

Doğu ve Güneydoğu Anadolu Jeotermal Kaynaklarının, Potansiyeli ve Değerlendirilmesi

O. ERDEN

Gazi Üniversitesi, Endüstriyel San Eğitim Fakültesi, Ankara

ÖZET: Türkiye jeotermal potansiyel ve uygulamalar açısından dünyada ilk 7 ülke arasında yer almaktadır. Ülkemizde sıcaklıkları yer yer 102°C'yi aşan 900'ün üzerinde jeotermal kaynak ve işletilebilir 140 saha bulunmaktadır. Bu kaynakların bir kısmında Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunmaktadır. Türkiye'deki jeotermal potansiyelin çok az bir kısmı değerlendirilebilmektedir. Potansiyelin büyük kısmı da doğrudan kullanıma uygundur. Bu çalışmada, jeotermal enerjinin oluşumu, jeotermal akışkanın özellikleri, üretimi, kullanım teknolojisi ile doğu ve güneydoğu Anadolu bölgesinin potansiyeli irdelenmiştir. Daha sonra doğu ve güneydoğu Anadolu bölgesindeki jeotermal kaynakların nasıl değerlendirilebileceği konusunda önerilerde bulunulmuştur.

ABSTRACT: Türkiye is among 7 countries of the world with respect to geothermal applications and potential. In our country, there are more than 900 geothermal resources some of which exceeds 102 C and 140 manageable fields. Some of these resources are in East and South Anatolia districts of Türkiye. In Türkiye, geothermal potential has been used at least of it. Most of our potential is suitable to use directly. In this study, Geothermal energy has been analyzed about to how formation, geothermal resources properties, production, usage technology, and potential of East and South Anatolia districts. Also, there are advices of more effectively use geothermal resources how can use more effectively.

1.GİRİŞ

Enerji günümüzde tüm dünya ülkelerinin en başta gelen sorunları arasındadır. Bunun sebepleri ise hızlı bir nüfus artışı, sanayileşme, hayat standartlarının yükselmesi ve teknolojinin gelişmesi olarak belirtilmektedir. Dünyada hızlı bir artış gösteren enerji ihtiyacının büyük bir kısmı, bir süre daha fosil yakıtlar (Petrol, kömür) ve hidrolik enerji ile karşılanabilecektir. Fosil yakıtlarının kısa bir sürede tükenmesi ve bunun yerini yeni enerji kaynaklarının alması beklenmektedir ve yeni enerji kaynakları arama ve bulma, bunu kullanma yolları araştırılmaktadır. Gerçekten de bilim adamları, son yıllarda yenilenebilir enerji (jeotermal, güneş, rüzgar, gelgit gibi) kaynaklarından yararlanma yollarını bulmuş ve bu kaynaklardan bazıları ekonomik olarak kullanmaya başlamışlardır. Söz konusu kaynaklardan daha ekonomik olarak yararlanmak için de, araştırmalar hızla sürdürülmektedir.

Son yıllarda, bütün dünyada çevresel problemlerin büyümesi nedeniyle enerji kullanımının doğal çevre üzerindeki etkileri konusunda oldukça önem kazanmıştır. Çevresel

problemlerden en önemlisi hava kirliliğidir. Hava kirliliğinin temel nedeni enerji dönüşümü ve kullanımıdır. Bu bağlamda, temel kirlenici olarak adlandırdığımız bileşikler; kükürtdioksit (SO₂), azotoksit bileşikleri (NO_x) ve karbondioksit (CO₂) emisyonlarıdır. Tüm dünya ülkeleri çevre kirlenici emisyonlarını sınırlandırmak ve kontrol edebilmek amacıyla çevre dostu enerji kaynaklarına yönelmektedir.

Ülkemizin enerji gereksinimlerini karşılamak için izlenilen yol, ülkenin sahip olduğu doğal kaynakları, sosyal, ekonomik ve coğrafi yapıları belirlemektir. Ülkemiz petrol, doğalgaz ve nitelikli kömür gibi fosil enerji kaynakları açısından yetersizdir. Ancak rüzgar ve jeotermal kaynaklar ile tüm coğrafyada yararlanabilecek güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarımız bulunmaktadır. Jeotermal kaynakların araştırılması ve kullanımı ile ilgili çalışma ve uygulamalar son yıllarda ülkemizde hızla gelişip jeotermal sektörünü yaratmıştır.

Ekonomik gelişme ve hızlı kentleşmeye bağlı olarak Türkiye'de enerji gereksinimi giderek artmaktadır. Özellikle de, kentlerin ısıtılması konusunda önemli güçlükler söz konusudur.

Bunlardan petrol, kömür ve odun gibi ısınmada yararlanılan alışılmış enerji kaynakları hem hızla tükenmekte hem de fiyatları artmaktadır. Ayrıca hava kirlenmesine yol açması bakımından da, önemli sorunlar yaşatmaktadır. Her ne kadar bazı kentlerde doğal gaz ve kaliteli kömür kullanılarak hava kirliliği sorunu çözümlenmeye çalışılmaktaysa da, henüz yeterli başarı sağlanamamıştır. Böylece jeotermal enerjinin önemi daha iyi biçimde anlaşılmaktadır. Gerçekten de bu enerji kaynağı, hava kirlenmesine yol açmadığı gibi, maliyeti açısından da öteki enerji kaynaklarından daha ucuzdur.

Tüm bu gelişmeler dikkate alınarak, 2005 yılı yatırım programı hazırlama esasları belirlenirken jeotermal enerjiye ö/el bir yer verilmiştir. Esaslar içerisinde şu maddeler bulunmaktadır;

1. Madencilik sektöründe; enerji sektörü ve imalat sanayisine girdi temin eden üretime yönelik projelere; petrol, doğalgaz ve jeotermal kaynaklar ile rezervi tükenmekte olan ve arz güvenliğinin sağlanması açısından önem arz eden madenlerin aranmasına yönelik projelere; madenlerin işlenerek ürün haline getirilmesine yönelik projeler ile üretilen cevherlerin tüketici talepleri doğrultusunda kalitesinin iyileştirilmesine yönelik projelere önem ve öncelik verilecektir.

2- Diğer Kamu Hizmetleri; Belediye Hizmetleri Sektöründe; İller Bankası Genel Müdürlüğünce yürütülen katı atık ve jeotermal merkezî ısıtma tesisi projelerine öncelik verilecektir (Yatırım, 2005).

2. JEOTERMAL ENERJİ

2.1 Temel Kavramlar

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları sürekli olarak bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Ayrıca bazı alanlarda bulunan "sıcak kuru kayalar" da akışkan içermemesine rağmen, jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilirler (Şimşek, vd, 20(1)).

Jeotermal akışkanı oluşturan sular meteorik kökenli olduklarından, yeraltındaki haznelere sürekli beslenmekte ve kaynak yenilenebilmektedir. Bu nedenle pratikte, beslenmenin üzerinde kullanım olmadıkça jeotermal kaynakların tükenmesi söz konusu değildir. Jeotermal kaynaklar "sürdürülebilir enerji kaynakları" olarak bilinirler. Yer kürenin içinden yeryüzüne doğru sürekli ısı akışı bu tür buranın içi en önemli nedendir. Çok miktarda akışkan ve ısı üretimine rağmen rezervuar

basıncında veya rezervuar statik su seviyesinde herhangi bir düşme görülmemesi, söz konusu saha için üretimle beslenme arasındaki dengenin varlığını gösterir. Dolayısıyla bu tür dengenin korunduğu, üretimin doğal beslenmeden büyük olmadığı, jeotermal kaynak sürdürülebilir bir kaynaktır.

