



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 26
Raporun Adı	: Madencilik ÖİK Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu
Raporun Yayın Tarihi	: Mayıs 1996
Yayın Dili	: Türkçe
Raporun Konusu	: Jeotermal Enerji
Raporun Kaynağı	: DPT, Mayıs 1996
Anahtar Kelimeler	: Jeotermal
Yazar 1	: DPT

Açıklama

Bu doküman Elektrik Mühendisleri Odası tarafından açık arşiv niteliğinde olarak bilginin paylaşımı ve aktarımı amacı ile eklenmiştir.

Odamız üyeleri kendilerine ait her türlü çalışmayı EMOP/Üye alanında bulunan veri giriş formu aracılığı ile bilgi belge merkezinde yer almasını sağlayabileceklerdir. Ayrıca diğer kişiler çalışmalarını e-posta (bbm@emo.org.tr) yolu ile göndererek de bu işlemin gerçekleşmesini sağlayabileceklerdir. Herhangi bir dergide yayınlanmış akademik çalışmaların dergideki formatı ile aynen yer almaması koşulu ile telif hakları ihlali söz konusu değildir.

Elektrik Mühendisleri Odası Bilgi Belge Merkezi'nde yer alan tüm bilgilerden kaynağı gösterilerek yararlanılabilir.

Bilgi Belge Merkezi'nde bulunan çalışmalardan yararlanıldığında, kullanan kişinin kaynak göstermesi etik açısından gerekli ve zorunludur. Kaynak gösterilmesinde kullanılan çalışmanın adı ve yazarıyla birlikte belgenin URL adresi (http://bbm.emo.org.tr/genel/katalog_detay.php?katalog=4&kayit=26) verilmelidir.



T.C. BAŞBAKANLIK DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI MÜSTEŞARLIĞI
YAYIN NO:DPT : 2441 – ÖİK: 497

**MADENCİLİK
ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU
ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ALT KOMİSYONU**

**JEOTERMAL ENERJİ
ÇALIŞMA GRUBU RAPORU**

MAYIS 1996

ISBN 975 – 19 – 1375-6 (basılı nüsha)

Bu Çalışma Devlet Planlama Teşkilatının görüşlerini yansıtmaz. Sorumluluğu yazarına aittir. Yayın ve referans olarak kullanılması Devlet Planlama Teşkilatının iznini gerektirmez; İnternet adresi belirtilerek yayın ve referans olarak kullanılabilir. Bu e-kitap, <http://ekutup.dpt.gov.tr/> adresindedir.

Bu yayın 1000 adet basılmıştır. Elektronik olarak, 1 adet pdf dosyası üretilmiştir

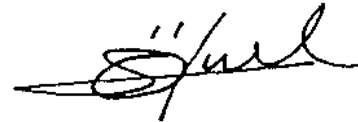
ÖNSÖZ

Devlet Planlama Teşkilatı'nın Kuruluş ve Görevleri Hakkında 540 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname, iktisadi ve sosyal sektörlerde uzmanlık alanları ile ilgili konularda bilgi toplamak, araştırma yapmak, tedbirler geliştirmek ve önerilerde bulunmak yolu ile Devlet Planlama Teşkilatı'na, Kalkınma Planı çalışmalarında yardımcı olmak, plan hazırlıklarına daha geniş çevrenin katkısını sağlamak ve ülkemizin bütün olanaklarını değerlendirmek üzere sürekli ve geçici özel ihtisas komisyonlarının kurulacağı hükmünü getirmektedir.

Başbakanlığın 1.4.1993 tarih ve 93/7 sayılı Genelgesi uyarınca kurulan Özel İhtisas Komisyonlarının hazırladığı raporlar, 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı hazırlık çalışmalarına ışık tutacak ve toplumun çeşitli kesimlerinin görüşlerini Plan metnine yansıtacaktır. Komisyonlar çalışmalarını, sözkonusu Başbakanlık Genelgesi, 29.9.1961 tarih ve 5/1722 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulmuş olan tüzük ve Teşkilatımız tarafından hazırlanan Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu genel çerçevelerini dikkate alarak yapmışlardır.

Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ile istikrar içinde büyümenin sağlanması, sanayileşmenin başarılması, uluslararası ticaretteki payımızın yükseltilmesi, piyasa ekonomisinin geliştirilmesi, ekonomide toplam verimliliğin arttırılması, sanayi ve hizmetler ağırlıklı bir istihdam yapısına ulaşılması, işsizliğin azaltılması, sağlık hizmetlerinde kalitenin yükseltilmesi, sosyal güvenliğin yaygınlaştırılması, sonuç olarak refahın arttırılması ve yaygınlaştırılması hedeflenmekte, yirmibirinci yüzyılda dünya ile bütünleşme amaçlanmaktadır.

Ülkemizi 2000'li yıllara taşıyacak ve önemli bir dönemi kapsayacak olan 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı çalışmalarına toplumun tüm kesimlerinin katkısı, özel ihtisas komisyonları kurularak sağlanmıştır. Planların demokratik katılımcı niteliğini güçlendiren Özel İhtisas Komisyonları çalışmalarının dünya ile bütünleşen bir Türkiye hedefini gerçekleştireceğine olan inancımla, konularında ülkemizin en yetkili kişileri olan Komisyon Başkan ve Üyelerine, çalışmalara yaptıkları katkıları nedeniyle teşekkür eder, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nın ülkemize hayırlı olmasını dilerim.



Necati ÖZFIRAT
Müsteşar

İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
1.GİRİŞ	3
1.1. Tanım.....	3
1.2. Sektörde Faaliyet Gösteren Uluslararası Kuruluşlar.....	3
2. Dünyada Mevcut Durum	4
2.1. Rezervler.....	9
2.2. Tüketim	9
2.2.1. Tüketim Alanları	9
2.2.2. Tüketim Miktar ve Değerleri.....	13
2.3. Üretim	13
2.3.1. Üretim Yöntemi ve Teknolojisi	14
2.3.2. Ürün Standartları.....	21
2.3.3. Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar.....	21
2.3.4. Mevcut Kapasiteler ve Kullanım Oranları	22
2.3.5. Üretim Miktar ve Değerleri	22
2.3.6. Birim Üretim Girdileri.....	22
2.3.7. Maliyetler	23
2.3.8. Stok Durumu.....	25
2.4. Uluslararası Ticaret.....	25
2.4.1. Fiyatlar	25
2.5. İstihdam	26
2.6. Çevre sorunları	26
3 . TÜRKİYE'DE DURUM	28
3.1. Ürünün Türkiyede Bulunuş Şekilleri.....	28
3.2.Rezervler.....	31
3.3. Tüketim	31
3.3.1. Tüketim Alanları	31
3.3.2. Tüketim Miktar ve Değerleri.....	31
3.4. Üretim	33
3.4.1. Üretim Yöntemi ve Teknoloji.....	33
3.4.2. Ürün Standartları.....	33
3.4.4. Mevcut Kapasiteler ve Kullanım Oranları	34
3.4.5. Üretim Miktar ve Değerleri	34
3.4.6. Birim Üretim Girdileri.....	34
3.4.7. Maliyetler	35
3.4.8. Stok Durumu.....	37
3 .5 . Dış Ticaret	37

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU

Başkan	: Dr. M. Ziya GÖZLER	- MTA Gen.Müd.
Başkan Yrd.	: Fuat KARAYAZICI	- ENTES
	İsmet KASAPOĞLU	- TÜRKİYE Madenciler Der.
Raportör	: A. Kemal İŞİKER	- MTA
Raportör Yrd.	: Gönül ÇETİNEL	- MTA
Koordinatör	: Ergün YİĞİT	- DPT

ENERJİ HAMMADELERİ ALT KOMİSYONU

Başkan	: Cemil ÖKTEN	- MİLTEN Madencilik
Başkan Yrd.	: Orhan BAYKARA	- AYDIN Linyitleri
Raportör	: Çiğdem ERKOL	- YERKÜRE Mad.San.

JEOTERMAL ENERJİ ÇALIŞMA GRUBU

Başkan	: Doç.Dr. Şakir ŞİMŞEK	- HACETTEPE Üniv.
Başkan Yrd.	: Orhan MERTOĞLU	- ORME Jeotermal
Raportör	: Ali KOÇAK	- MTA
Üyeler	: Nilgün BAŞARIR	- ORME Jeotermal
	Serpil İNAL	- TEK
	Servet YILMAZER	- MTA
	Alaattin PİNÇE	- TPAO
	Tuğrul TOKGÖZ	- MTA
	Hüdavendigar ŞAHİN	- MTA
	Zübeyir ATASOY	- ÇEVRE Bakanlığı

ÖZET

7. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu çalışmaları kapsamında hazırlanan jeotermal enerji konulu bu raporda, kaynağın dünyada ve Türkiye'deki durumu, rezerv, üretim, tüketim, teknoloji, çevre sorunları, vb. başlıklar altında ele alınarak incelenmiştir.

Jeotermal Enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısıнын oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir. Düşük (20-70°C), orta (70-150°C) ve yüksek (150°C'den yüksek) entalpili (sıcaklıklı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Yüksek entalpili akışkandan elektrik üretiminde, düşük ve orta entalpili akışkandan ise ısıtmacılıkta yararlanılmaktadır. Bunların yanısıra jeotermal akışkanlardan, kimyasal madde üretimi, kültür balıkçılığı gibi çok değişik amaçlarla da yararlanılabilmektedir.

Jeotermal akışkandan elektrik üretimi dünyada ilk olarak 1904 yılında İtalya'da gerçekleştirilmiştir. Bugün İtalya, Amerika, Japonya, Filipinler ve Yeni Zelanda başta olmak üzere toplam 18 ülkede jeotermal enerjiden elektrik üretimi yapılmaktadır. Halen dünyadaki jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesi 6275,3 MW düzeyindedir.

