

# JEOTERMİK ENERJİ ARAŞTIRMALARI\*

G. FACCA

*Atom Enerjisi Milli Komitesi, İtalya*

## 1. Jeotermik enerji: Büyük bir ucuz enerji kaynağı

Derin kuyularla, derin maden ocaklarında yapılan ısı etüdüleri, yer kabuğundaki ısı gradyanları arasında büyük farklar olduğunu göstermektedir. Isı gradyanları hem dikey, hem de yatay olarak değişmektedir. Dikeyde, sedimanter havzalarda, derine inildikçe, her 27-60 metrede bir ısı ortalama olarak 1°C artar; fakat belirli bölgelerde bu değer — jeotermal gradyan karşılığı — birkaç metrede bir 1°C artacak şekilde yükselir. Bu çeşit bölgeler, hiperjeotermik bölgeler olarak adlandırılmaktadır. Buralarda, pek derin olmayan kısımlarda bile sıcaklık yüksek olabilir.

Hipertermik sahalardaki enerji işletilebilir; dünyanın çeşitli bölgelerinde bu iş yapılmaktadır. Tabii sıcaklık, çok geniş ve ucuz bir enerji kaynağıdır. Jeotermik sanayi geçmiş yıllarda ilk tecrübe safhalarını geçirmiştir. Bir jeotermik enerji tesisi — aynı zamanda diğer jeotermik prospeksiyonlar — artık alelade bir prospeksiyon olarak kabul edilmekte ve vasat mineral endüstriyel prospeksiyonlardan fazla bir risk bahis konusu olmamaktadır.

Hiperjeotermik sahalardaki tabii sıcaklık, derinlikleri 300 ile 2000 metre arasında değişen, uygun sayıda sondaj kuyuları açmak suretiyle işletilir. Bu kuyulardan, işletilmeye elverişli, üç çeşit sıvı çıkar : fazla sıcak buhar, kaynar su ile karışık buhar ve sıcak su.

Fazla sıcak buhar ve kaynar su ile karışık buhar istihsal eden kuyular halen elektrik enerjisi istihsalı için işletilmektedir. Sıcak su kuyuları ise, ısıtma işleri için işletilir ve bunların endüstri bakımından fazla önemleri yoktur, fakat sıcak sudan da elektrik enerjisi elde edildiğini unutmamalıyız.

Tabii buhar doğrudan doğruya kondanse olmayan ve havaya boşalan türbin-jeneratör cihazlarına alınır, veya buharın kondanse olan bir türbinden çıkar çıkmaz bir kondansatör içinde kondanse olmasıyla meydana gelen bir vakum içine alınır.

Tabii buhar kuyulardan çıktığı zaman, kondanse edilemeyen gazlarla kirlenmiş veya bulaşmış olduğundan, kondanse su içinden geçirilir. Bu «Sekonder buhar» türbinlere verilir.

Halen yeryüzünde çeşitli jeotermik sahalar işletilmektedir. Ayrıca, birçok memleketlerde de bu çeşit sahaların bulunduğu bilinmektedir. Bunlar da kısa bir zamanda işletilebilir.

Halen çalışmakta olan üç büyük tesis şunlardır: Larderello (İtalya), 1962 yılından beri yılda 2.3 milyar kilovat saatlik enerji elde edilmektedir. Wairakei (Yeni Zelanda), Kasım 1958 de kurulmuş olup, 1960 ta bir 69 MW tesisi, 1963 te de 123

\* Birleşmiş Milletler Neşriyatından — No. E/CONF. 39/A/320, 2 Kasım 1962.

MW tesisi ilâve edilmiştir. Geysers (Kaliforniya) tesisi Haziran 1960 ta kurulmuş ve 12.5 MW tesisi ile çalışmaktadır, 1963 te bu iki katına çıkarılacaktır.

Muhtelif memleketlerde de daha küçük tesisler bulunmakta veya kurulması planlanmaktadır. Bunlar arasında, İtalya'da Monte Amiata, Meksiko'da 3500 KW lık bir türbinle çalışan Pathe; Kongo'da Katanga; Rusya'da Kamçatka tesislerini sayabiliriz.

Japonya, Şili, El Salvador ve Kenya'da araştırma ve sondaj çalışmaları devam etmektedir. Halen italya, Yeni Zelanda, Rusya ve Amerika'da önemli araştırmalar yapılmaktadır.

