan/April 2012 65th Geological Congress of Turkey. Bildiri özleri. Sayfa. 316-318. Ankara.

MTA – JICA, 1987. The pre-feasibility study on the Dikil- Bergama geothermal development Project final report. MTA, Ankara.

Öngür, T., 1972, Dikili-Bergama jeotermal araştırma sahasına ilişkin jeoloji raporu: Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap., 5444 (yayımlanmamış).

Sibson, R. H., Moore, J. McM & Rankin, A. H., 1975. Seismic pumping on hydrothermal fluid transport mechanism. J.L. geol. Soc. London. Vol.131, pp:653-659, 4 fig. Printed in N. Ireland.

Şamilgil, E., 1985/1986. Balçova kaplıcaları ve Türkiye'nin ilk jeotermal sondajları. İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi. C.5 S.1-2, Y. 1985/1986 (107-130).

Şımşek, Ş. ve Yıldırım, N., 2000a, İzmit ve Düzce depremlerinde jeotermal değişimler. (Bilim ve Teknik Dergisi), ISSN 977-1300-3380, v. 387, p.70-73, Ankara.

Şımşek, Ş. and Yıldırım, N., 2000b, Geothermal Activity at 17 August and 12 November 1999 Eastern Marmara Earthquake Region, Turkey. International Geothermal Association, Board of Directors Meeting, 6-7 March 2000, p. 1-15, Antalya

Şımşek, Ş., 2003. Geothermal Activity at Earthquake Zones and Using of Geothermal Energy on the Earthquake Areas. International Summer School on Direct Application of Geothermal Energy and Geothermal Geochemistry. Proceedings p.166-185. 2-25 June 2003.İzmir.

Yılmaz, S., Gevrek, A. İ., Aydın, N., 1990. Surface and subsurface hydrothermal alteration studies of volcanic rocks in Dikili-Bergama (İzmir) area. IESCA 1990. Proceedings. Vol.II. (Edited by. Savaşçın, M.Y., Heronat, A. H.). Pg.474-484.