Günümüzde dünya'da, enerji ihtiyacının büyük bir kısmı hidrolik enerji ve fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ancak gelecekte, fosil yakıtların giderek tükenmesi ve yerini yeni enerji kaynaklarının alması beklenmektedir. Jeotermal enerji, fosil yakıtlara alternatif enerji kaynakları arasında en önemlilerden birisi durumundadır. Jeotermal enerjiye dayalı elektrik kurulu gücünün yıllık %15 artışla, 2000 yılına kadar 38.400 MWe'a, ısı enerjisi olarak tüketimin ise yıllık % 7 artışla 33.100 MWt'a ulaşması beklenmektedir.

Jeotermal enerji üretim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına oranla oldukça düşüktür. Söz konusu maliyet entegre kullanımlar sözkonusu olduğunda, daha da düşmektedir. 110 MWe kapasiteli bir santralin birim maliyeti 4,5 Cent/KWh düzeyindedir.

Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunan ve genç tektonik etkinlikler sonucu gelişen grabenlerin, yaygın volkanizmanın, doğal buhar ve gaz çıkışlarının, hidrotermal alterasyon ve sıcaklıkları yer yer 102°C ye ulaşan 900'ün üzerindeki sıcaksu kaynağının varlığı, Türkiye'nin önemli bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

1962 yılında MTA tarafından başlatılan sıcaksu arama ve geliştirme çalışmaları, 1968 yılında

elektrik üretimine elverişli Kızıldere-Denizli Jeotermal Enerji Sahasının keşfedilmesi ile hız kazanmıştır. 1982 yılında yine elektrik üretimine uygun Aydın-Germencik ve Çanakkale-Tuzla sahalarının keşfiyle bu alandaki çalışmalar daha da genişletilmiştir. Bunlardan başka, ısıtmacılığa yönelik birçok saha keşfedilmiş olup, Balıkesir-Gönen, İzmir-Balçova, Afyon-Ömer ve Kütahya-Simav sahalarında ısıtma uygulamaları yapılmış ve bu alandak çalışmalar halen devam etmektedir. Türkiye'de halen 17.000 konut eşdeğeri ısıtmacılık yapılmakta olup, kurulu güç 140 MWt düzeyine ulaşmıştır.

Isıtmacılık konusunda yapılan maliyet hesaplamalarına göre KWh ısıtmanın

Jeotermal enerjiden üretimi;	12,4- 59,4 TL.
Kömürden (5000 Kcal.) üretimi;	408,4 TL
Fuel Oilden üretimi;	591,0 TL düzeyindedir.

Türkiye'de elektriğe yönelik uygulama ise, Denizli-Kızıldere sahasında 1974 yılında kurulan 0,5 MWe kapasiteli bir pilot tesisle başlamış ve 1984 yılında aynı sahada TEK tarafından yaptırılan yeni bir santralle 20 MWe kapasiteye ulaşılmıştır.

Ülkemizde, Aydın-Germencik, Çanakkale-Tuzla gibi sahalarda, önümüzdeki yıllarda yeni santrallerin kurulması yönünde çalışmalar sürdürülmektedir.

Türkiye'de jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesinin 1999 yılında 100 MWe'a, 2000 yılında 125 MWe'a ulaşması beklenmektedir.

Türkiye genelinde termal enerji üretim kapasitesinin, 1999 yılında 2.065 MWt'a, 2000 yılında ise 2.520 MWt'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu değerlendirmeye göre jeotermal enerji alanındaki en önemli gelişme termal kullanım konusunda olacaktır.

Jeotermal kaynak kullanımıyla ilgili olarak önceki plan dönemlerinde vurgulanan, başta kimyasal sorun olmak üzere, birçok engelleyici faktör çözüme kavuşturulmuştur. Bu nedenle, Türkiye'de jeotermal enerji kullanımının 7. Plan döneminde hızla artması beklenmektedir.

Sonuç olarak; yeni sahaların keşfedilmesi ve mevcut sahaların geliştirilmesi amacıyla MTA, Üniversiteler, TEK ve özel kuruluşların projelerine destek sağlanmalı, uluslararası kuruluşların yatırım yapması teşvik edilmeli ve konuyla ilgili yasal boşluklar bir an önce giderilmelidir. Ucuz ve temiz bir enerji kaynağı olan jeotermal kaynakların öncelikli olarak devreye alınması, bu kaynağın bulunduğu yörelerimize ve ülkemize önemli ölçüde ekonomik ve sosyal faydalar sağlayacaktır.

1.GİRİŞ

1.1. Tanım

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısınin 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 herhangi bir akışkan içermemesine rağmen bazı teknik yöntemlerle ısısından yararlanılan, yerin derinliklerindeki "Sıcak Kuru Kayalar" da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir.

Sınıflandırılması :

Ükelere göre değişik sınıflandırmalar olmasına rağmen jeotermal enerji, sıcaklık içeriğine göre kabaca üç gruba ayrılır.

- | | |
|------------------------------|--------------------|
| 1- Düşük Sıcaklıklı Sahalar | (20-70°C) |
| 2- Orta Sıcaklıklı Sahalar | (70-150°C) |
| 3- Yüksek Sıcaklıklı Sahalar | (150°C'den yüksek) |

Düşük ve orta sıcaklıklı sahalalar, bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayiinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki CO₂ den kurubuz eldesinde) kullanılmaktadır. Ancak, orta entalpili sahalardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

Yüksek entalpili sahalardan elde edilen akışkan ise, elektrik üretiminin yanısıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilmektedir.

1.2. Sektörde Faaliyet Gösteren Uluslararası Kuruluşlar

Jeotermal enerji sektöründe arama, üretim ve teknoloji konusunda faaliyet gösteren kuruluşlar aşağıda verilmiştir.

IGA (INTERNATIONAL GEOTHERMAL ASSOCIATION - ABD)

UNION OIL (A.B.D.)

GRC (A.B.D.)
ORMAT (A.B.D.)
MAGMA COMPANY (ABD)
GHC Geoheat Cent. (A.B.D.)
GEOTHERMAL DEVELOPMENT ASSOCIATES (ABD)
GEO HILLS ASSOCIATES (ABD)
GEOTHERMAL POWER COMPANY INCORPORATION (ABD)
JICA (JAPONYA)
KEPKO (JAPONYA)
WEST-JEC (JAPONYA)
JAPEX (JAPONYA)
MITSUBISHI (JAPONYA)
TOSHIBA (JAPONYA)
NEDO (JAPONYA)
GENZL (YENİ ZELANDA)
KRTA (YENİ ZELANDA)
DSIR (YENİ ZELANDA)
DAL (İTALYA)
ENEL (İTALYA)
AQUATER (İTALYA)
ANSALDO (İTALYA; türbin yapımı)
ENER SYSTEM (FRANSA)
BRGM (CFG) (FRANSA)
SPAC (FRANSA)
ORKUSTOFNUN (İZLANDA)
VIRKIR (İZLANDA)
ROBERTSON RESEARCH INTERNATIONAL LIMITED (İNGİLTERE)
ASEA (İSVEÇ)
PNOC (FİLİPİNLER)
PERTAMİNA (ENDONEZYA)

2. DÜNYADA MEVCUT DURUM

İlk çağlardanberi, sağlık amaçlı olarak yararlanılan doğal sıcak su kaynakları ilk defa 1827 yılında İtalya'da, asitborik elde etmek amacıyla kullanılmıştır. Daha sonra 1905 yılında Larderello (İtalya) yöresinde yine ilk defa jeotermal buhardan elektrik üretimine başlanmış ve 1912 yılında, gücü 250 KWe olan ilk turbojeneratör kurulmuştur.

1930'larda ise bu enerji İzlanda'nın Reykjavik kentinde ısıtma amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. 1949 yılında Yeni Zelanda Wairakei sahasında turistik bir otele sıcak su temini amacıyla başlanan sığ sondajlara daha sonra, elektrik elde edebilmek amacıyla devam edilmiş ve 1954 yılında 200 MWe kapasiteli bir santral kurulmuştur. 1960 da Amerika'da, 1961 de Meksika'da ve 1966 da Japonya'da santraller kurularak jeotermal enerjinin kullanımında önemli gelişmeler sağlanmıştır. 1992 yılı verilerine göre dünyadaki elektrik kurulu güç kapasitesi 6.275,3 MWe ve 1993 yılı verilerine göre ısıtma amaçlı doğrudan kullanım ise 13.044 MWt'a ulaşmıştır (TABLO-1,2,3).

Dünyadaki Önemli Jeotermal Kuşaklar:

Dünyada, jeolojik özellikleri nedeniyle (genç tektonizma ve volkanizma) birçok jeotermal kuşak bulunmaktadır (ŞEKİL- 1).

And Volkanik Kuşağı; Güney Amerikanın batı sahillerinde bulunan bu kuşak, Venezuela, Kolombiya, Ekvator, Peru, Bolivya, Şili ve Arjantini kapsamaktadır. Çok sayıda aktif volkanizmanın varlığı nedeniyle, yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerin bulunduğu bu kuşaktaki jeotermal alanlar henüz çok fazla değerlendirilmemiştir.

Alp-Himalaya Kuşağı; Hindistan Plakası ile Avrasya Plakasının çarpışması sonucu oluşan bu jeotermal kuşak, dünyanın en büyük jeotermal kuşakları arasındadır. 150 km genişliğinde ve 3000 km uzunluğunda olan kuşak, İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan, Hindistan, Tibet, Yunnan (Çin), Myanmar (Burma) ve Tayland'ı kapsamaktadır.

Doğu Afrika Rift Sistemi; Aktif olan bu sistem Zambiya, Malavi, Tanzanya, Uganda, Kenya, Etiyopya, Djibuti gibi ülkeleri içine alır. Aktif volkanizma Kenya, Etiyopya ve Tanzanya'dadır.

Karayib Adaları; Aktif volkanizmanın hakim olduğu kuşakta, önemli potansiyel görülmektedir.