Kanaatimizce, yakın bir gelecekte jeotermik sanayi çok genişleyecektir. Halen işletilmekte olan sahalardan elde edilen elektrik enerjisi artacaktır. Bunlar arasında Larderello, Wairakei ve Geysers'i sayabiliriz. Çeşitli sahalarda sondaj çalışmaları artacak ve buhar istihali uygun bir seviyeye erişir erişmez enerji tesisleri kurulmaya başlayacaktır.

Bizi bu şekilde iyimser düşünmeye sevkeden üç sebep vardır :

1. Birkaç yıl evveline gelinceye kadar jeotermik enerji çok fazla ihmale uğramış, yahut fevkalâde bir hâdise olarak görülmüştür; şimdi ise ilmî ve endüstriyel işler arasında alelade bir konu olarak ele alınmaktadır.

2. Araştırmadan istihsale varıncaya kadar jeotermik sahanın bütün safhalarında büyük ilerleme kaydedilmiştir; masraflarda büyük düşme olduğu gibi, riskler de ortadan kaldırılmıştır.

3. Jeotermik kilovat saat masrafları artık bir tahmin mevzuu olmaktan çıkmıştır. Yıllardan beri çalışmakta olan üç büyük tesisten edindiğimiz tecrübe ile, istihsal masraflarını, her hangi bir yeni petrol sahası için yaptığımız gibi, bazı hatalarla hesaplayabiliyoruz.

Larderello'daki kilovat saat maliyeti 0.03 + 0.04 (Amerikan doları); Wairakei de 0.045 dolardır ve muhtemelen daha da azaltılacaktır.

En büyük enerji tesislerinde istihsal edilen hidroelektrik ve termik kilovat saat masrafı 0.04 ile 0.1 dolar arasında değişmektedir.

Jeotermik enerjinin çok az masraflı, belki de halen mevcut enerjiler içinde en az masraflısı olduğunda şüphe yoktur.

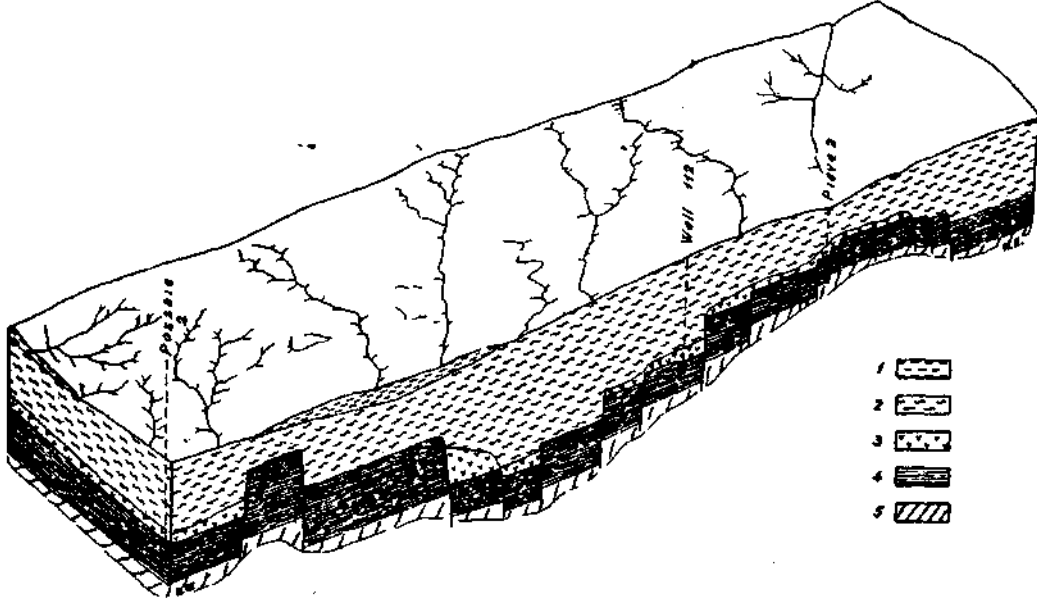
## 2. Üç jeotermik saha : Larderello, Wairakei, The Geysers

Halen işletilmekte olan bu üç saha hakkında kısa bilgiler vermek, okuyucu için faydalı olacaktır.

a. *Larderello*. — Siena'nın batısında, Siena ile Tirenien denizi arasında, Toskana'da (italya) bulunmaktadır. Bu bölge, yüzyıllardan beri sıcak su ve buharlarıyla tanınmaktadır. Isı derecesi 100 ile 190°C arasında değişir. Ortalama basınç 5 atm. olup, bor sanayiinde kullanılmakta idi.