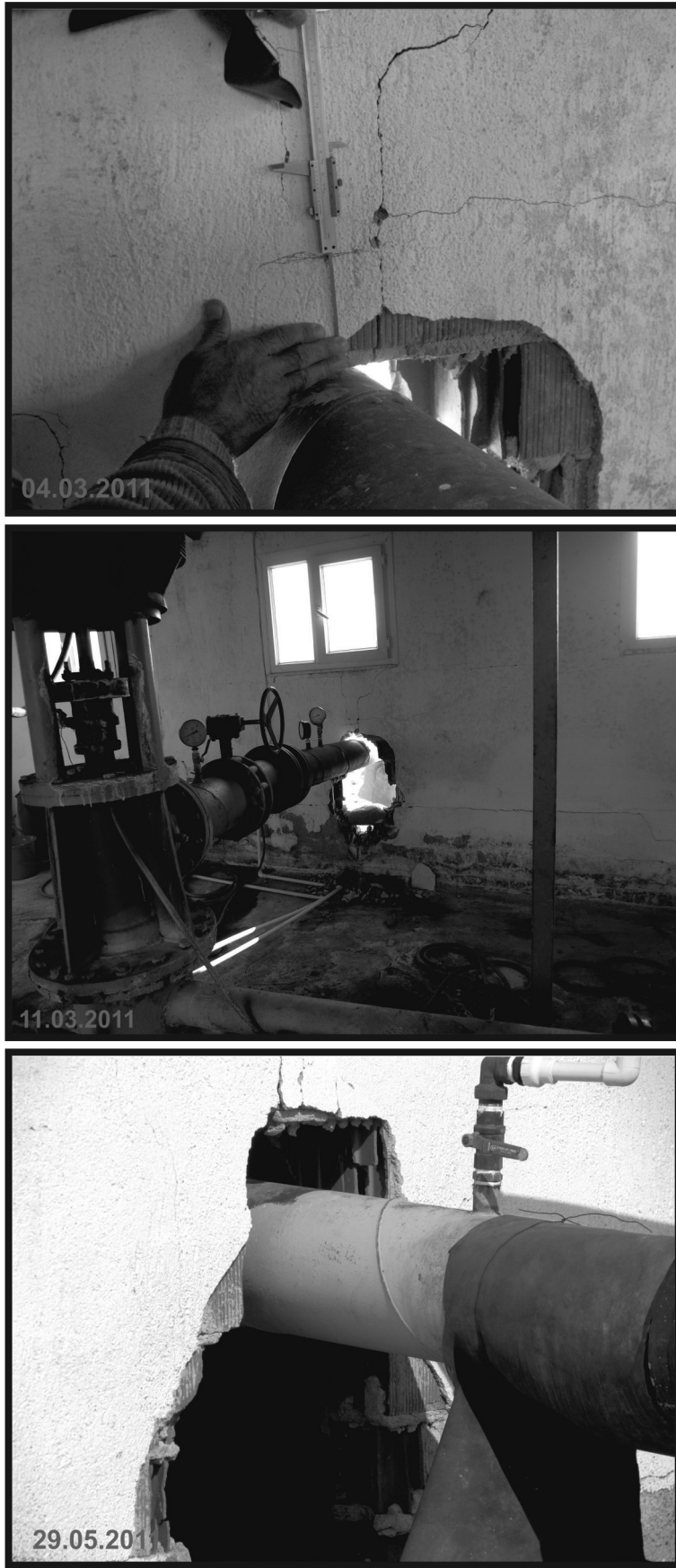


Foto.2. Isı merkezi ana dağıtım borusunun kuyu hareketi ile duvardaki tahribatı (Fotoğraflar Karamanderesi vd. 2012'den alınmıştır).