Orta Amerika Volkanik Kuşağı; Guatamela, El Salvador, Nikaragua, Kosta Rika ve Panama'yı içine alan bu kuşakta, çok sayıda jeotermal sistem bulunmaktadır.

Bunların dışında; Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Doğu Çin, Filipinler, Endonezya, Yeni Zelanda, İzlanda, Meksika, Kuzey ve Doğu Avrupa, Bağımsız Devletler Topluluğu gibi ülkeler farklı tektonik oluşumlar nedeniyle verimli jeotermal sahalara sahiptir (Geothermal Education Office, Steam Press Journal, 1993).

TABLO-1: Jeotermal Enerjiyi Elektrik Üretiminde Kullanan Ülkeler ve Kurulu Kapasiteleri (1992)

ÜLKELER	KAPASİTE (MWe)
ABD	2.979,2
FİLİPİNLER	893,5
MEKSİKA	725,0
İTALYA	635,2
YENİ ZELANDA	286,0
JAPONYA	270,0
ENDONEZYA	142,8
EL SALVADOR	105,0
NİKARAGUA	70,0
İZLANDA	50,0
KENYA	45,0
ÇİN	30,8
TÜRKİYE	20,0
RUSYA	11,0
FRANSA (GUADELOUPE)	4,2
PORTEKİZ (AZORES)	3,0
YUNANİSTAN(*)	2,0
TAYVAN(*)	3,0
TOPLAM (58 Adet Saha)	6.275,6

(*)Robertson Res.Int. 1988

KAYNAK:Geothermal Energy, Technology, Ecology Course
Text-Book and Guideline, 1993, Makedonya)

TABLO-2:Gelişmekte Olan Ülkelerde, Toplam ve Jeotermal Enerji Kaynaklı Elektrik Üretim Kapasiteleri (1989)

ÜLKELER	TOPLAM (MWe)	JEOTERMAL (MWe)	% PAY
EL SALVADOR	703	95	13,5
FİLİPİNLER	7.038	894	12,7
NİKARAGUA	395	35	8,8
KENYA	719	45	6,2
MEKSİKA	27.338	700	2,5
ENDONEZYA	11.030	142	1,3
TÜRKİYE (*)	20.000	20	0,01

(*) Veriler TEK'den alınmıştır.

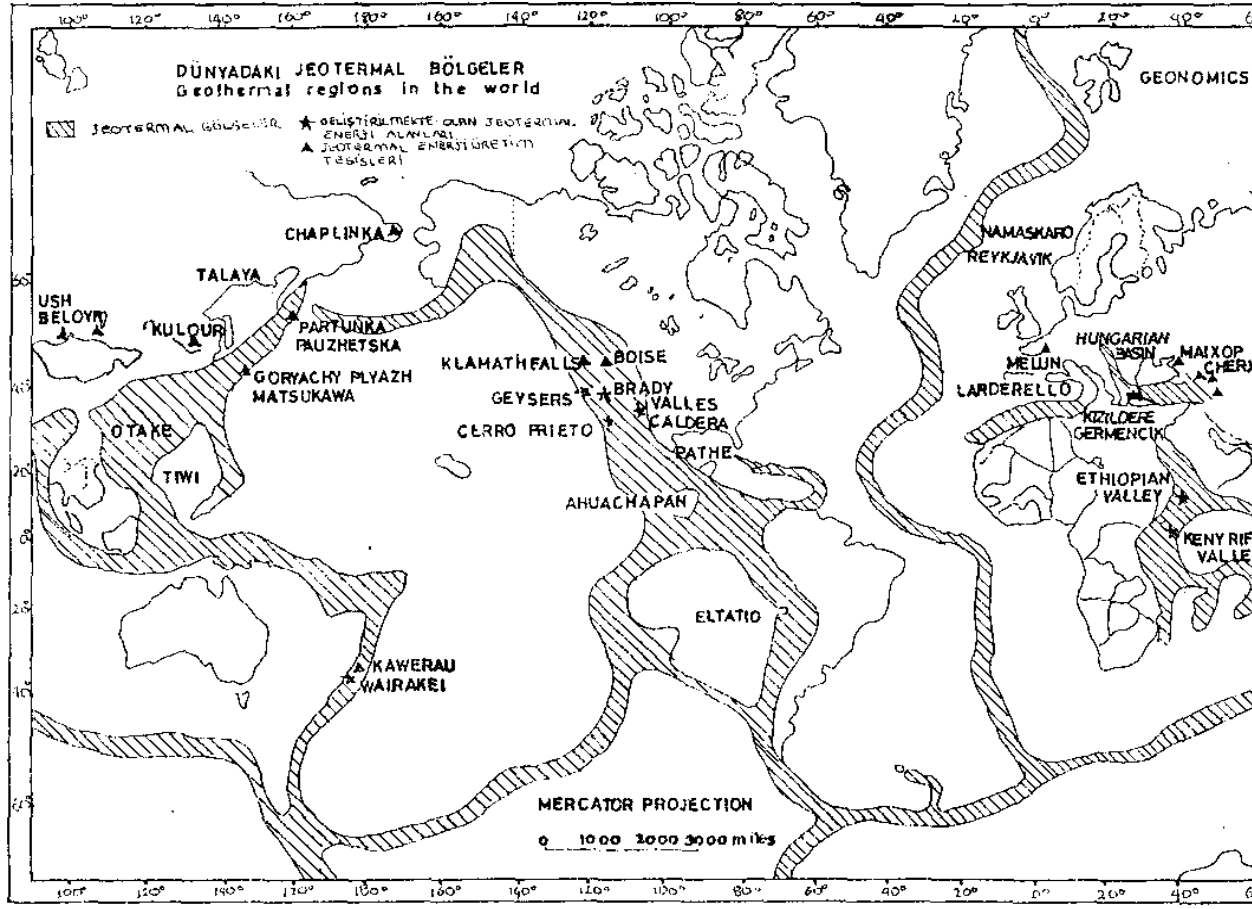
KAYNAK:Geothermal Energy, Technology, Ecology Course Text-Book and Guideline, 1993, Makedonya)

TABLO-3: *Dünyada, Jeotermal Enerjinin Elektrik Üretimi Dışında Kullanım Kapasiteleri (1990)*

ÜLKELER	KAPASİTE (MWt)
JAPONYA	3.321
ÇİN	2.154
MACARİSTAN	1.276
B.D.T.	1.133
İZLANDA	900
ABD	463
İTALYA	360
FRANSA	337
BULGARİSTAN	293
YENİ ZELANDA	258
ROMANYA	251
TÜRKİYE(*)	246
ESKİ YUGOSLAVYA	112,7
ESKİ ÇEKOSLOVAKYA	105
BELÇİKA	93
TUNUS	90
ETİOPYA	38
İSVİÇRE	23
YUNANİSTAN	18
CEZAYİR	13
KOLOMBİYA	12
AVUSTURALYA	11
GUATEMALA	10
POLONYA	9
ALMANYA	8
AVUSTURYA	4
KANADA	2
İNGİLTERE	2
DANİMARKA	1
TAYLAND	0,4
DİĞERLERİ (Kenya, Meksika, Hindistan, Vietnam, İspanya, İsrail vb.)	1.500
TOPLAM	13.044

(*) Isıtma;140 MWt, Sağlık ve Turizm Tesisleri;106MWt

KAYNAK:Geothermal Energy, Technology, Ecology Course
Text-Book and Guideline, 1993, Makedonya)



ŞEKİL-1: Dünyadaki jeotermal kuşaklar

2.1. Rezervler

Teorik hesaplamalara göre 0-10 km. derinlik arasında dünyada birikmiş ısı enerjisi, yüksek ısı akıllı alanlar için $245 \cdot 10^6$ EJ(exajoules), düşük akıllı alanlar için $181 \cdot 10^6$ EJ'dur. Bu enerjinin %0,1'nin işletilebileceği düşünülürse, jeotermal kaynak $0 \cdot 10^6$ EJ'den fazla olacaktır. Bu ise dünyada bugünkü mevcut enerji tüketimine göre 1000 yıllık bir rezerv demektir. Dünyada doğal akiferlerden toplam 0,5 EJ üretim yapıldığı, üretilebilecek isbatlanmış rezervin ise 50 EJ olduğu tahmin edilmektedir (Robertson Research Int.;1988, TABLO-4).

Bugün için jeotermal enerji, dünyada enerji sektöründe sadece % 0.2'lik bir pay almaktadır. Ancak, ülkelere göre bu oran büyük ölçüde değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin Filipinler'de jeotermal santraller, toplam kapasitenin % 17'sini oluşturmaktadır. Bilindiği gibi jeotermal enerji yeni bir kaynaktır ve 1950'den bu yana jeotermal santrallerin kurulu kapasitesinde yıllık % 8,5 artış gözlenmiştir. 1970 yılının baz olarak alınması durumunda ise, kurulu kapasitedeki artış hızı % 12,2, geliştirilen yeni sahalar için %10 ve jeotermal araştırmalara yeni giren ülkeler için % 8 olmuştur. Bu büyüme hızının devam etmesi halinde, 2000 yılında, işletilmekte olan 250 sahadaki toplam kurulu gücün 21.000 MWe'a ulaşması beklenmektedir. Elektrik endüstrisinin bugünkü büyüme hızının sadece %4 veya %5 olduğu göz önüne alındığında, gelecekte elektrik üretiminde jeotermal enerjinin payının giderek artacağı ortaya çıkmaktadır (ŞEKİL-2).

Bugün dünyada, jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesi 6.275,3 MWe düzeyindedir. Buna karşılık dünyada, yaklaşık 13044 MWt karşılığı jeotermal akışkan ısıtmacılıkta kullanılmaktadır (TABLO-1, 2 ve 3).