1905 yılında ilk enerji tesisi kuruldu; iki dünya savaşı arasında büyük bir endüstriyel elektrik gelişmesi oldu. İkinci Dünya Savaşından sonra, Larderello'daki kimyasal istihsal azaldı, elektrik istihsalı ise çok arttı.

Bu bölgenin jeolojik durumu Şek. 1 deki kesitte gösterilmiştir. Taban kısmı kuarzitli ve anajenetiktir; bunu takiben yüksek poroziteli ve geçirgen, Üst Trias devrine ait evaporitli ve dolomitli bir seri gelir. Buhar bu seriden çıkmaktadır.



Şek. 1 - Larderello sahasının jeolojik kesidi (Stefani'den, 1962, değiştirilmiş)

1 - Neojen; 2 - Fliş serisi; 3 - Evaporitli Trias serisi; 4 - Kuarsitli seri; 5 - Taban.

Bu evaporitli serinin üstünde, Üst Kretase-Alt Miosen devrine ait, lokal olarak «argille scagliose» adı verilen, flise benzer, şeylli, geçirgen olmıyan başka bir seri diskordan olarak bulunmaktadır.

Hemen hemen bütün İtalyan jeologları «argille scagliose» serisinin allokon olduğu fikrindedirler. Fakat biz burada bu konuyu tartışacak değiliz, çünkü jeotermik saha bakımından pek önemi yoktur. Burada belirtmek istediğimiz husus, geçirgen olmıyan üst seri ile, alttaki evaporitli ve dolomitli rezerv serisi arasındaki yapı farkıdır. Bunlardan birincisi plâstik olup, tabandan gelen hareketlere karşı reaksiyonları gravitasyonel tektonik tiptendir, halbuki alt seri daha sert olup, bir fay-blok yapısı gösterir.

Bunun neticesi olarak, prodüktif serinin yapısı, «argille scagliose» serisinin yapısından anlaşılabilir. Fay ve kırıkların bulunduğu saha hakkındaki bilgi, sadece jeofizik etüd ve sondajlarla anlaşılabilir.

Burada sayfalarımız sınırlı olduğu için, yeteri kadar jeolojik bilgi veremiyoruz.

Larderello bölgesindeki en ilginç jeolojik özellikler şunlardır :

1. Larderello bölgesinde, son zamanlara ait volkanlar mevcut değildir. Normalin üstündeki sıcak akım, bilinmiyen bir derinlikteki magma tabakasından meydana gelmektedir.

2. Prodüktif serinin en üst kısmında, ısı derecesi 200°C nin üstündedir ve geçirgen seride derinlik arttıkça ısı derecesi hiss olunacak derecede artmaz. Bu da prodüktif seri sularında bir konveksiyon akımının mevcut olduğunu gösterir.

3. Sıcak sular, buhar fişkirmaları ve hipertermik durumun satıhtaki diğer belirtileri, alt geçirgen serinin mostraları civarında veya fliş serisinin çok mahdut bir kalınlıkta olduğu yerlerde zuhur etmektedir. Prodüktif serinin mostra verdiği yerlerde hiçbir endüstriyel buhar istihali görülmemiştir. Buna ve diğer delillere göre, katî olarak söyleyebiliriz ki,

surchauffe tabii buhar istihsalı için, geçirgen olmıyan bir örtünün muhakkak bulunması gerekir.

4. Eskiden birçok jeologlar buharın, granitik olarak soğuyan bir magma stokundan ayrıldığı ve anidritli prodüktif seri içindeki faylardan gelerek beslendiğini zannediyorlardı. Bunlar aynı zamanda, prodüktif serilerin buhar ihtiva ettiğine de inanıyorlardı. Son yıllarda bu görüşün doğru olmadığı ortaya çıktı. Prodüktif serilerde sıcaklığı, hidrolik basınca tekabül eden kaynama noktası üzerinde olmıyan meteorik sular mevcuttur.