"Jeotermal Sistem" terimi, geniş anlamda, üst mantoda ve bir ısı kaynağından, yüzeye ısı taşınan yer kabuğundaki ısı transfer sistemini anlatmak için kullanılır. Bu taşıma sisteminde termal akışkan, volkanik sistem durumunda erimiş kaya ve volkanik sıcak gazlar, jeotermal sistem durumunda ise sıcak su, sıcak tuzlu su, buhar ve diğer gazları içerir. Her iki durumda da akışkan partikülleri yükselme kuvvetlen etkisi altında hareket eder ve derinlerdeki ısı kaynağı civarındaki ısıyı, yüzeye, boşalma alanına taşır. Bu taşıma sırasında termal akışkan, ısı kaynağı ve boşalma alanı arasında belirli bir süre için bir rezervuarda depolanabilir.

Jeotermal sistemleri oluşturan ana parametreler ise

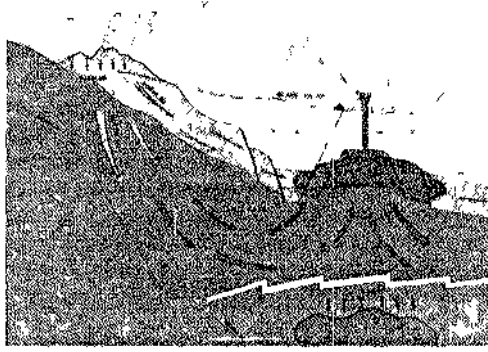
- 1- Isı kaynağı
- 2- Rezervuar
- 3- Örtü kaya
- 4- Isıyı taşıyan akışkan (Özbek, 2001).

Ülkemiz üzerine düşen yıllık ortalama 501×10^3 m³ suyun 41×10^9 m³'ü sızma ile yeraltına geçerek yeraltı suyunu oluşturmaktadır. Bu suyun da teknik ve ekonomik açıdan yaklaşık 12×10^6 m³ kadar kullanılabilir yıllık potansiyeldir. Yer altı suyu ölçümleri DSİ tarafından hazırlanmış olan Yeraltı Suyu Kaynakları (YAS) seviye ölçüm talimatı doğrultusunda DSİ tarafından yapılmaktadır. Kullanılabilir yeraltı suyu potansiyelinin 7.6×10^6 m³'ü DSİ tarafından tahsis edilmiş ve 6×10^6 m³'ü fiilen kullanılmaktadır (Yetiş, 1997). Bu yer altı suları ülkemiz Jeotermal kaynaklarının sürdürülebilir olmasına da katkı sağlamaktadır. Ancak dönemsel ve mevsimsel yağış rejimlerinden jeotermal kaynaklar etkilemez.

Yerin derinliklerine doğru inildikçe sıcaklığın yükselmesi, jeotermal enerji oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Bilindiği gibi, yer kabuğundan aşağıya doğru her 33 m derinliğe inildikçe, sıcaklık ortalama 1 °C yüksektir. Buna Jeotermal gradyan denir. Öyle ki, zeminin tektonik ve litolojik özelliklerine bağlı olarak, belirtilen derinlik miktarında bölgelere göre farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, yer kabuğunun deforme olduğu sahalarda 1°C sıcaklık artışı her 2-3 m derinlikte olmaktadır. Söz konusu alanlar, jeotermal enerji oluşumu için oldukça uygun koşullara sahiptir. Gerçekten de yeryüzünde jeotermal enerji kaynaklarının dağılışı ile tektonik kuşaklar, kırık

sistemleri ve volkanik alanları arasında yakın bir ilişki söz konusudur

Düşük sıcaklıklı bu Jeotermal sistem için basitleştirilmiş bu model Şekil 1'de gösterilmektedir. Bir toplanma havzası özelliğine sahip yüksek ikenli yerlerde oluşan yağış su/ülerek birkaç km derindeki ana kayaya kadar iner. Orada sıcak kayaktan ısı alır, yoğunluğu azaldığından dolayı tekrar yeryüzüne doğru yükselmeye başlar. Toplanma havzası ile sıcak akışkanın yeryüzüne çıkış noktası olan düşük rakımlı yer arasındaki uzaklık değişebilir, ancak ortak özellik ısının derinden sığ formasyonlara su ile taşınmasıdır. Isıtma zonu ile yeryüzü arasındaki bağlantı doğal olabileceği gibi delinmiş kuyularla da sağlanabilir. Isıtma zonu içindeki $\frac{1}{2}$ yüzye kadar uzanabilen çatlak, kırık ve faylar akışkanın ısıtma zonu içindeki hareketini ve yüzye olan hareketini belirleyen akışkanlardır.



Şekil 1 Düşük Sıcaklıklı Sistemler için Isı Kaynağı Mekanizması Modeli

2.2 Sınıflandırma'n

Jeotermal sistemlerin, ülkelerin ve kökenlerine göre değişik sınıflandırmalar olmasına rağmen yaygın olarak kullanılan sıcaklık aralığına göre kabaca üç gruba ayrılır (Şimşek vd, 2001)

- 1- Düşük Entalpili Saha (20-70 °C sıcaklık)
- 2- Orta " " (70 - 150 °C ")
- 3- Yüksek " " (150 °C den yüksek)

Biraz daha karmaşık olan jeotermal sistemlerde, ısı transferinin sıcak su, buhar ve diğer gazların hareketi parametrelerine göre sınıflandırma yapılmaktadır

- a) Rezervuarın esas bölümünde baskın olan akışkanın durumu sıcak su, buhar vb
- b) Baskın durumdaki akışkanın kimyasal içeriğinin konsantrasyonu, sıcak suya karşılık, tuzlu su, ozonlu durumlarda ise

rezervuar akışkanı olarak seyreltilmiş deniz suyu vb

c) Baskın akışkanın yapısı (kısmi basınç olarak), örnek gaz etkili veya gazlı

d) Akışkanın entalpisi

e) Yüzyesel ısı boşalım miktarı

O Rezervuar kayaçların permeabilitesi ve doğal durumu

g) Isı kaynağının doğal durumu

Düşük, yüksek ve çok yüksek entalpili, sırayla $<400 \text{ J/g}$, $800 - 1200 \text{ J/g}$, $> 2400 \text{ J/g}$ olarak belirtilir. Düşük, orta ve yüksek derecede kimyasal konsantrasyon içeriği ise $< 1 \text{ g/l}$, $< 10 \text{ g/l}$ olarak sırayla temsil edilir. Ülkemizdeki jeotermal sistemlerin bugüne kadar keşfedilmiş olanların tamamı su etkin sistemlerdir.