2.2. Tüketim

2.2.1. Tüketim Alanları

Jeotermal enerjinin en önemli kullanım alanları elektrik üretimi ile konut ve sera ısıtmacılığıdır. Jeotermal enerji ayrıca, tropikal bitki ve balık yetiştirilmesinde, hayvan çiftliklerinin, cadde ve havaalanı pistlerinin ısıtılmasında, yüzme havuzu, termal tedavi merkezleri ve diğer turistik tesislerde kullanılmaktadır.

Bunların yanısıra yiyeceklerin kurutulması ve sterilizasyonunda, konservecilikte, kerestecilik ve ağaç kaplama sanayiinde, kağıt ve dokuma endüstrisinde ağartma maddesi olarak, derilerin kurutulması ve işlenmesinde, şeker, ilaç, pastörize süt fabrikalarında, soğutma

tesislerinde kullanılmaktadır. Ayrıca jeotermal akışkandan çeşitli kimyasal maddeler elde edilebilmektedir.

TABLO-4:Dünya Enerji Rezervleri Tahmini (EJ)

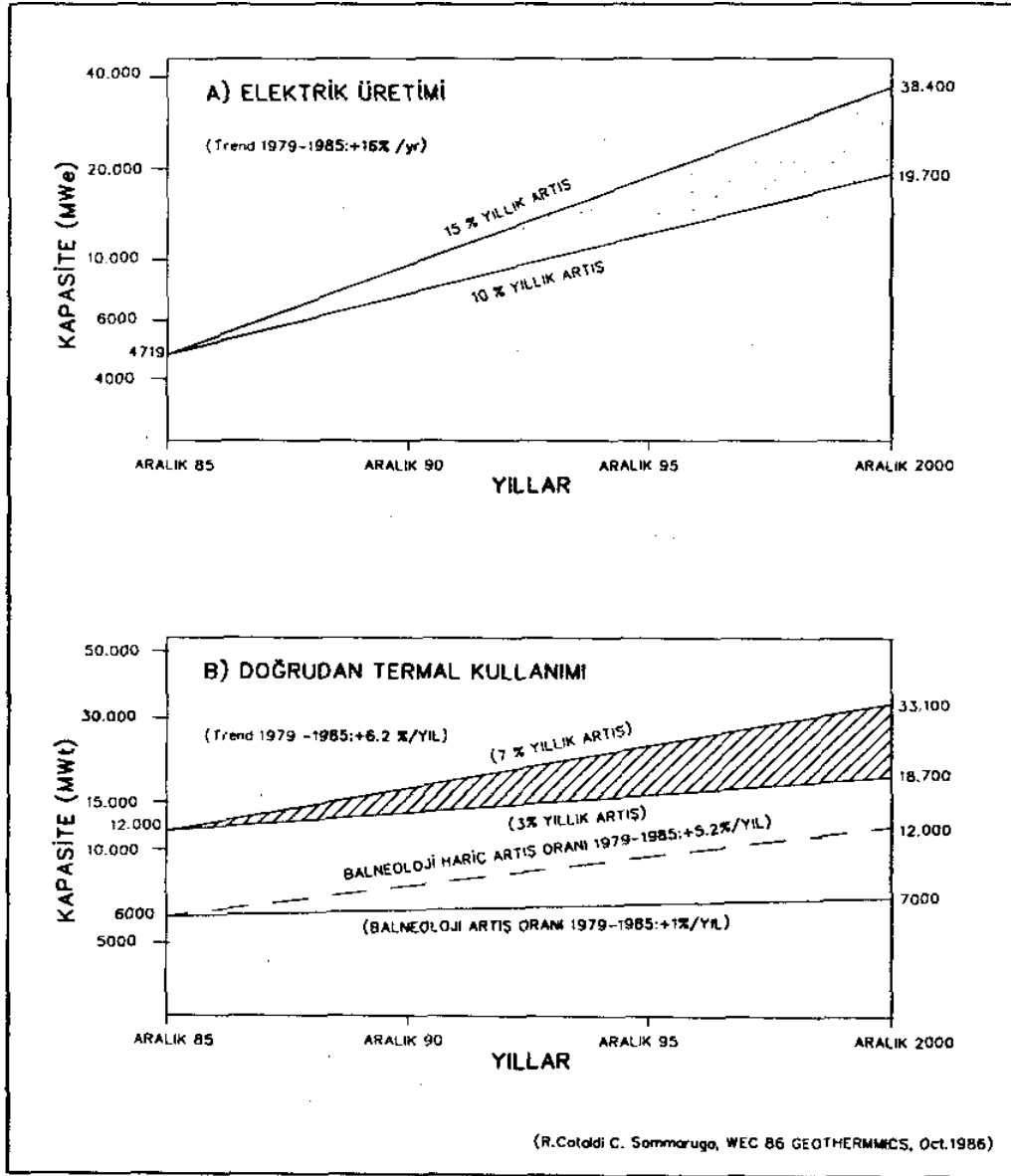
YAKIT TÜRÜ	Toplam Yıllık Üretim	Görünür Rezerv	Muhtemel Rezerv	Spekülatif Kaynak	Görünür Rezerv Tükenme Süresi (Yıl)
A) TÜKENİR KAYNAKLAR					
1)KATI YAKITLAR	101	20.310	115.100	195.500	201
Taş Kömürü	84	14.300	85.310	80.500	170
Y. Bitümlü Taşkömürü	4	3.280	33.610	87.500	820
Linyit	12	2.580	14.680	25.000	215
Turba	1	150	1.500	2.500	150
2)SIVI YAKITLAR	191,5	8.610	21.220	133.600	3.468
Ham Petrol	125	(*)138,5	1.560	7.800	32
Doğal Gaz	66	(**)138,3	6.670	11.000	61
Bitümlü Şist	0,1	270	11.340	100.000	2.700
Asfaltlı Kumlar	0,4	270	1.650	15.000	675
3)RADYOAKTİF YAK.	16	1.400	1.920	4.500	71
Uranyum	18	1.130	1.360	4.500	71
Toryum	-	270	560	-	-
U-Th(Üretken Eşfeğır)	-	(84.300)	(115.620)	(267.000)	-
4)FÜZYON YAKITLAR					
D	-	-	-	1*10 ¹²	-
Li	-	-	-	5*10 ⁶	-
5)JEOTERMAL KAY.	0,5	50	480.000	431*10 ⁶	100
Yerkabuğı ısısı	-	-	430.000	430*10 ⁶	-
Doğal Akifer	0,5	50	50.000	1*10 ⁶	100
TOPLAM TÜKENİR K.	309	30.307	618.240	1*10 ¹²	171
B) YENİLENEBİLİR KAYNAKLAR					
Hidro	22	40	40	290	R
Biyomas	36	150	150	18.000	R
Güneş	0,01	-	10.000	5*10 ⁶	R
Rüzgar	0,01	-	500	5.000	R
Dalga	0	-	10	85	R
Med-Cezir	0,01	-	2	50	R
Termal Okyanus	0	-	200	4.500	R
T. YENİLENEBİLİR K.	58	190	10.902	5,2*10 ⁶	R

(*) 1992 Sonu itibariyle toplam görünür ham petrol rezervi (Milyar Ton)

(**) 1992 Sonu itibariyle toplam görünür doğal gaz rezervi (Trilyon M3), BP World 1993

R: Yenilenebilir

KAYNAK: Robertson Res. İnt., 1988



ŞEKİL-2: Jeotermal enerji kullanımının gelişimi

Isıtmacılık Uygulamaları:

Düşük sıcaklıklı jeotermal akışkanlar doğrudan ısıtmacılıkta kullanılmaktadır. Ayrıca, ısı pompaları yardımıyla sıcaklık 5°C'ye düşünceye kadar akışkandan yararlanılabilmektedir.

40°C'den fazla sıcaklıktaki jeotermal akışkan;

- Binaları ve kentleri merkezi sistemle ısıtmada ve de sıcak kullanma suyu olarak (İzlanda, Fransa, Japonya, Yeni Zelanda, Türkiye, B.D.T., Macaristan, Kanada, Çin, Meksika, Arjantin, Kuzey Avrupa Ülkeleri),
- Seraların ısıtılmasında (dünyada yaklaşık 10.000 MWt karşılığı jeotermal enerji bu amaçla kullanılmaktadır. Macaristan, İtalya, Türkiye, ABD, Japonya, Meksika, Doğu Avrupa Ülkeleri, Yeni Zelanda ve İzlanda'da 30°C'den fazla sıcaklıktaki akışkan kullanılarak seralar ısıtılmaktadır),
- Tropikal bitki (Japonya) ve balık (Japonya'da timsah yetiştiriciliği dahil, Filipinler, Çin, İzlanda) yetiştirilmesinde,
- Tavuk ve Hayvan Çiftliklerinin ısıtılmasında (Japonya, ABD, Yeni Zelanda, Macaristan, B.D.T),
- Toprak, cadde, havaalanı pistlerinin (Sibirya) vb. ısıtılmasında,
- Yüzme havuzu, termal tedavi merkezleri ve diğer turistik tesislerde (İtalya, Japonya, ABD, İzlanda, Türkiye, Çin, Endonezya, Yeni Zelanda, Arjantin, Doğu Avrupa Ülkeleri, B.D.T) kullanılmaktadır.

Endüstriyel Uygulamalar:

Jeotermal akışkan;

- Yiyeceklerin kurutulmasında (balık, yosun vb.) ve sterilize edilmesinde, konservecilikte (Japonya, ABD, İzlanda, Filipinler, Yeni Zelanda, Tayland),
- Kerestecilikte ve ağaç kaplama sanayiinde (Yeni Zelanda, Meksika, B.D.T),
- Kağıt (Yeni Zelanda, İzlanda, Japonya, Çin, B.D.T), dokuma ve boyamacılıkta (Yeni

Zelanda, İzlanda, Çin ve B.D.T),

- Derilerin kurutulması ve işlenmesinde (Japonya vb.),
- Bira ve benzeri endüstrilerde mayalama ve damıtmada (Japonya),
- Soğutma tesislerinde (İtalya, Meksika),
- Beton Blok kurutulmasında (Meksika),
- Soğutulmuş içme suyu olarak (Macaristan, B.D.T, Tunus, Cezayir),
- Yıkama amaçlı olarak çamaşırhanelerde (Japonya) kullanılmaktadır.