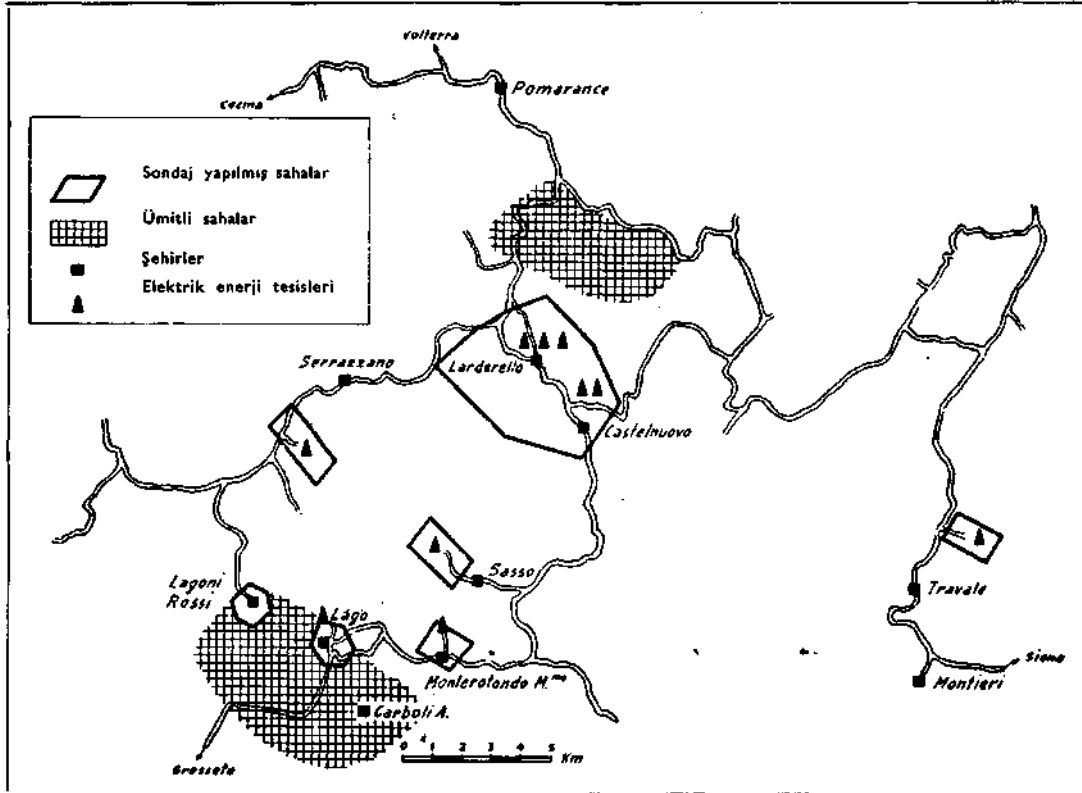
Muayyen bir miktar magmatik sıvının mevcudiyeti surchauffage'ı bu surette izah eden bazı müellifler tarafından hâlâ savunulmaktadır.

Tonani ve bu makalenin yazarı, bu meraklı noktayı başka şekilde açıklamışlardır.