Jeotermal sistemler ayrıca doğal durumuna ve jeolojik konumuna bağlı olarak da sınıflandırılmaktadırlar

- 1) Volkanik sistemler Volkanik etkinlikle ilişkilendirilen sistemlerdir. Isı kaynağı magma veya sıcak yükselticilerdir. Geçirgen çatlaklar ve fay zonları volkanik sistemlerde suyun akışını kontrol ederler.
 - 2) Taşınım sistemleri Düşey ısı akışı değerlerinin yüksek olduğu tektonik olarak aktif bölgelerde sıcak kabuğun ısı kaynağı olduğu sistemlerdir. Düşey çatlak ve faylar bulunduğu ortamlarda jeotermal su 1 km'den daha derinlere indikten sonra aşağıdaki kayaçlardan ısı almakta ve daha sonra yükselerek taşınım sistemlerini oluşturmaktadır.
 - 3) Sedimenter sistemler 1 km'den daha derin yerlerde geçirgen sedimenter tabakalarda oluşan ısı taşınımından çok iletimin doğal olarak etken olduğu ve bazı durumlarda fayları da içeren sistemlerdir.
 - 4) Yüksek basınçlı sistemler Yüksek basınçlı petrol ve gaz rezervuarlarına benzer olarak basıncın normal basınçlardan yüksek olduğu tabakaların bulunduğu sistemlerdir. Genelde oldukça derindir.
 - 5) Sıcak kuru kayaç sistemleri Volkanik/ma veya anormal yüksek ısı akışı sonucu oluşmuş kayaç hacimlidir ve katı geçirimsiz özelliği olan sistemlerdir. Geçirgen olmadığından ve akışkan içermediğinden normal jeotermal rezervuarlar gibi işletilemezler. Yapay çatlaklar açılarak yine yapay bir rezervuar yaratma yöntemiyle işletilmesi henüz araştırma aşamasındadır.
- Türkiye'de bilinen işletilen sahaların tektonik olarak aktif bölgelerdeki taşınım sistemleri olduğu söylenebilir. Batı Anadolu bölgesindeki birçok jeotermal saha (Kızıldere ve Balçova gibi) bölgedeki

graben yapıları içinde yer almaktadır. Doğu Anadolu bölgesinde volkanik sistemlerin varlığı tahmin edilmekte beraber, bugüne kadar yapılan araştırmalar sonucunda henüz ekonomik olarak işletilebilir bir saha bulunmamıştır.

Türkiye'de keşfedilmiş jeotermal sistemlerinin çoğunluğunun düşük sıcaklıklı sistemler olduğu bir gerçektir. Düşük sıcaklıklı sistemler için ısı kaynağı normalden yüksek sıcaklıktaki yer kabuğudur. Süregelen tektonik aktiviteler neticesinde akışa açık olan çatlak, kırık ve faylar, yeraltından ısı taşıyan ve sistem içinde dolaşan su için kanallar oluşturur (Satman,2001).

2.3 Üretimi

Herhangi bir jeotermal kaynağın işletilmesi sırasında yapılması gereken işlemler hakkında karar vermek, söz konusu jeotermal kaynağın işletilmesinde büyük önem taşımaktadır. Kararlar genelde jeotermal rezervuarın işletme koşullarını geliştirme amacıyla alınır. İşletmede izlenecek yöntemin olası sonuçları hakkında yöneticilerin bilgili olması gerekir. Bu nedenle, dikkatli izleme işletim programının en temel gereklerinden biridir.

Uygun kaynak alanı bulunduktan sonra, üretim çalışmaları gündeme gelir. Geliştirme kuyularının sondajı başlar, rezervuar mühendisliğinin planlamasında ve gözetiminde kuyular işletilir ve üretilen kaynak tüketiciye veya kullanıcıya ulaştırılır. Çizelge 1 'de farklı disiplinlerin birbirini izleyen çalışmalarının Jeotermal enerji arama çalışmaları akım şeması içerisindeki yeri görülmektedir. Jeotermal alan bulunduktan sonra, yüzey donanımlarının ve dağıtım hatlarının tasarımında ve işletilmesinde makine, elektrik ve kimya mühendisliği gibi ilgili disiplinlerle ortak çalışmalar sahanın işletilmesinde katkıda bulunurlar. Bu koordmeli çalışmalar sonucunda jeotermal kaynağın teknik ve ekonomik olarak işletilmesinde gereken en önemli koşullar sağlanır (VITA,1989).

Kuyular için jeolojik, jeofizik ve jeokimyasal verilerin yanı sıra, delinen her kuyudan elde edilen karot, kuyu loğları ve kuyu testleri verileri saha içinde kuyuların deldiği noktalarda rezervuarın özelliklerini belirlemesi yönünden önemlidir. Rezervuarın ortalama özelliklerinin belirlenmesi için ise, delinen kuyular arası akış ve formasyon özelliklerini belirleyen çok-kuyulu testlerin (girişim testleri ve izleyici testleri gibi) yapılması kesinlikle gereklidir. Rezervuarın ve rezervin tanımı ile rezervuarın verimli işletilmesinde kuyu içi mühendisliğinin, rezervuar performans tahmininin ve rezervuar modellemesinin önemi oldukça fazladır.

LİTERATÜR TARAMASI	
A-PROSPEKSİYON	
B- UZAY FOTOĞRAFLARI ÇALIŞMASI	HAVA FOTOĞRAFLARI ÇALIŞMASI
C-AYRINTILI JEOLOJİ ÇALIŞMASI	
D- HİDROTİRMAL AL.TERASYON ÇALIŞMASI	E- HİDROJEOKİMYASAL, JEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR
RAPOR	
F-JEOFİZİK ÇALIŞMALAR (GRAVİTE, JEOELEKTRİK, V.D.)	
RAPOR	
DEĞERLENDİRME	
G- ARAMA SONDAJLARI	
RAPOR	
ÜRETİM FESİLERİ	
RAPOR	
H-ON FİZİBİLİTE	

Çizelge 1. Jeotermal enerji arama çalışmaları akım şeması (MTA,1989)

Eğer jeotermal sistem iyi anlaşılırsa, gelecekte rezervuarda olabilecek değişiklikler izleme sırasında tahmin edilebilecektir. Örneğin kuyular içerisinde ve yüzey donanımlarında mineral çökmesi veya korozyon gibi sorunlar bu tür değişiklikler olarak önceden tahmin edilebilir. Jeotermal rezervuar için uygun bir izleme programının önemi hafife alınmamalıdır.

2.4. Reenjeksiyon

Doğal beslenmeden düşük üretim miktarı sahanın işletilmesinde ekonomik olmayabilir. Artan yıllık üretimin yıllık doğal beslenmeyi aşması durumu, rezervuarın ısı içeriğinde önemli bir değişiklik yaratmamakla beraber rezervuarın akışkan içeriğinde ve basıncında azalmaya neden olur. Yüksek üretimin sürdürülmesi, rezervuarın ısı içeriği hissedilir oranda değişmeye bile, rezervuar basıncının veya su seviyesinin azalması sorununu gündeme getirir. Sorunun çözümü tekrar-basmadır; basılan su rezervuarın akışkan içeriğini yeniler ve rezervuar basıncını veya statik su seviyesini korumaya yardımcı olur, sahanın ticari ömrünün uzamasını sağlar. Bu durumda jeotermal sahanın "sürdürülebilir" üretimi ve işletilmesi gerçekleşir.