Kimyasal Madde Üretimi Uygulamaları

- Jeotermal akışkan, borikasit, amonyum bikarbonat, ağır su (döteryum oksit- D₂O), amonyum sülfat, potasyum klorür vb. kimyasal maddelerin elde edilmesinde (İtalya, ABD, Japonya, Filipinler, Meksika)
- Akışkanın bünyesindeki CO₂'den kuru buz elde edilmesinde (ABD, Türkiye) kullanılmaktadır (Geothermal Education Office, Steam Press Journal., 1993,USA).

2.2.2. Tüketim Miktar ve Değerleri

Dünyada jeotermal enerji tüketim miktarlarına ilişkin ayrıntılı bilgi bulunamamıştır. Bununla birlikte, TABLO-1, 2 ve 3'de verilen kapasite bilgileri, bu konuda yeterince fikir vermektedir.

2.3. Üretim

Jeotermal enerji üretimi; yerin derinliklerinde bulunan sıcak akışkanın sondajlar aracılığı ile üretilerek doğrudan veya dolaylı olarak ekonomik kullanıma sunulması ile olur. Bu enerji türünde arama kuyuları da,olumlu sonuç alındığı ve uygun teknoloji ile teçhiz edildiği takdirde üretim kuyusu olarak kullanılabilir.

2.3.1. Üretim Yöntemi ve Teknolojisi

Jeotermal enerjide üretim teknolojisi, yer ısısının akışkanlar ve sondajlar aracılığı ile yüzeye çıkartılmasından sonra, bu enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi, ısı enerjisi şeklinde doğrudan kullanımı, endüstri ve turizm alanında çeşitli yöntemlerle kullanılması şeklinde olmaktadır.

Elektrik enerjisi üretimi:

Gerekli araştırmaları yapılmış olan jeotermal sahada açılan kuyulardan üretilen akışkan, seperatörlerde buhar ve su olarak ayrıştırıldıktan sonra, buhar türbinlere gönderilerek jeneratör aracılığı ile elektrik üretilir (ŞEKİL-3).

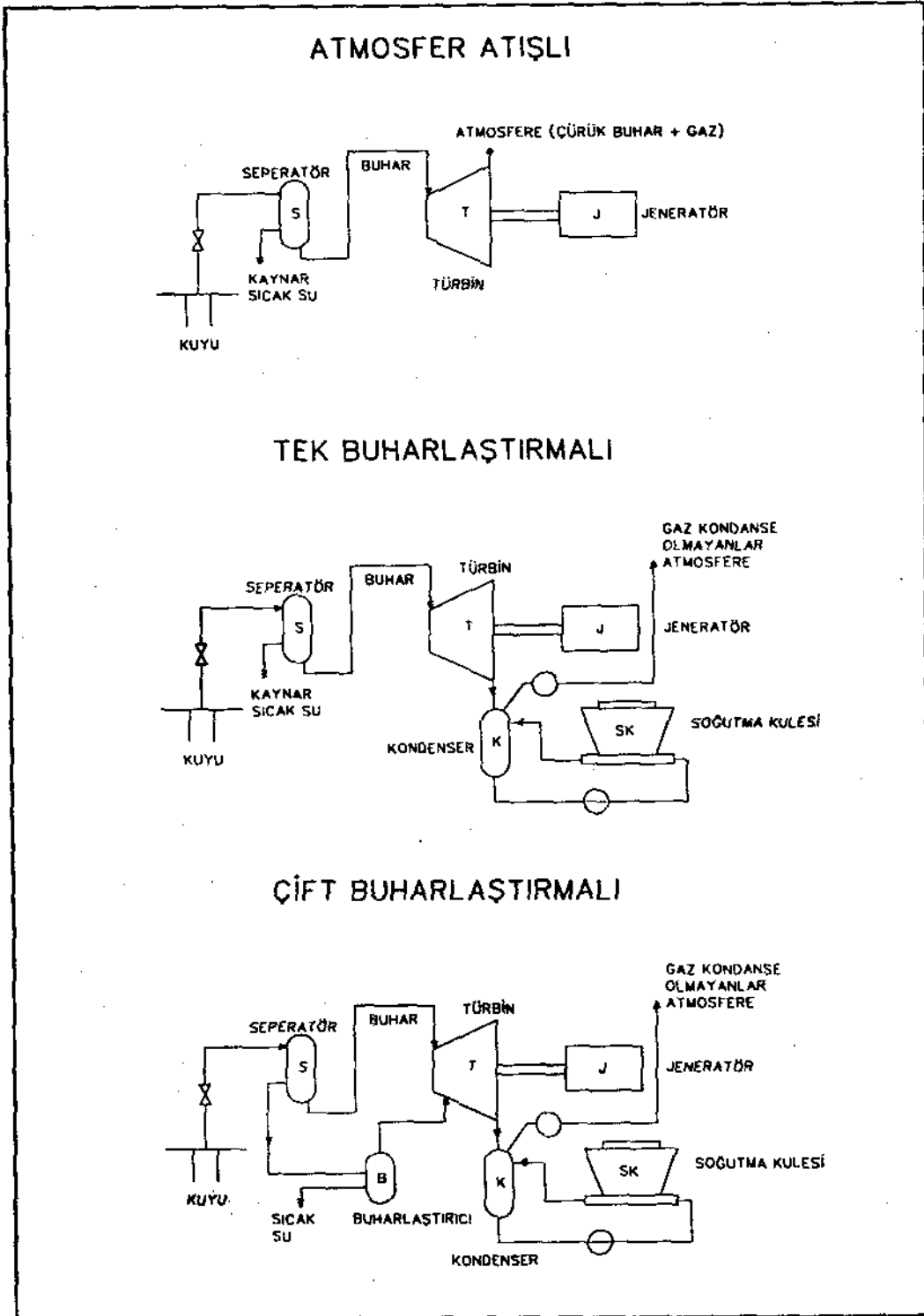
Jeotermal sistemler; buhar hakim ve su hakim sistemler olarak ikiye ayrılırlar. Santral kurulmasında sahanın durumu da gözönüne alınarak en ekonomik ve verimli teknolojiyi seçmek gereklidir.

Jeotermal akışkandan elektrik üretimi için tek buharlaşmalı "single flash cycle" sistem yerine, yüksek verimli çift buharlaşmalı "double flash cycle" sistemi 1977 yılından beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca "total flow" ve "binary cycle" tipi santrallarda da verim yüksek olmaktadır. "Double flash cycle" sisteminde akışkan, iki aşamada iki ayrı seperatörde buharlaştırılarak türbine gönderilir. Santralin verimi "single flash cycle" sistemine göre %15 ile %20 daha fazladır. KWh başına net maliyetin %10 ile %20 daha düşük olduğu hesaplanmaktadır.

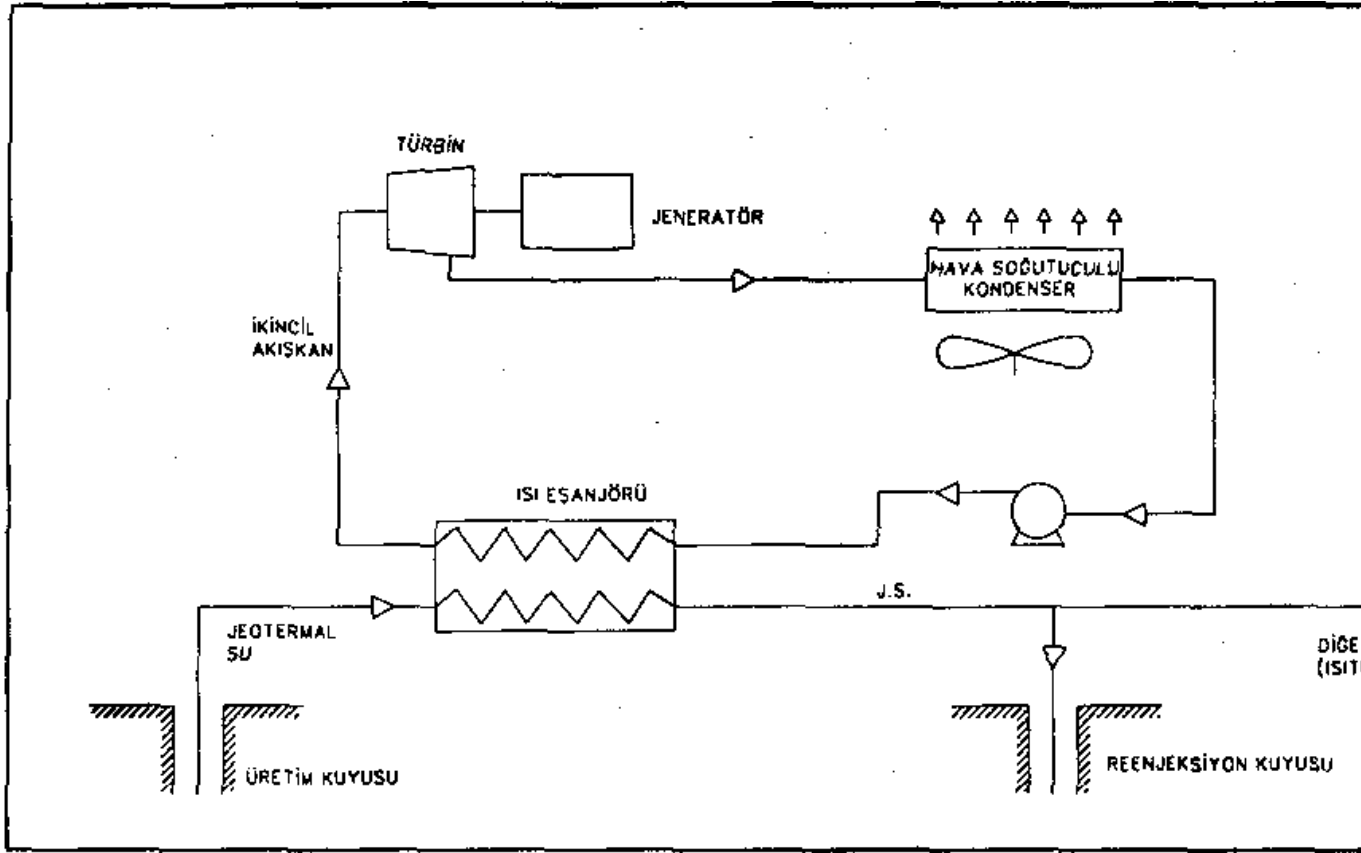
"Single flash" orta büyüklükte, 200°C dolayındaki sıcaklıklı sahalar için uygundur. Bu sistemde buhar seperatörde ayrılarak doğrudan türbine gönderilir (ŞEKİL-3).