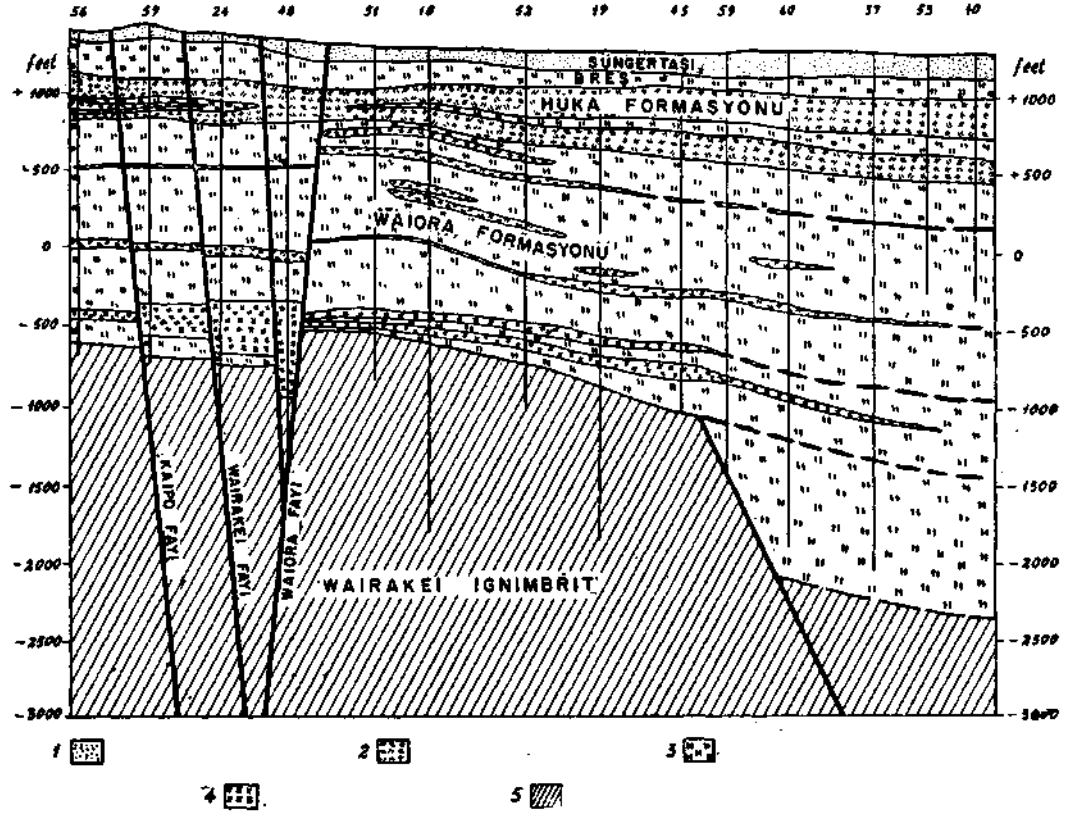
5. Şek. 2 de görüldüğü gibi, Larderello jeotermik sahasında halen dağınık halde olan bölgeler işletilmektedir. Bu bölgelerin dışında açılmış olan üç sondaj kuyusu çok iyi sonuçlar vermiştir. Bunlardan anlaşılmalıdır ki, Larderello bölgesinin imkânları tam olarak meydana çıkarılamamıştır. Bu saha zannedildiğinden birkaç misli büyük olabilir. Son olarak açılan kuyular, bu araştırmalarda yeni bir safhanın başlangıcını teşkil etmektedir.

Bu makalenin yazarı şu kanaattedir ki, Larderello bölgesinde anidritik serinin 1500-2000 metre derinliği geçmediği ve geçirgen olduğu her hangi bir kısmında sondaj yapılabilir.

Monte Amiata bölgesi, Larderello bölgesinden iki bakımdan ayrılır.



Şek. 2 - Larderello jeotermik bölgesinde sondaj yapılan ve ümitli görülen sahalar (Burgassi tarafından, 1962). Saha sınırlanmış değildir, araştırma sondajlarıyla yeni bölgeler bulunacaktır.



Şek. 3 - Wairakei sahasının jeolojik kesidi (Grindley tarafından, 1961)

1 - Sağanak halinde kül ve alüvyon; 2 - Miltaş ve süngertaşlı gre, diatomit; 3 - Süngertaş breşi, birbirine kaynamamış lâpilli kristalli ve vitrik tüf; 4 - Waiora vâdisi andeziti; 5 - Wairakei ignimbriti, yoğun yeşil-gri kuarslı ignimbrit (birbirine kaynamış kristal tüfü).

Birincisi, Monte Amiata'da yüzeyde görülen anormal sıcaklık, bazı sıcak kaynaklara (20°-50°C), CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S mofetlerine ve civa cevherine münhasır kalmaktadır

İkincisi, Monte Amiata'da asit tipinde sönmüş bir Kuaterner yanardağ ve geniş bir ignimbrit örtüsü vardır.

Pliocene ait denizel sedimanlar 900 metre yükseklikte mevcut olup, son zamanlarda vuku bulmuş tektonik faaliyeti gösterirler. Bu faaliyet, magma kitlelerinin yukarı doğru hareketleriyle ilgilidir. Bunlar yüzeye yaklaştıkça soğumakta, fakat oldukça derinlerde bulunmaktadır.

b. *Wairakei*. — Wairakei jeotermik sahası Yeni Zelanda'daki Plenty körfezinin güneybatısındadır. Bu saha, adanın orta kısmından körfeze doğru uzanan 240 km uzunlukta volkanik bir bölgedir. Yapı bakımından volkanitle dolu yeni bir grabendir.