Üretim sırasında rezervuarın tepkisini belirlemek amacıyla izlenmesi gerekli parametreler bir rezervuar sisteminden diğerine değişebilir. Normal bir jeotermal izleme programında incelenmesi gerekli parametrelerin listesi aşağıda sıralanmaktadır:

- Üretim kuyularından yapılan üretim debisi ve toplam üretimin zamanla değişimi,
- Üretilen akışkanın sıcaklığı ve/veya entalpisi,
- Üretim kuyularının kuyu başı basınçları (veya kuyu içi su seviyeleri),
- Üretilen akışkanın kimyasal bileşimi,
- Gözlem kuyularında rezervuar basıncı (veya kuyu içi su seviyeleri),
- Gözlem kuyularında kuyu içi sıcaklık profilleri.

Jeotermal rezervuarlar içinde akışkan akışı incelenirken dikkate alınması gereken en önemli özelliklerden birisi gözenekli ortamda akış sırasında sıcaklığın ve basıncın değişiyor olmasıdır. Özellikle rezervuara tekrar-basma işlemi sırasında oluşan akış izotermal(çısıcakkk)-olmayan akıştır. Bilindiği gibi tekrar-basma işleminin 3 önemli amacı vardır:

- 1) Yeryüzünde üretildikten sonra kalan artık sudan kurtulmak.
- 2) Rezervuar basıncını korumak,
- 3) Rezervuardan daha fazla ısı üretimini sağlamak(Satman,2001).

3. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE JEOTERMAL ENERJİ KULLANIMI

3.1. Elektrik Üretimi

Ülkemizde jeotermal enerji alanında ilk çalışmalar, 1960'lı yıllarda başlayan MTA'ımı sıcak su kaynakları envanteri oluşturma projeleridir. İlk kuyu 1963 yılında İzmir Balçova da açılmıştır. 1968 yılında keşfedilen Denizli Kızıldere sahasındaki çalışmalar 11 Şubat 1984 yılında işletmeye alman santral ile ülkemizde jeotermal enerjinin ilk ve tek elektrik uygulaması olmuştur. Türkiye'nin brüt olarak alınabilecek teorik jeotermal elektrik potansiyeli 4 500 MW olarak varsayılmışsa da, eldeki verilere göre teknik potansiyelin 500 MW'ı geçemeyeceği kestirilmektedir. Ancak, yapılan sondajlara dayalı olarak ortaya konulan kesinleşmiş jeotermal elektrik potansiyeli 200 MW düzeyinde bulunmaktadır. Türkiye'de halen Denizli-Kızıldere'de 20.4 MW kurulu güçlü (12 MW güçle çalıştırılmakta olan) bir jeotermal elektrik santrali vardır. 100 MW'lık potansiyeli olan Afyon-Germencik'de, Yap-İşlet-Devret modeli ile kurulacak 25 MW'lık ikinci jeotermal santralin projesi Danıştay onayından geçerek sözleşmesi imzalanmıştır.

Santralin işletmeye alındığı yıl 22.169.400 KWh elektrik üretimine karşılık daha sonra üretim her geçen gün azalarak 1985 yılı üretimi 5.950.300 KWh olarak gerçekleşmiştir. Kızıldere santralına 20 MW gücündeki türbini çevirerek elektrik enerjisi

üretiminde kullanılan jeotermal akışkan 147 °C sıcaklıkta ve ortalama 1000 ton/saat debide Menderes nehrine bırakılmaktadır. Menderes nehrine bırakılan bu akışkanla ilgili olarak iki konu üzerinde durmak gerekmektedir. Birincisi akışkanın bünyesinde taşıdığı nehirde sulanan tarım arazilerine zarar veren bor elementidir. Santralin inşaa aşamasında Menderes nehrinin debisi ortalama 30-35 m3/sn olarak belirlenmiştir. Baraj çalışması, kuraklık vb. nedenler ile nehir debisinin azalmaması halinde 1 PPP'lık bor konsantrasyon sınırı aşılmamakta ve zarar söz konusu olmamaktadır. Ancak kalıcı çözüm jeotermal akışkandan çevreye sıfır atıklı enerji elde etme yöntemi olan re-nenjeksiyon uygulamasının gerçekleştirilmesidir.

Dünyada tüketilen enerji miktarı içerisinde, jeotermal enerjinin payı henüz azdır. Ancak, son yıllarda kullanımda hızlı bir gelişme gösteren bu enerji kaynağının, yakın bir gelecekte, oldukça önemli oranda yaygınlaşması beklenmektedir. Teknik ve teknolojik gelişmelerle jeotermal enerjinin maliyeti düşmekte ve kullanım alanları da genişlemektedir. Özellikle yıllık elektrik enerjisi üretiminde, jeotermal enerjinin payı giderek artmaktadır. Dünyada jeotermal enerjiden en fazla yararlanan ülkelerin başında İtalya, İzlanda, Yeni Zelanda ve ABD gelmektedir.

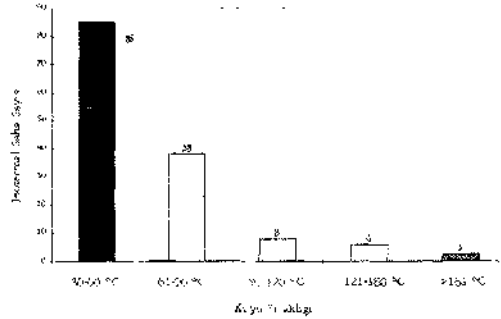
Dünya ülkeleri arasında jeotermal enerjiden yararlanmayı ilk başlatan ülke İtalya'dır, ve bu hususta diğer dünya ülkelerine de öncülük etmiştir. Ülkenin özellikle Toskana ve Larderello bölgelerinde açılan kuyulardan yüksek sıcaklıkta buhar elde edilmiş ve ülke enerji ihtiyacının bir bölümü bu yolla karşılanmaya başlamıştır.

3.2. Direk Kullanım

Türkiye, jeotermal enerji yönünden şanslı ülkeler arasında yer almaktadır. Aktif faylarla sınırlı grabenler ve yaygın genç volkanizmaya bağlı olarak doğal buharların, hidrotermal aberasyonların ve sıcaklığı yer yer 100 °C'ye ulaşan 600'den fazla sıcak su kaynağının varlığı, Türkiye'nin önemli jeotermal potansiyele sahip olduğunu kanıtlar. İzmir'de Seferihisar, Balçova, Dikili, Aliağa, Çeşme ve Karşıyaka (Ulukent) gibi 6 önemli kaynak, Ege Bölgesinde Denizli'de Kızıldere, Aydın'da Germencik, Yılmazköy, Salavatlı; Manisa'da Caferbeyli, Urganlı, Kavaklıdere ilk akla gelen jeotermal sahalardır. MTA' nın bugüne kadar açmış olduğu 300'ün üzerinde jeotermal kuyu ve doğal çıkışlar da dikkate alındığında görünür jeotermal potansiyel 2600 MW'm üzerindedir. Ülkemizdeki olası jeotermal enerji potansiyeli 31500 MW olarak tahmin edilmektedir. Bu potansiyelin çok az bir

bölümü bölge ısıtmasında (Bahkesir-Gönen, Kütahya-Sınav, Ankara-Kızılcahamam, İzmir-Balçova, Afyon, Afyon-Sandıklı, Kırşehir, Nevşehir-Kozaklı ve Ağrı-Diyadin'de toplam 24 200 konutun merkezi olarak ısıtılması), 20 MW elektrik üretimi, seracılık ve tedavi amaçlı kullanımlar ile %2'si-3'ü değerlendirilebilmektedir. Olası jeotermal potansiyelin tamamının değerlendirilmesi halinde petrol eşdeğeri olarak bu enerjinin parasal karşılığı 4-5 milyar Dolar'dır. Diğer taraftan kalma değerleri ile birlikte yıllık 20 milyar Dolar'tın üstünde ülke ekonomisine katkı sağlayacağı hesaplanmaktadır, izlanda nüfusunun yaklaşık yarısı, jeotermal enerji ile ısıtılan konutlarda oturmaktadır (Önal, Kaya,2003)