"Double flash" sistemler elde edilen akışkandan maksimum ölçüde yararlanmak için kullanılan sistemlerdir. Akışkan birinci seperatörde ayrıştırıldıktan sonra sıcak su ikinci bir seperatöre gönderilerek tekrar ayrıştırılır ve iki seperatörde ayrıştırılan buhar türbinlere gönderilir (ŞEKİL-3).

"Binary Çevrim" sistemleri, jeotermal akışkanın flashing edilmeden (buharından, gazından ve suyundan ayrıştırılmadan) doğrudan doğruya elektrik üretim amaçlı olarak ısı eşanjörüne verilip, enerjisinin ikincil akışkana aktarılmasından sonra, direkt olarak reenjeksiyona gönderildiği sistemlerdir. Bu sistemler, rezervuar sıcaklığının 100-200°C olduğu sahalarda son derece olumlu sonuçlar vermektedir (ŞEKİL-4).



ŞEKİL-3: Sıcak su egemen jeotermal elektrik üretim sistemleri



ŞEKİL-4: Binary çevrim jeotermal elektrik üretim sistemi

Isı enerjisi üretimi:

Jeotermal akışkanın kimyasal özelliğine bağlı olarak, ısıtma sistemleri önemli farklılıklar göstermektedir. Akışkanın kimyasal bakımdan problem yaratıcı nitelikte olmadığı durumlarda, jeotermal akışkanın ısıtılacak alanda radyatör ve uygun borular sistemi aracılığı ile dolaştırılması suretiyle ısıtma sağlanabilmektedir. Akışkanın kimyasal açıdan problem yaratıcı (kabuklaşma, korozyon) nitelikte olduğu durumlarda ise, ısıtma jeotermal akışkanın ısısının ısı eşanjörleri aracılığı ile düşük kimyasal konsantrasyonlu suya (şehir şebeke suyuna) aktarılması yoluyla gerçekleştirilmektedir. Söz konusu eşanjör sistemleri ise, sahanın ve akışkanın özelliğine göre kuyu başı ve kuyu içi eşanjörleri şeklinde, olabilmektedir (ŞEKİL-5, 6).

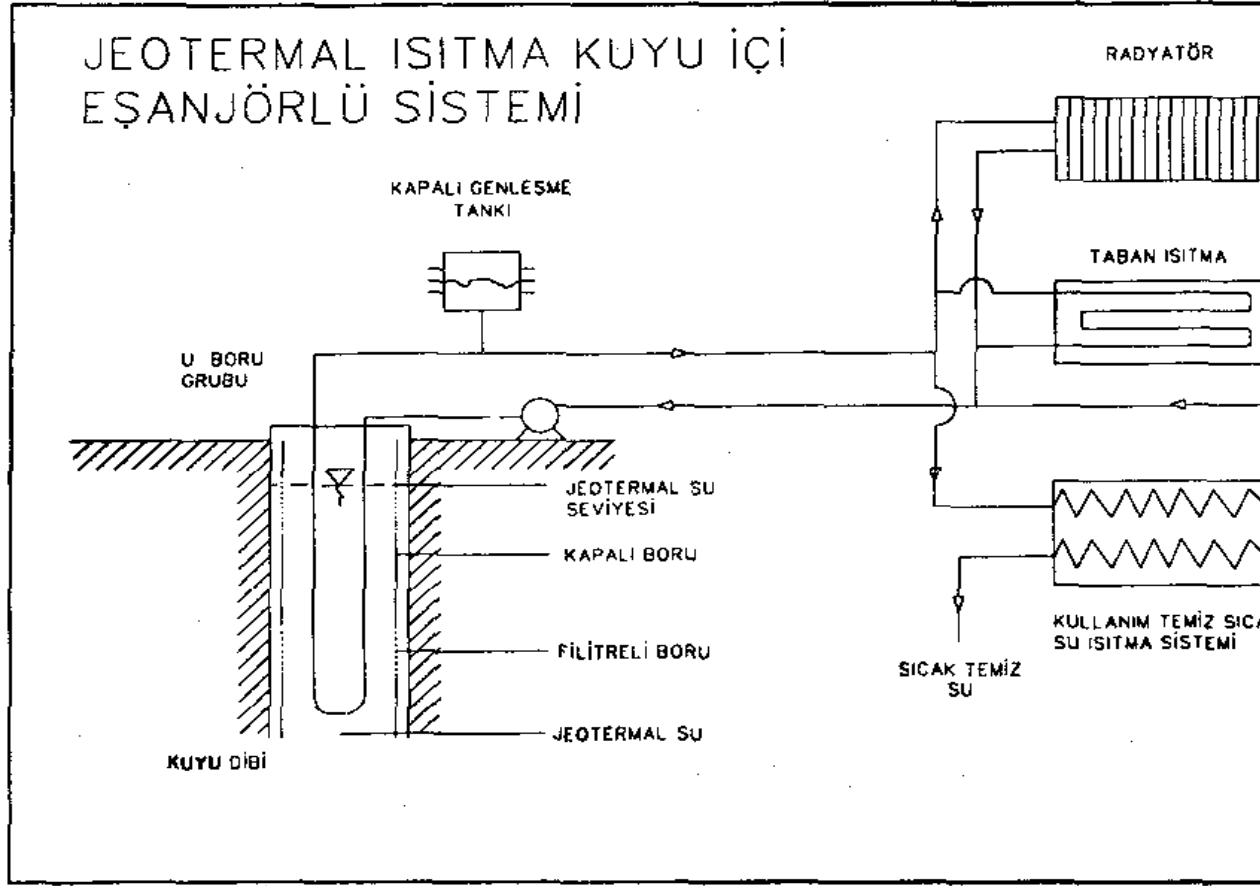
Isıtma sistemlerinin verimliliği, sürekliliği veya başarısı uygun teknolojinin seçilmesine bağlı bulunmaktadır.

Kimyasal madde içeriğine göre, jeotermal akışkanlardan endüstride beyazlatıcı olarak veya kimyasal madde elde etmek amacıyla da yararlanılmaktadır.

Isı pompaları, daha derin kuyuların açılmasına alternatif olarak sıcaklıkların yükseltilmesinde kullanılmaktadır. Isı pompalarının kullanımında amaç, jeotermal akışkanın debisinin sınırlı olduğu durumlarda, ΔT 'yi büyülterek akışkandan daha fazla enerji alınmasıdır. Endüstriyel ısı pompaları, 15 ile 55°C arasındaki sıcaklıkları, tersinmez ısı pompası ilkesi ile yükselterek kullanılabilir seviyeye getirirler. Isı pompaları sayesinde günümüze kadar elde edilen en yüksek sıcaklık 110°C olmuştur (ŞEKİL-7).

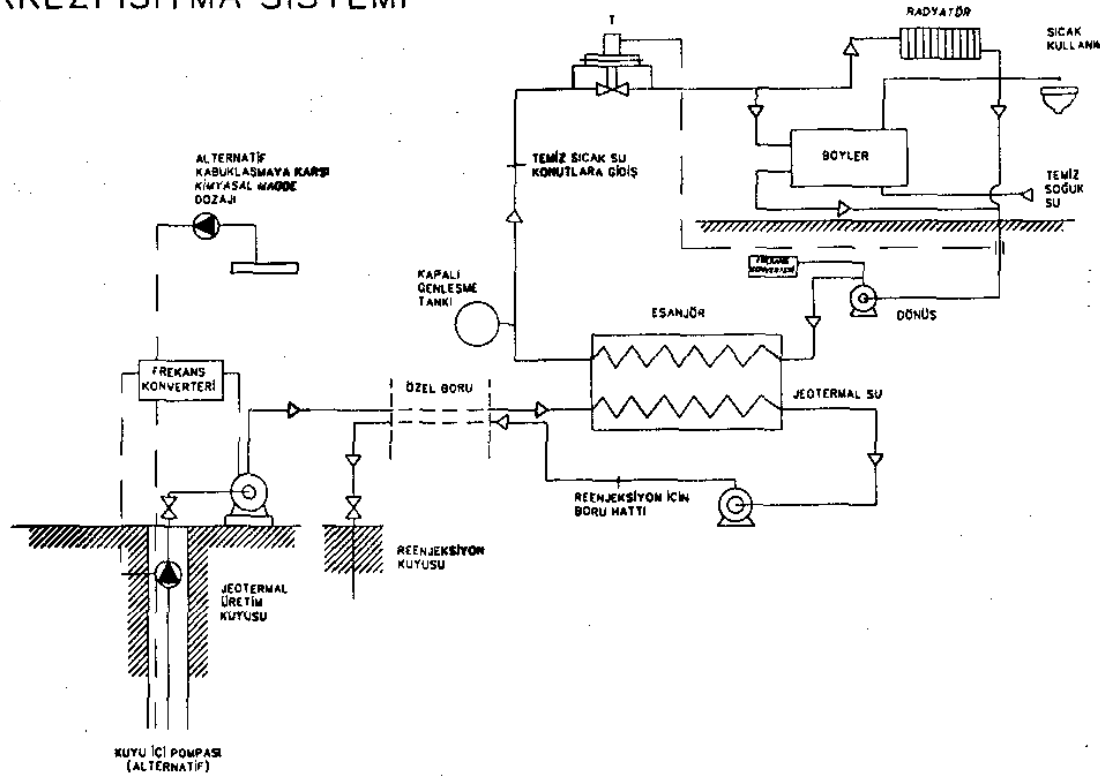
Genellikle sıcaklık yükseltilmesi 44 ile 50°C arasında (ısıtma suyu sıcaklığı ile atık jeotermal akışkan sıcaklığının farkı) olmaktadır.