Grabenin iki ucunda faal halde bulunan andezitli iki volkan vardır: Ruapehu ve White Island. Faaliyet halinde olan diğer bazik volkanlar ve son zamanlarda faal olan riyolit domları grabenin yerini belirtmektedir.

Wairakei sahası, volkanik bölgenin büyük grabeninde, tamamen faylı bir horst halindedir. Fakat şu noktaya işaret etmeliyiz ki, Waiora akiferindeki hipertermik saha, sadece strüktürün tepe kısmına münhasır kalmamıştır: horstun her iki kanadındaki depresyon da hipertermiktir.

Yeni Zelanda'daki jeotermik araştırma ve işletme tarihinin başlıca özelliği, ta başlangıçtan beri ilimle endüstri arasındaki sıkı münasebetleri göstermektedir. Bu şekilde edinilen değerli tecrübeler bir seri yazı halinde yayınlanarak, jeotermik ilmin ilerlemesinde önemli rol oynamıştır.

Ağustos 1961 de Roma'da toplanan Yeni Enerji Kaynakları konulu Birleşmiş Milletler Konferansı münasebetiyle, Yeni Zelandalılar bütün jeotermik detayları içine alan birçok tebliğler vermişlerdir.

Ayrıca, bundan önce «New Zealand Journal of Geology and Geophysics», «The N. Z. Department of Scientific and Industrial Research Bull.», «N. Z. Geological Survey» ve «N. Z. Engineering» adlı dergilerde birçok önemli yazılar çıkmıştır.

Daha önemli bilgilerin özetini burada veriyoruz.

1961 de edinilen bilgiye göre, Wairakei'de halen istihsal yapmakta olan 26 kuyu vardır. 1963 te 26 tane daha ilâve edilecektir. Yeni Zelanda Hükümeti bir 192 MW tesisi kurulmasına izin vermiş, bunun ilk safhası (69 MW), Mart 1960 ta tamamlanmıştır. Kapasitenin 282 MW yi bulabilmesi için plânın genişletilmesine ait hazırlıklar yapılmıştır (Armstead, 1961).

«İlk tesis (69 MW) sadece buhardan istifade etmekte olup, yaklaşık olarak, 6.5 MW ve 11 MW dereceli yedi küçük türbo-alternatörle çalışır, ikinci safha (123 MW) halen inşa edilmekte olup, buharla ilâveten, muayyen bir ölçüde sıcak su da kullanacaktır. Bunun türbo-alternatörleri daha büyük (30 MW) olacaktır» (Armstead, 1961).

İlk sondajlar 1950 de başlamış ve Kasım 1958 de North Island Grid'e elektrik enerjisi verilmiştir.

Isı derecesi 200 ile 260°C arasında değişmektedir.

Sondajların taban çapı 7-5/8", ortalama derinlik 1000 metredir. Göl çamur taşı serisi bir muhafaza borusu ile kapatılmıştır; prodüktif formasyonun taban kısmına bir boru (6-5/8" veya 6") indirilmiştir. Slot'lar kimyasal madde veya kayaç parçaları ile bloke olduğu zaman, kolaylıkla temizlenebilmesi için, boru müteharriktir.

Beher metre için ortalama sondaj masrafı 1.50 dolardır.

Topyekûn derinlik 500-1000 metredir.

Yeni Zelanda'daki diğer jeotermik sahalar Waiotapu ve Kawerau'dur, bunların her ikisi de işletilmektedir. Daha başka termik sahalar da (New Britain'deki Rabaul gibi) bulunmuş olup, incelenmektedir.

c. *The Geysers, Kaliforniya, A.B.D.* — Jeotermik enerji aramak ve işletmek amacıyla, Batı Amerika'da 43 sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj yapılan sahalar şunlardır: The Geysers (12 500 vatlık otomatik bir enerji tesisi ile istihsal yapmaktadır), Casa Diablo (Mono County, Kalif.), Galistoga (Napa County, Kal.), Surprise Valley (Kal.), Wabusta (Nevada), Steamboat Springs (South of Reno, Nevada), Brady Hot Springs (Nevada), Beovvave (Northern Central Nevada).