Bugüne kadar bulunan jeotermal alanların % 95'i ısıtım uygulamaları için uygun sıcaklıkta olup, 30 °C'nin üzerindeki toplam 140 jeotermal alan Türkiye sathına dağılmış olmakla birlikte, çoğu Batı, Kuzey-Batı ve Orta Anadolu'da toplanmıştır. Bu alanların kuyu sıcaklıklarına göre dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir. Görüleceği gibi yüksek entalpi sayılacak üç alan söz konusu olup, bunlar Aydın-Germencik, Denizli-Kızıldere ve teorik olarak Nevşehir-Acıgö'dür. Bu alanlar özellikle elektrik üretimi ve entegre ısıtım için uygundur. Bunların yamsıra entalpileri orta düzeyin üstünde bulunan ve elektrik üretimi ile entegre ısıtmaya uygun daha 6 alan (Aydın-Salavatlı, Çanakkale-Tuzla, İzmir-Balçova, İzmir-Seferhisar, İzmir-Dikiliti, Kütahya-Sınav) sıralanabilir. Günümüz teknolojisinde kuyu sıcaklığı 90 °C'nin üzerindeki alanlarda bile elektrik üretimi olanaklı olmakla birlikte, sıcaklığın düşmesi ile ekonomikliği sınırlanmaktadır.



Şekil 2. Jeotermal sahalar dışındaki kuyu sıcaklıkları (Tüsiad,2005)

Türkiye'de yeteri kadar jeotermal kuyu açılmamıştır. 140 jeotermal alana karşılık açılan kuyu sayısı 200 olup, dünya standartlarına göre çok azdır. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinin ortaya konulması için daha çok kuyu açılması gerekmektedir. Türkiye'de jeotermal amaçlı sondaj

metrajları, 1990 sonrasında yılda en az 971 m ile en çok 4870 m arasında değişmekte ve çok yetersiz kalmaktadır. 1997 yılında yalnızca 28 adet sıcak su sondajı yapılmış olup, bunlardan iki tanesi MTA projesidir. MTA'nın söz konusu iki arama projesinin sondajı 1 236 m olup, 1997 yılına ait 28 kuyusunun toplam sondajı 12 200.85 m'dir. Aramaların geliştirilmesi ile jeotermal potansiyelde önemli artışlar olması beklenmektedir (Tüsiad,2005).

Türkiye'de konutların ısıtılmasında jeotermal enerjiden henüz tam olarak yararlanılmamaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere, ülkede halen az sayıda yerleşim merkezinde jeotermal enerjiden yararlanılarak konut ısıtılmakta, bazı yerlerde ise konutların bu yolla ısıtılması için çalışmalar yapılmaktadır. Jeotermal su sıcaklığının 40°C'nin üzerinde olması halinde konutların ısıtılabilirliği ve bunun dünyada bir çok örneğinin bulunduğu dikkate alınarak, Türkiye'de yaklaşık 5 milyon evin jeotermal enerjiden yararlanılarak ısıtılabilirliği ileri sürülmektedir. Bu tahmin gerçekleşirse, başta İzmir, Bursa, Aydın, Erzurum, Sakarya, Denizli ve Ağrı gibi kentlerin de yer aldığı 51 kent yerleşmesinin ısıtılmasında jeotermal enerji kullanılabilir. Gerçekten de Türkiye'de 40 °C üzerinde sıcaklığa sahip jeotermal kaynakların bulunduğu 140 saha olup, ülkemiz jeotermal kaynak zenginliği açısından dünyada 7. sırada yer almaktadır.

Jeotermal enerjiden yararlanılarak seraların ısıtılması konusunda, öncü olan ülkeler yine bu enerji kaynağını diğer alanlarda kullanan ülkelerdir. Rusya, ABD, Japonya, Yeni Zelanda, İtalya, Macaristan, ve İzlanda da seracılık faaliyetleri oldukça önem kazanmıştır. Bu enerjiden yararlanılarak üretim yapılan turfanda sebzeçilik sahası Rusya'da 25 000 dönüm olup, bu alanlarda kış sezonunda bile bir milyon ton kadar sebze üretimi yapılmaktadır. Ancak Türkiye'de, yüksek jeotermal enerji potansiyeline rağmen, bu yönde yapılan uygulamalar sınırlı alanlara mahsus kalmıştır.

3.3 Endüstriyel Uygulamalar

Son yıllarda kullanım alanları giderek çeşitlenen jeotermal enerjinin önemi daha da artmaktadır. Nitekim, günümüzde seraların, konutların, havaalanı pistlerinin, hayvan çiftliklerinin ve yüzme havuzlarının ısıtılması, balık başla olmak üzere çeşitli yiyeceklerin kurutulması, deniz suyundan tuz elde edilmesi ve elektrik enerjisi üretilmesi gibi çeşitli faaliyet alanlarında jeotermal enerjiden yararlanılmaktadır. Bununla birlikte, jeotermal enerjinin kullanım alanı ve potansiyelini belirleyen en önemli etken sıcaklık değeridir.

Ülkemizdeki kaynakların çoğunluğu, hemen hemen tamamı bikarbonat anyonunca, bazıları sodyum olmak üzere bir kısmı kalsiyum katyonunca zengin jeotermal sistemlerdir Bunun başlıca nedeni ülkeyi oluşturan jeolojik birimlerin sedimanter kökenli oluşu, çok genç volkanik faaliyetlerin olmayışı ve bu nedenle çıkan gazların CO₂'ce zengin olmasıdır(Koçak,2000)

Jeotermal enerji üretim sahalarından COT üretim maliyeti oldukça düşüktür Sıvılaştırılmış karbondioksit ve kurubuzun, dünyada 200'un üzerinde alanda kullanıldığı bilinmektedir Bu kullanım alanlarından bazıları şunlardır Gıda sanayisinde,seralarda bitki gelişimini hızlandırıcı olarak, gübre ve tekstil ve plastik sanayinde, ilaç üretiminde

3.4 Termal Turizm

Jeotermal zenginliklerimiz yoğunluğuna ve tarihsel geçmişine bakıldığında, ülkemizin sağlık turizmi açısından da ne kadar elverişli bir ülke olduğu görülmektedir Yurdumuzda, 46 ilde 190 civarında kaplıca tesisi bulunmaktadır 2001 yılı itibarıyla Turizm Bakanlığınca "turizm yatırım belgesi" almış 17 tesisin yatak sayısı 48^0 "turizm işletme belgesi" almış 26 tesisin yatak sayısı ise 6500'dür Yerel idare belgeli tesis sayısı 156, yatak sayısı ise 17000'dür Ülkemizin bu alandaki yüksek potansiyeline karşın, otel kur merkezi+kur parkının bütünlüğünü sağlayacak, uç özelliği de bünyesinde barındıracak Avrupa standartlarına yaklaşabilen birkaç tesis bulunmaktadır