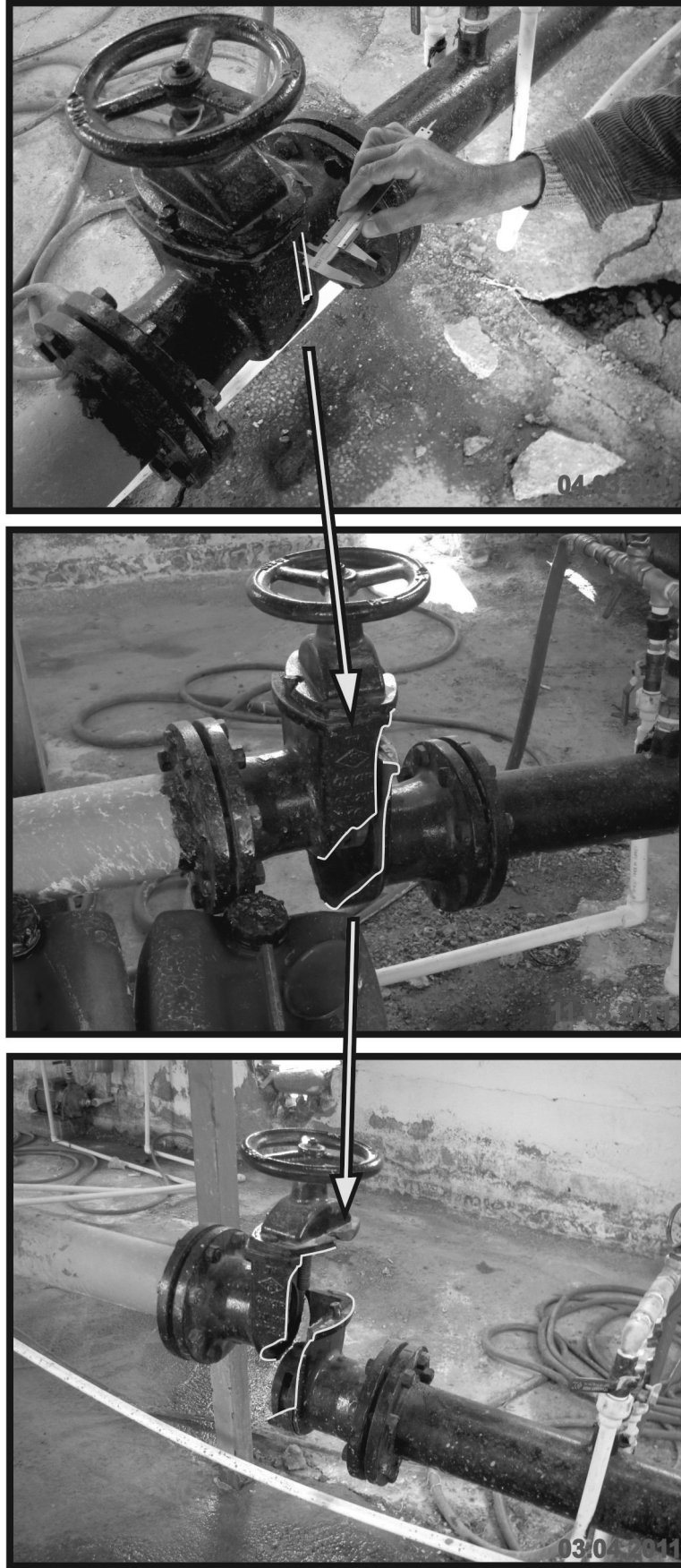


Foto.3. Isı merkezindeki kuyu başı yükselmesinin farklı hareket eden sistemdeki vanaların kopması(Fotoğraflar Karamanderesi vd. 2012'den alınmıştır). .



Foto.4. Isı merkezi ana pompanın üretim sırasında sıcaklık ve seviye düşümü olan kuyuda mevsim sonunda yüzeyden 93⁰C akış (Fotoğraflar Karamanderesi vd. 2012'den alınmıştır).



Foto.5. YB-1 üretim kuyusu kuyu içine doğru çökme (Collaps) olmasından dolayı geri besleme kuyusu olarak kullanılmak istendiğinde kuyu başı hızla yükselmeye başladı(Fotoğraflar Karamanderesi vd. 2012'den alınmıştır).

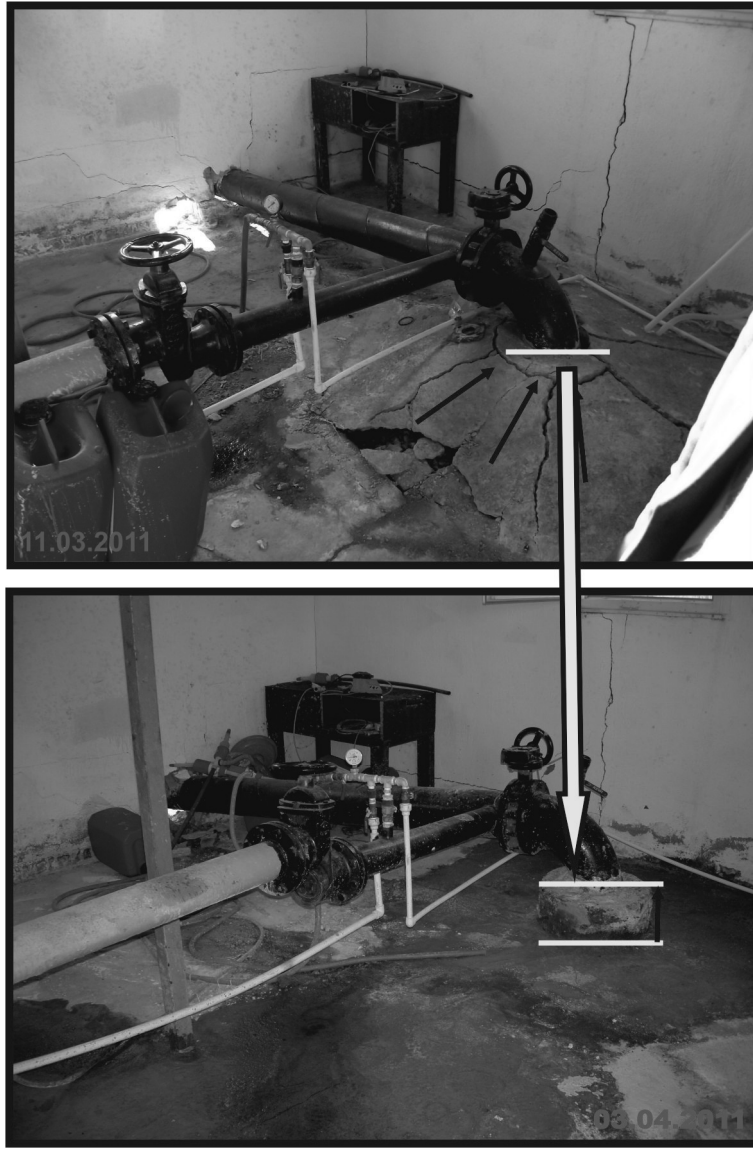


Foto.6. Isı merkezindeki eski kuyu başında yükselme ve zemin betonunda parçalanmanın görüntüsü (Fotoğraflar Karamanderesi vd. 2012'den alınmıştır).