L. Decius ile McNitt'in yayınlarından (1961) Amerika'daki jeotermik araştırmalar hakkında tam bilgi ediniyoruz.

Facca-Tonani tarafından 1962 de «Bollettino dell'Osservatorio Geofisico di Trieste» adlı dergide bu sahalar hakkında geniş bilgi verilmiştir. Yerimiz dar olduğu için, bu ilginç konu üzerinde daha fazla duramıyoruz.

### 3. Arama: Usuller ve maliyet

Jeotermik enerji araştırmalarıyla petrol araştırmaları arasında büyük benzerlikler vardır. Bu benzerlikler usul bakımından olup, jeoloji, jeofizik ve sondajlama buna dahildir. Aralarındaki fark ise, masrafta ve tecrübededir; jeotermik araştırmalar biraz daha ucuzdur ve bu konuda edinilen tecrübe, petrol araştırmaları sahasında edinilen tecrübeden daha azdır.

Jeotermik prospeksiyon, umumiyetle dört safhada yapılır :

1. Hazırlık etüdüleri ve bir bölge seçimi.
2. Seçilmiş bir prospeksiyon sahasında detaylı etüd.
3. Deneme sondajı.
4. Genel neticeleri değerlendirme.

Birinci safhada, rejyonal genel etüd yapılır ve řu safhaları içine alır :

- a. Enerji ihtiyacının ekonomik bakımdan incelenmesi ve enerjinin o bölgedeki maliyeti;
- b. Mevcut bütün topografik, jeolojik, jeofizik ve jeotermik malûmatın incelenmesi;
- c. Yüzeyledeki termik belirtilerin detaylı olarak etüdü;
- d. Stratigrafik serilerin incelenmesi, porozite ve permeabilite hakkında bilgi edinilmesi. Meselâ, stratigrafik hedefler (örtü ve su ihtiva eden kayaç) hakkında bilgi alınması gibi...
- e. En ümit verici sahanın seçilmesi.

Birinci safhadaki işlerin yapılabilmesi için, tecrübeli bir jeotermik jeologu ile bir jeolog yardımcısının altı ay çalışmaları gerekir. Masraf 18 000 ilâ 25 000 dolardır.

İkinci safhada detaylı istikşaf başlar; bunun için birçok uzmana ihtiyaç vardır. Bu safhada yapılacak en mühim işler şunlardır :

- a. Detaylı fotojeoloji ve saha jeolojisi, volkanolojik incelemeler, petrografi ve Struktur;
- b. Detaylı hidroşimi, jeoşimi ve hidrojeoloji;
- c. Minimum sıcaklık veriminin değerlendirilmesi; ümit verici sahaların genişliği;
- d. Jeofizik etüd, her prospeksiyon sahası değişik bir programa ihtiyaç gösterir. Jeolojik duruma göre, elektrik, magnetik, gravimetrik, termometrik ve sismik metodlar faydalı olabilir;
- e. Yukarıda adı verilen etüdülerle önce bir sondaj yeri tâyin edilecektir, bu da araştırma kuyusunun yeridir.

İkinci safhada yapılacak işlerin masrafı, uygulanan programa göre değişik olur. Bu, en masraflı safhadır. Masraf 100 000-150 000 dolar arasında değişir.

Üçüncü safhada önce bir kuyu açılır. Bu başarılı olduğu takdirde, üç veya dört ilâve kuyu daha açılır.

Şu noktayı hatırdan çıkarmamalıdır ki, bir tek kuyu endüstriyel bir saha teşkil etmez. Fakat şurasını da unutmamalı ki, küçük bir tesis yapıldığı takdirde, bir tek kuyu ile de enerji sağlanması mümkün olur.

Bir araştırma kuyusunun beher metresi 1.50 dolara malolduğuna göre, bir sondaj 150 000 dolar, üç kuyuda maksimum 600 000 dolara malolur.

Dördüncü safhada, kuyulardan elde edilen enerjinin değerlendirmesi yapılır. Bu safhadaki masraf sahadan sahaya değişir ve tahmin edilemez. Bununla beraber, pek fazla değildir; zaten daha önce iyi bir sonuç alındığı takdirde, bu safhadaki çalışmalar yapılır.

Araştırma sonunda her hangi bir jeotermik saha bulunursa, bundan sonra enerji tesisinin inşasına sıra gelir. Bunun masraflarına daha önce işaret edilmişti.