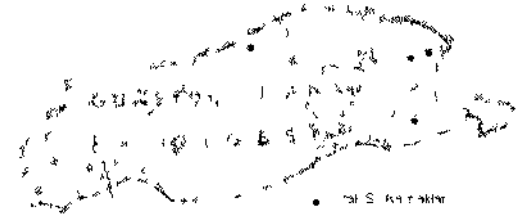
Türkiye'de kaplıca tesislerinin yer aldığı arazilerin büyük kısmı kamuya (özel idare, belediye) aittir Yerel yönetimlerin olanaklarının (deneyim, bütçe, vasıflı personel, pazarlama, tanıtım vb) sınırlı oluşu, mevcut tesislerin yeterli olmamasına neden olmaktadır Ayrıca, yerel yönetimlerce başlatılan bazı termal projelerde çevre ilişkileriyle imar planları arasında sağlıklı bir ilişki kurulamadığından, çarpık yapılaşma ve çevre bozulması gibi durumlar ortaya çıkmaktadır Yanlış işleyen bu süreç sonunda, termal su kaynakları çevresinde termal kooperatifleri oluşmakta, ticarî işletmeler, özellikle pansiyonlar, "kaynak kotuma alanlarını" tehdit etmektedir

Turizm potansiyeli olan alanların belirlenerek tek elden planlanmasını sağlamak, alt yapıyı bir bütünlük içinde gerçekleştirmek ve bazı teşviklerden yararlandırmak, 2634 sayılı Turizm Teşvik Kanunu uyarınca belirlenmektedir

4 GÜNEYDOĞU ANADOLU'DA JEOTERMAL ENERJİ VE UYGULAMALARI

Güneydoğu Anadolu bölgesinde oldukça az jeotermal alan bulunmaktadır Bunların en önemlileri, Dıyabakır-Çermik, Urfa-Karaali, Mardin Germiyan, Sirt Billins ve Hıtaçermiği'dir(Şekil3) Dıyabakır Çermik Jeotermal alanı Romatizmal hastalıkla, ne\itt, polmevrit, çocuk felci, kadın hastalıklarının tedavisinde yararları vardır ayrıca mhalasyon kürleri solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır

Kaplıca bölgesinde küçük oteller ve pansiyonlar vardır Ayrıca Dicle Üniversitesi tarafından işletilen 120 yatak kapasiteli bu de otel bulunmaktadır Bugüne kadar 2634 sayılı Kanun uyarınca ilan edilmiş ve etkinliklerine başlamış 34 termal tesisi bulunmaktadır Bunlardan binde Dıyabakır Çermik tir (GUÇLUER,2002)



Şekil 3 Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki jeotermal alanlar (Çağlar, 2000)

Günümüzde seracılığın, geleneksel sahil kesimi dışında iç kesimlerde de gelişmesi beklenmektedir Özellikle Lrzmcen, Şanlıurfa ve bazı diğer >oreleimizde bulunan jeotermal enerji kaynakları seracılık için bulunmaz fırsatlardır Bunlarda çok düşük maliyetli enerjiyle sahil kesiminden daha verimli, daha kaliteli üretimler yapılabilir Bu enerjiden şu ana kadar yeterince yararlanılmamış olması gerçekten bir talihsizliktir ve değerlendirilmesi için mutlaka tüm mevcut engelleri aşılmalıdır Bu konuda kapsamlı bir geliştirme projesine acilen gereksinim vardır Türkiye'nin en büyük tek parça serası Urfa'ya 30 km mesafede Karaali'de kurulmuştur Bu seralıda herşey elektronik ve bilgisayar kontrollü yapılmaktadır(Abak, vd ,2000)

5 DOĞU ANADOLUDA JEOTERMAL ENERJİ UYGULAMALARI

Doğu Anadolu bölgesi güneydoğu Anadolu bölgesine göre oldukça çok kaynağa sahip olmasına karşın kullanım birçok alanda istenilen seviyede değildir (Şekil 4)



Şekil 4 Doğu Anadolu Bölgesindeki jeotermal alanlar (Çağlar, 2000)

Erzurum-Pasmler Jeotermal alanı, Romatizma, böbrek taşı düşürme, siyatik, astım, cilt tedavisinde kullanılmaktadır Kaplıca merkezinin Büyük ve Küçük Kaplıcaların mimarisine uygun olarak restore edilmiştir 2634 sayılı Kanunla ilân edilmiş termal tesislerden biridir (GUÇLUER, 2002)

Doğu Anadolu'daki en önemli Jeotermal alan Diyarbakir'de bulunmaktadır Ağrı il merkezine 57 km uzaklıkta olan Diyarbakir ilçesi, 1925 metre yükseltide kurulmuş Yaklaşık 1800 m² arında yükseltiye sahip olan depresyon sahası ile kenardaki dağlık sahalardan arasında yükselti farkı yer yer 1000-1100 m'ye ulaşmaktadır Diyarbakir depresyonu, tektonik kökenli olası nedeniyle, jeotermal enerji potansiyeli açısından oldukça uygun şartlara sahiptir Diyarbakir kaplıcaları ile tanınan bir ilçedir Halkın çermik dediği kaplıcalar Kopru Çermiği (50°C), Yılanlı Çermiği (40°C), Tazekent Çermiği (42-44°C), Gelereş kaynakları (33-63°C), Kireçtepe Çermiği (65.5°C), Hıdır Çayırı (35-45°C), Mollakasım (44-68°C), Dibekli (40-45°C) adlarıyla anılmaktadır Çermikler ilçe merkezine 7 km uzakta ve Murat nehrinin doğu kıyısındadır Çermiklerin bulunduğu arazi engebeli olduğundan, geniş bir alana dağılmıştır Aralamıda 500-1000 m mesafe vardır Buradaki sular radyoaktivite, kalsiyum, sulfur, karbondioksit, magnezyum, kükürt, bikarbonat ve demir içerir Cilt hastalığı, özellikle romatizma ve siyatik gibi hastalığı olanlar şifa bulmak için burayı yüzyıllardır ziyaret ederler

Kaplıca sularından meydana gelmiş çok güzel görünüşlü kalker türleri ve traverten, buraları daha gösterişli yapmıştır Kaplıcaları Diyarbakir Belediyesi kiraya vermek suretiyle işletmektedir