Isı pompası uygulanarak, 30-50°C sıcaklıktaki jeotermal akışkanlar ekonomik olarak kullanıma sunulabilir. Isı pompası kullanan kapalı bir sistemle, jeotermal enerjinin doğrudan kullanımının ekonomisi karşılaştırıldığında, ısı pompası sisteminin hem ilk maliyetinin hem de yıllık işletme maliyetinin daha düşük olduğu görülmektedir.



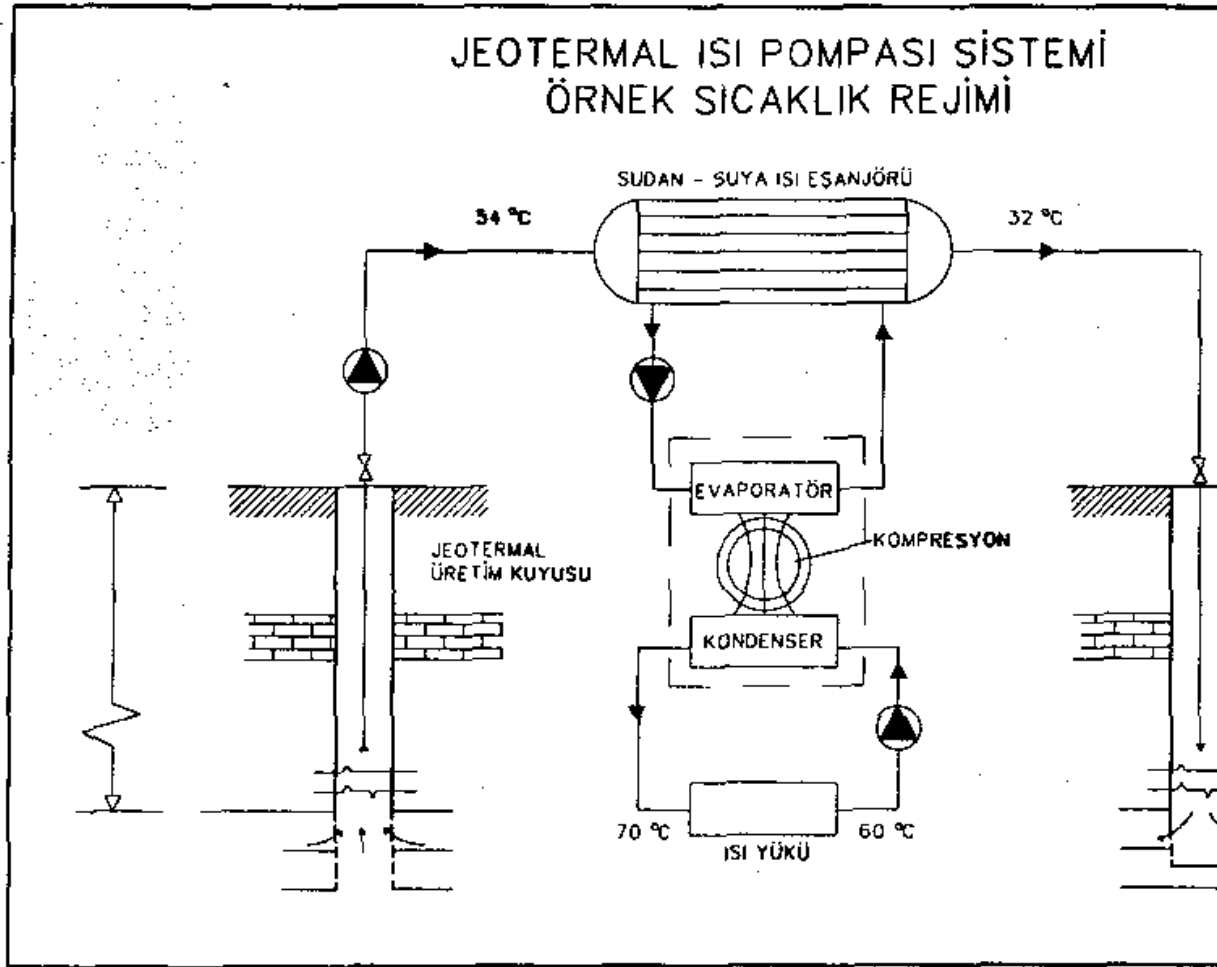
ŞEKİL-5: Kuyu içi eşanjörlü jeotermal ısıtma sistemi

KUYU DIŞI EŞANJÖRLÜ JEOTERMAL MERKEZİ ISITMA SİSTEMİ



DİZAYN : ORHAN

ŞEKİL-6: Kuyu dışı eşanjörlü jeotermal merkezi ısıtma sistemi



ŞEKİL-7: Jeotermal ısı pompası sistemi örnek sıcaklık rejimi

2.3.2. Ürün Standartları

TABLO-5: Jeotermal Akışkanların Sıcaklıklarına Göre Kullanım Alanları

ISI (°C)	KULLANIM ALANI	Elektrik Üretimi	Isıtma
180	Yüksek konsantrasyon solüsyonun buharlaşması, amonyum absorpsiyonu ile soğutma	+	
170	Hidrojen sülfid yoluyla ağır su eldesi, Diyatomitlerin kurutulması	+	
160	Kereste, balık vb. yiyeceklerin kurutulması	+	
150	Bayer's yoluyla alüminyum eldesi	+	
140	Çiftlik ürünlerinin kurutulması (Konservecilik)		+
130	Şeker endüstrisi, tuz eldesi		+
120	Temiz tuz eldesi, tuzluluk oranının artırılması		+
110	Çimento kurutulması		+
100	Organik maddeleri kurutma (Yosun, et, sebze vb.) Yün yıkama ve kurutma		+
90	Balık kurutma		+
80	Ev ve sera ısıtma		+
70	Soğutma (Alt sıcaklık sınırı)		+
60	Kümes ve ahır ısıtma		+
50	Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar		+
40	Toprak ısıtma, kent ısıtma (alt sınır), sağlık tesisleri		+
30	Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma, sağlık tesisleri		+
20	Balık çiftlikleri		+

2.3.3. Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar

UNION OIL (A.B.D.)
 GRC (A.B.D.)
 ORMAT (A.B.D.)
 MAGMA COMPANY (ABD)
 GHC Geoheat Cent. (A.B.D.)
 GEOTHERMAL DEVELOPMENT ASSOCIATES (ABD)
 GEO HILLS ASSOCIATES (ABD)
 GEOTHERMAL POWER COMPANY INCORPORATION (ABD)
 JICA (JAPONYA)
 KEPKO (JAPONYA)
 WEST-JEC (JAPONYA)
 JAPEX (JAPONYA)
 MITSUBISHI (JAPONYA)
 TOSHIBA (JAPONYA)
 NEDO (JAPONYA)

GENZL (YENİ ZELANDA)
KRTA (YENİ ZELANDA)
DSIR (YENİ ZELANDA)
DAL (İTALYA)
ENEL (İTALYA)
AQUATER (İTALYA)
ANSALDO (İTALYA; türbin yapımı)
ENER SYSTEM (FRANSA)
BRGM (CFG) (FRANSA)
SPAC (FRANSA)
ORKUSTOFNUN (İZLANDA)
VIRKIR (İZLANDA)
ROBERTSON RESEARCH INTERNATIONAL LIMITED (İNGİLTERE)
ASEA (İSVEC)
PNOC (FİLİPİNLER)
PERTAMİNA (ENDONEZYA)
MTA (TÜRKİYE)
TEK (TÜRKİYE; elektrik üretimi)
KARBOGAZ (TÜRKİYE; CO₂ üretimi)
ORME JEOTERMAL (TÜRKİYE; ısıtma projeleri)
UKAM (TÜRKİYE- Hacettepe Üniversitesi; Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi;)

2.3.4. Mevcut Kapasiteler ve Kullanım Oranları

Dünyada jeotermal enerji üretim kapasitelerine ilişkin bilgiler TABLO-1, 2 ve 3'de verilmiştir. Kapasite kullanımları konusunda ise ayrıntılı bilgi bulunamamıştır.

2.3.5. Üretim Miktar ve Değerleri

Dünyada jeotermal enerji üretimi konusunda ayrıntılı bilgi bulunamamıştır. Bununla birlikte, TABLO-1, 2 ve 3'de verilen kapasite bilgileri bu konuda yeterince fikir vermektedir.

2.3.6. Birim Üretim Girdileri

Jeotermal enerjinin, elektrik üretimi ve ısıtmacılıkta kullanımına ilişkin önemli maliyet unsurları aşağıda belirtilmiştir.

Elektrik enerjisi üretiminde: İşçilik, bakım, iç tüketim, kimyasal madde ve kuyuların bakım giderleri (amortisman ve faizler hariç)...

Jeotermal ısıtma sistemlerinde: Elektrik enerjisi gideri, işçilik, bakım, kimyasal madde giderleri...

2.3.7. Maliyetler

Jeotermal enerji üretim maliyeti diğer enerji kaynaklarına oranla oldukça düşüktür. Entegre sistemler söz konusu olduğunda, maliyet daha da düşmektedir.