Şu noktayı bir kere daha belirtmeliyiz ki, birinci safhadaki masraflar pek fazla değildir. Hükümetler ve büyük sanayi şirketleri bu masrafı kolaylıkla karşılayabilirler. Büyük bir enerji tesisi kurmaya karar vermeden önce, pek ucuza malolan jeotermik enerjiyi muhakkak dikkate almalıdır.

Bir memleketteki tarımsal, endüstriyel ve mineral durum hakkında temel bilgi edinebilmek için, jeotermik imkânların iyi araştırılması gerekir.

#### 4. Jeotermik enerji ve mineral kaynaklar

Jeotermik enerji, yerkabuğunun üst kısmındaki magma teşekkülleriyle ilgilidir. Şimdiye kadar üç çeşit jeotermik saha bulunmuştur. Birincisinde, Larderello sahasında olduğu gibi, jeotermik enerji magma teşekkülleriyle ilgili olup, yüzeyde volkanik faaliyet yoktur.

İkinci tip, Alt Kuaterner devrindeki sönmüş bir yanardağ ile ilgilidir; bu tip, Monte Amiata sahasında görülmektedir.

Üçüncü tip, Wairakei ve Geysers sahalarında görülmekte olup, faaliyet halindeki yanardağlarla ilgilidir.

Larderello sahasında, en yakın sönmüş yanardağ, Monte Amiata'dan 70 km uzaktadır. Monte Amiata, Toskana ve Latium'un güneyindeki Tirenien denizi kıyısı boyunca uzanan büyük Kuaterner volkanizmasının en kuzeyindeki volkan bölgesini teşkil eder (M. Amiata, Tolfa, Bolsena, Bracciano, Vico Vulcani Laziali, Rocca Monfina). Larderello'daki magma stoku bir intruzyon olup, yeter miktarda enerji bulunmadığı için, volkan meydana getirmemiştir, fakat Tirenien denizi kıyısındaki volkanik bölge ile olan ilgisi aşikârdır.

Buna göre, son zamanlara ait bütün volkanik bölgelerde, aynı zamanda ister faal, ister sönmüş olsun, Pliosen sonrası volkanlarda jeotermik imkânlar bulunduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca şu noktaya da işaret etmeliyiz ki, volkanik bölgeler ekseriya mineral yataklar bakımından zengindirler; Pasifik volkan kuşağı bunun klâsik bir örneğidir.

Mineral yataklarının işlenmesinde jeotermik enerji çok önemli ekonomik bir unsur olabilir.

#### 5. Sonuç

Jeotermik enerjinin endüstriyel değeri artık bir düşünce olmaktan çıkmış, gerçek olduğu ispatlanmıştır. Maliyeti ise, diğer bütün enerji kaynaklarıyla yarışabilecek haldedir; yani en ucuza malolan enerjilerden biri, veya içinde en ucuzudur.

Jeotermik ilmi ise henüz başlangıç safhasındadır, fakat son yıllarda hem araştırma, hem de işletme sahasında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Masraf ve riskler gittikçe azalmakta olduğundan, jeotermik endüstrinin büyük ölçüde genişlemesi beklenebilir.

Jeotermik imkânların araştırılması pahalıya malolmadığından, yeryüzündeki bütün volkanik bölgelerde yapılmalıdır. Ayrıca, Kuaternere ait sönmüş volkanların bulunduğu bölgeler de jeotermik bakımdan büyük imkânlar ihtiva ederler.

#### BİBLİYOGRAFİK NOTLAR

Ağustos 1961 de Roma'da toplanan «Yeni Enerji Kaynakları Hakkında Birleşmiş Milletler Konferansı»nın bir kısmı jeotermik enerjiye tahsis edilmiştir. Burada çeşitli memleketlere mensup ilim adamları tarafından 77 tebliğ verilmiştir. Bu tebliğler, ekonomik, ilmi ve teknolojik bakımdan değerli birer kaynaktırlar. Bu konuda daha önce de çeşitli yazılar yazılmıştır, fakat bunlar dergi ve bültenlerde dağınık halde bulunmaktadır. Bunların en önemlilerini veriyoruz : J. Goguel : Le regime thermique de l'eau souterraine (*Ann. des Mines*, X, 1953, s. 3-32, Paris); G. Bozza : Sull'origine della termalita nelle acque e nel vapore endogeno (1961). İkinci makale «Larderello» jeotermik şirketi tarafından İtalyanca, İngilizce ve Fransızca olarak bastırılmıştır.