Alanda jeotermal kaynak oluşumu büyük ölçüde yörenin tektonik özellikleri ile ilgilidir Tektonik bir çoklu alan olan Diyarbakir depresyonunun, Doğu Anadolu'nun genel tektonik karakterlerine göre, bölgenin Üst Mıyosen'den itibaren kuzey-güney yönünde sıkıştığı bilinmektedir Diyarbakir depresyonu içerisinde açılan sondaj kuyularının yakınlarda, kaplıca olarak da yararlanılan çok sayıda doğal çıkış bulunmaktadır Diyarbakir kentin güney kesiminde bulunan ba/alta kültesinin güneybatı ve kuzeydoğusundan, çok sayıda fay ve olası fay hattı geçmektedir Alandaki fay hatları çoğunlukla formasyonlar içerisinde ve bilhassa sınır kesimlerinde yer almaktadır Buna karşılık ba/alta ve bazaltik levhalar içerisinde ise daha az fay hattına rastlanmaktadır Yöredeki sıcak su kaynakları, genellikle fay hatlarının akınlarında ya da fay hatları üzerinde yer aldıkları dikkati çekmektedir Yapılmış olan jeolojik, hidrolojik ve jeofizik araştırmalardan ve sondaj çalışmalarından, Davut, Iazkent ve Kopru Çermikleri arasında kalan alanın, jeotermal enerji üretimi için uygun koşullara sahip olduğu anlaşılmıştır Nitekim, Diyarbakir'in güneyinde Davut Çermiği yakınındaki Gelereş tepe doğusundaki MTA 98-2 kuyusunda 68°C sıcaklığa ve saniyede 7 litre debisiyle sahip bir kaynak ile bu kuyuya yakın bir konumda yer alan MTA 98-1'de 77 m, MTA 98-1'de 110 m'dir Sıcak su ve buhar karışımı akışkan 70 m yüksekliğe kadar çıkmıştır Yörenin jeotermal enerji potansiyelini belirlemek amacıyla, sahada daha başka kuyular da açılmıştır Genel olarak fay hatları üzerinde açılan kuyulardan daha olumlu sonuçlar alınmıştır

Diyarbakir'de, jeotermal enerjiden yararlanılarak konutların ısıtılması çalışmalarına 1998 yılında başlanmış olup, sistemin büyük bir kısmını 1999 yılında tamamlayarak hizmete açılmıştır Ancak daha çok konut ve seranın ısıtılabilmesi için sondaj çalışmaları devam etmektedir Diyarbakir jeotermal sahası 65°C sıcaklıkta, yüksek debide jeotermal akışkan üretimiyle Türkiye'nin ilk 15 sahası arasında yer almaktadır Bu yönüyle de Türkiye'nin en kapsamlı jeotermal merkezi ısıtma projelendiren bin olan Diyarbakir jeotermal ısıtma sistemi, Diyarbakir Belediyesi ve özel bir şirket tarafından gerçekleştirilmiştir Diyarbakir ilçesinin ısıtılmasında, Yılanlı Çermiği yakınlarındaki MTA 98-1 kuyusundan yararlanılmaktadır Kuyudan alınan buhar ve sıcak su karışımı jeotermal akışkan, fazla ısı kaybına neden olmayan özel borularla yaklaşık 5 km

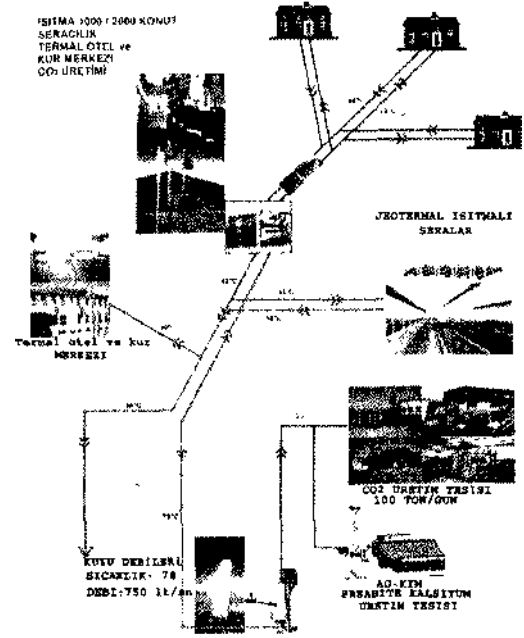
uzaklıktaki dağıtım merkezine getirilmektedir. Bu merkezde akışkanın enerjisi tatlı suya aktarılmakta ve yaklaşık 60°C kadar ısınan su, yalıtılmış özel borularla ilçe içerisine göndelmekte ve kullanıma sunulmaktadır. Kuyu ile konutlar arasındaki mesafede sıcaklık kaybı, ortalama 3°C kadardır, ilçe içerisinde, içme suyu ağma benzer bir sıcak su dağıtım ağı da oluşturulmuştur. Diğer yandan enerjisi alman jeotermal su, yer altına döşenen borularla termal otel kompleksine götürülmekte, burada açılan sondaj kuyularına, sistemde çökelti oluşumunu ve muhtemel arızaları önlemek için, çeşitli kimyasal maddelerle birlikte enjekte edilmekte ve daha sonra jeotermal akışkandan yararlanma yoluna gidilmektedir(Şekil 5).

Jeotermal suların ısıtmanın yanı sıra, kullanım amacıyla da faydalanılmaktadır. Daha önce kömür ya da sıvı yakıtla ısıtılan kaloriferli konutlar, basit birkaç değişiklikle yapılarak jeotermal enerji ile ısıtılmış sıcak su verilebilmektedir. Sobayla ısıtılan evlere, öncelikle kalorifer ve sıcak su sistemi döşenmesi gerekmektedir. Gelir düzeyi yetersiz olan ailelerin söz konusu sistemi döşetmekte gecikmesi, ilçedeki konutların tamamının merkezi sistemle ısıtılmasını önlemektedir, ilçede kalorifer tesisatı yeni döşenen evlerde, daha çok tabandan ısıtma sistemi tercih edilmektedir. Söz konusu sistem, kalorifer peteği kullanılarak yapılan ısıtmaya göre, daha ekonomik ve daha kullanışlıdır.

Diyadin'de jeotermal kaynakların seracılığa uygulanabilirliği konusunda da araştırma başlatılmıştır. Araştırma alanında öncelikle deneme amacıyla kurulmuş küçük çaplı 8 sera bulunmaktadır. Genişliği 10 metre, uzunluğu ise 30 metreyi bulan bu seralarda domates, salatalık, biber gibi ürünler yetiştirilmektedir. Üzerleri pothetilen muşamba ile örtülen seralarda çeşitli ürünlerin yetiştirilmesi planlanmaktadır. Üretime 1998 yılından itibaren deneme amaçlı başlanmıştır.

Seralarda yıllık üretilen ürün miktarı yaklaşık 160 ton kadar olup, üretilen ürünler başta Diyadin ilçesi ve yakın çevresi olmak üzere Ağn şehrinde satışa sunulmaktadır. Jeotermal enerji ile ısıtılmış bu seralar içerisinde döşenmiş borularla pompalanmakta ve seraların ısıtılması sağlanmaktadır. Çevrenin sıcaklık koşullarına bağlı olarak sıcak su girişi hızlandırılmakta veya yavaşlatılmaktadır. Bölgenin seracılık açısından uygun şartlara sahip olması ve mevcut seralarda oldukça verimli üretim yapılması, çiftçileri harekete geçirmiştir. Bu amaçla 2000 yılında, Ağn Valiliği'nin öncülüğünde geniş kapsamlı seracılık projeleri geliştirilmektedir. Ağn Özel İdare Müdürlüğü tarafından ilk etapta tahmini

2.000 m² alan üzerine sera yapılması planlanmaktadır. Seralarda nem ve sıcaklık kontrolü bilgisayarla gerçekleştirilecek, tabandan ısıtma sistemi uygulanacak ve sulama borularla damla metoduyla yapılacaktır. Isıtma için önemli bir masraf yapılmayacağından seralarda üretilen ürünlerin maliyetinin, Akdeniz Bölgesi'ndeki seralarda yetiştirilen ürünlere oranla daha az olacağı tahmin edilmektedir



Şekil 5 Diyadin'de Jeotermal Enerjinin Entegre Kullanımı (Tübitak,2000)

Halen Diyadin'de AG-KAR sıvılaştırılmış karbondioksit ve kurubuz üretim tesisi ile prensipte kalsiyum karbonat üretim tesisi yapım çalışmalarına başlanmıştır. Türk-Alman ve Türk-Amerikan işbirliği sayesinde Almanya tarafından finanse edilen bu yatırım projesi önümüzdeki yıllarda hizmete girecektir.

Diyadin ilçe merkezinde jeotermal enerji kullanımına başlanmasıyla birlikte, olumlu yönde değişimler meydana gelmiştir. Öncelikle ısınma giderleri büyük oranda azalmıştır. Nitekim Diyadin'deki konutlar, kömür ve sıvı yakıtla ısıtılan konutlara oranla ortalama 8 kat daha ucuza ısıtmaya başlanmıştır. Öte yandan sıcak su kullanımı için de harcama yapmaya gerek kalmamıştır.

Jeotermal enerji kullanımının yöreye yapmış olduğu bir diğer olumlu katkıysa hava kirliliğinin önemli ölçüde azalmış olmasıdır. Geçmiş yıllarda konutların ısıtılmasında kullanılan katı ve sıvı yakıtlar, havayı belirgin biçimde kirletiyordu, Jeotermal enerji kullanımıyla birlikte evlerin içindeki kirlenme de büyük ölçüde ortadan kalkmıştır. Diyardin ilçesindeki konutların jeotermal enerjiyle çok ucuza ısıtılması, ilçe merkezine olan göçleri hızlandırmıştır. Özellikle çevredeki kırsal yerleşimlerden göçlerin artması, ev fiyatlarının hızla yükselmesine neden olmuştur. Gerçekten de soğuk bir bölgede yer alan Diyardin'de evlerde devamlı sıcak suyun bulunması, ısınma harcamalarının düşük olması ve hava kirliliğinin azalması, ilçede yaşayan insanlara rahat bir yaşama ortamı sunmaktadır.

Jeotermal enerjinin seraların ısıtılmasında da başarı ile kullanılması yöre ekonomisini olumlu yönde etkileyecektir. Halen deneme üretimi yapılan seralardan başarılı sonuçların alınması, yöre halkını umutlandırmıştır; seracılığın gelecekte yöre için iyi bir gelir kaynağı olacağı anlaşılmıştır. Bu amaçla Ağrı Valiliği önümüzdeki yıllarda bu faaliyeti yöre genelinde yaygınlaştırmayı planlamaktadır. Diyardin Belediyesi de özel sera kurmak isteyen girişimcilere, her türlü kolaylığı sağlamaktadır(Tübitak,2000). İğdir'in ısınma sorunu için "Jeotermal Enerji ile Merkezi Isıtma Projesi" çalışmaları yapılmaktadır.Diyadin'den çıkan Jeotermal akışkan İğdir'a taşınarak 10 bin konut ısıtılması hedeflenmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Jeotermal enerjinin konvansiyonel enerji kaynaklarına göre en önemli üstünlüğü, sürdürülebilir enerji kaynağı olmasıdır. Diğer enerji kaynaklarında sıkça rastlanan çevreyi kirletme sorunu, bu enerji kaynağında söz konusu değildir. Böylesine önemli jeotermal kaynakların yeterince değerlendirilmemesinin ana nedenlerinden biride Jeotermal Enerji Yasasının olmamasıdır.

Buna karşılık büyük çoğunluğu yasa olmak üzere jeotermal enerjiyi ilgilendiren birçok kısıtlayıcı yasal düzenleme bulunmaktadır.

Ülkemizde son yıllarda takip edilen enerji gereksiniminin doğalgaz gibi dışa dayalı kaynaklar ile karşılanması politikası artık terk edilmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunduğu yörelerde bu kaynakların öncelikli enerji kaynağı olarak kullanılmasının sağlayacak yasal düzenlemeler ve enerji politikaları oluşturulmalıdır. Kendi öz kaynağımız jeotermal enerjinin etkin kullanılması çevreye, ulusal ekonomimize katkı sağlarken diğer taraftan akışkan parametrelerinin

takibi yer kabuğu hareketlerinin (depremler açısından önemli olan) tam olarak bilinmeyen davranışlarının açıklanması hakkında da veriler sağlayacaktır. Ülkemizde sağlık ve termal turizmde önem verilmeli, jeotermal enerjinin seracılıkta kullanımı teşvik edilmelidir.

7.KAYN AKLAR

Abak, Vd.,2000, Sebze Tarımında 2000'lerde Üretim Hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği V.Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000, Ankara, 617-644.

Çağlar,I., 2000, Türkiye sıcak su kaynakları, İTÜ Jeofizik ve Jeotermal Enerji Bölümü Güçlüçr,2002, Termal Turizmi, Bilim Ve Akim Aydınlığında Eğitim Dergisi Temmuz Sayısı Koçak,2000, Jeotermal Sistemler Ve Hidrolojik Modelleme,Jenarum, İzmir

Mta,1989, Jeotermal Enerji Tanıtım Broşürü, Mta Yayınları,Ankara.

Önal,C, Kaya,A.,2003, Jeotermal Enerji Hakkında Bazı Gerçekler, Mmo Bülteni Mart Sayısı Özbek, T., 2001, Jeotermal Enerji Teknolojisi, Master Programı Yayınlanmamış Ders Notu, Ankara.

Satman, A., 2001, "Jeotermal Enerjinin Doğası", V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, Jeotermal Enerji Semineri, İzmir, 3-6 Ekim 2001.

Şimşek, Ş., Mertoğlu, O., Koçak, A., Bakır, N., Akkuş, İ., Dokuz, I., Durak, S., Dilenire, A., Şahin, R., Akıllı, H., Suludere, Y., Karakaya, C. Ve Tan, E., 2001, Dpt Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005) Jeotermal Enerji Raporu, Dpt Yayın No 2609-O.K620 Isbn 975 -16-2825-7, Ankara.

Tübitak,2000, Jeotermal Enerji, Bilim Teknik Dergisi, Şubat 387 Nolu Sayısı

Tüsiad,2005, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelleri, Kullanımı Ve Geliştirme Olanakları, İstanbul

Yatırım,2005, Yatırım Programı Hazırlama Esasları,[http://www.ıbb.gov.tr/ıbbtr/144/14403/02/üenelge/2004/27072004_1 .htm](http://www.ıbb.gov.tr/ıbbtr/144/14403/02/üenelge/2004/27072004_1.htm)

Yetiş, D., B.,1997,Ulusal Çevre Eylem Planı: Su Kaynaklarının Yönetimi [http://ekutup.dpt.gov.tr/Çevre/Eylemler/ Buraks.pdf](http://ekutup.dpt.gov.tr/Çevre/Eylemler/Buraks.pdf) 6