Jeotermal enerji yatırımları 5 kısımda incelenebilir:

- 1- Arama faaliyetleri (jeoloji, hidrojeoloji, jeofizik, jeokimya, sondaj, test),
- 2- Kuyudan üretim,
- 3- Üretimin kuyudan santrale (elektrik veya ısı) taşınması,
- 4- Santralda elektrik üretilmesi veya ısı enerjisinin kullanıma sokulması,
- 5- Yöresel, yasal ve diğer teknolojik koşullar.

İklim, vergiler, kuyu derinlikleri ve mesafeleri, akışkanın sıcaklığı ve niteliği (buhar yüzdesi veya sıcak su), kimyasal özellikleri, santral tipi, atık akışkanın entegre kullanımının varlığı veya yokluğu gibi faktörler maliyet üzerinde etkilidirler.

Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde toplam maliyetin yaklaşık %40'ını arama faaliyetlerini de kapsayan rezervuar tesbit çalışmalarıyla üretim ve reenjeksiyon kuyularının açılması, %50'sini santral inşaatı, geri kalan %10'unu ise diğer faaliyetler oluşturmaktadır. Büyük kapasiteli jeotermal santraller (100 MW) için maliyet, 1.000US\$/KW, küçükler (2,5-10MW) için ise, 1.250-1.500US\$/KW olarak verilmektedir. Bugün için jeotermalden üretilen elektriğin tahmini birim maliyeti, 4-6Cents/KWh arasındadır. Jeolojik yapı, buharın kalitesi, kuyu verimi ve santral tipi maliyete etki eden en önemli unsurlardır (TABLO-6A, 6B).

TABLO-6A: Jeotermal Akışkan Çeşidine Göre Santrallerin Yatırım, Birim ve Diğer İşletme Maliyetleri (ABD)

MALİYETLER	KAYNAK TİPİ			
	Kuru Buhar	Tek Buharlaştırılmalı	Çift Buharlaştırılmalı	Binary Çevrim Sistemi
Kurulu Santral Maliyeti (\$/KW)	300	500-800	500-950	1.200-2.000
Amortisman Maliyetleri (Cent/KWh)	0,4	0,7-1,1	0,7-1,4	1,7-2,8
İşletme-Bakım Maliyetleri (Cent/KWh)	0,1	0,3	0,3	1,2
Kuyu ve Akışkan Maliyeti (Cent/KWh)	1,3	1,7-2,7	1,5-2,5	2,5
Toplam Maliyet (Cent/KWh)	1,8	2,7-4,1	2,5-4,2	4,4-5,5
Santral Kuruluşu Süresi (Yıl)	3	3	3	2

NOT: %80 işletme zaman verimi ve %10 amortismana dayanır. Geyzer sahasındaki durum 150-500ton/saat akışkan debili, 200°C sıcaklıklı kaynaklar. (Geothermal Energy Hand Book-1982 esas alınmıştır. Ancak amortisman değerleri ve Binary Çevrim Sistemi 1992 yılına göre revize edilmiştir.)

TABLO-6B: Çeşitli Elektrik Üretim Sistemlerinde Maliyetlerin Karşılaştırması

	KAYNAK TÜRÜ						
	Jeotermal	Kömür (40\$/Ton)	Nükleer	Hidro	Petrol (30\$/v)	Petrol (15\$/V)	Petrol (10\$/v)
Kapasite(MWe)	110	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Santralin Yatırım Maliyeti (\$/KW)	1.125	1.950	3.975	2.800	1.500	1.500	1.500
Y. Süresi (Yıl)	2-3	6-8	12-15	8-12	3-5	3-5	3-5
Yıllık Masraflar (Cent/KWh) (*)	2,7	4,6	9,6	6,7	3,6	3,6	3,6
Yıllık İşletme ve Bakım Giderleri (Cent/KWh)	0,4	0,4	0,3	0,15	0,3	0,3	0,3
Yakıt Masrafları (Cent/KWh) (**)		4,0	1,3	-	7,5	4,0	2,8
T. Enerji Maliyeti (Cent/KWh)	3,1	9,0	11,2	6,85	11,4	7,9	6,7

(*) Yıllık %17 masraf oranı ve %80 yük faktörüne göre (7000saat/yıl kullanım)

(**) Jeotermal enerjinin (sıcak su ve buhar) satış rakamları Türkiye'de bulunmamaktadır.

Ancak, TEK, jeotermal saha, santral işletmecisi, elektrik satıcısı olduğu için bu değer sıfır alınmıştır.

(Robertson Res. Int.-1988; 1992'ye göre ORME Jeotermal A.Ş. tarafından revize edilmiştir.)

2.3.8. Stok Durumu

Teknolojik olarak jeotermal enerjinin stoklanması söz konusu değildir. Bununla birlikte, jeotermal akışkanlardan elde edilen kimyasal maddelerin stoklarından söz edilebilir. Jeotermal akışkanlardan üretilen, ticari değeri olan başlıca kimyasal maddeler, sıvı karbondioksit, kuru buz, sodyum klorür, potasyum klorür, kalsiyum klorür, çinko, bor, mangandioksit, lityum klorür, kalsiyum sülfat, stronsiyum sülfat, kurşun sülfat ve baryum sülfattır.

2.4. Uluslararası Ticaret

Jeotermal enerjinin uluslararası ticareti teknolojik olarak, en azından sınır bölgelerinde mümkün olmakla birlikte, mevcut durumda bu tür bir ticarete ilişkin herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle, uluslararası ticaret konusunda ayrıntıya girilmeye gerek görülmemiştir. Jeotermal enerji alanında uluslararası ticaret esas olarak, jeotermal enerjinin aranması, üretimi ve değerlendirilmesine yönelik teçhizat ve jeotermal akışkandan elde edilen kimyasal maddelerin ticareti şeklinde olmaktadır.

2.4.1. Fiyatlar

Uluslararası ticaretin olmaması nedeniyle, jeotermal enerjinin dünyadaki fiyatlarına ilişkin herhangi bir bilgi de bulunmamaktadır. Bununla birlikte, jeotermal enerji maliyetlerinin diğer enerji türleriyle kıyaslanması ve jeotermal akışkandan elde edilen kimyasal maddelerin ekonomik değerleri konusunda literatürden derlenen bilgiler aşağıda verilmiştir.

Çeşitli ısıtma sistemlerinde ortalama maliyetler:

1) Jeotermal bazlı	: 1 Cent/ KWh ısı
2) Fuel-Oil bazlı	: 6 Cent/ KWh ısı
3) Elektrik bazlı	: -
a) Ev tarifesi	: 5 Cent/ KWh ısı
b) Ticari tarife	: 9 Cent/ KWh ısı

(J. S. Gudmundson, Stanford University, California. Geothermal Resources Council Bulletin, Sept. 1985, USA)

Toplam çözünmüş maddelerin 10.000 ppm'den daha fazla olduğu akışkanlarda minerallerin değeri daha çok önem taşımaktadır.

Salton Sea'de jeotermal akışkandan elde edilen minerallerin toplam üretim değeri 148 Milyon \$/yıl'dır.

TABLO-7: %60 Kazanım Varsayımıyla, 4.5 Milyon kg/h'lik Salton Sea Jeotermal Akışkanının İşlenmesi ile Elde Edilen Kimyasal Ürünlerin Miktar ve Değerleri

ÜRÜN	PİYASA FİYATI (\$/Ton)	ÜRETİM MİKTARI (1000Ton/Yıl)	ÜRETİM DEĞERİ (Milyon\$/Yıl)
NaCl	1	3.240	3,2
KCl	62	780	48,3
CaCl ₂	60	1.980	18,0
Zn	700	12	8,4
MnO ₂	175	55	9,6
LiCl	1.900	32	60,8
TOPLAM			148,3

TABLO-8: 4.5 Milyon kg/h'lik Salton Sea Jeotermal Akışkanından Elde Edilen Elektrik ve Termal Isının Üretim Değerleri

ÜRETİM	BİRİM	BİRİM DEĞER (\$/Birim)		YILLIK DEĞER (Milyon\$)	
		Tesisde	Dağıtımda	Tesisde	Dağıtımda
Elektrik, 80MWe	MWh	5	20	3,5	14
Termal ısı, MWt	10 ⁶ Btu	2	3	67,6	101

NOT: Değerleri bugünkü fiyatlara dönüştürmek için 1,6 katsayısının kullanılmalıdır.

KAYNAK: Wahl, E.F., Geothermal Energy Utilization, 1981, California.

2.5. İstihdam

Dünyada jeotermal enerjiyle ilgili faaliyetlerde yaratılan istihdamın boyutlarına ilişkin literatürde herhangi bir bilgi bulunamamıştır.

2.6. Çevre sorunları

Jeotermal enerji, fosil yakıtlarının tüketimi ve bunların kullanımından doğan sera etkisi ve asit yağmurları gibi çevre sorunlarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu durum öncelikle, jeotermal enerjinin çevre yönünden diğer enerji türlerine kıyasla sahip olduğu doğal üstünlüklerden kaynaklanmaktadır. Öte yandan, jeotermal enerjinin kullanımıyla ilgili olarak söz konusu edilebilecek çevre sorunlarının çözümü konusunda son zamanlarda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Bu durum, jeotermal enerjinin çevre açısından önemini daha da artırmıştır.

Jeotermal enerjiye dayalı modern santrallarda CO₂, NO_x, SO_x atımı çok düşük, düzeylere

indirilmiştir. Özellikle merkezi ısıtma sistemlerinde söz konusu gazlarla ilgili sorun tümüyle çözümlenmiş durumdadır..

Yeni kuşak modern jeotermal santrallarda (Binary Cycle Sistem), yoğunlaşmayan gazları buharın içinden alıp, kullanılmış jeotermal akışkan ile birlikte yeraltına geri veren reenjeksiyon sistemleri vardır. Söz konusu modern jeotermal santrallar ile jeotermal ısıtma sistemlerinde dışarıya hiç bir atık bırakılmaz. Eski tip jeotermal santrallarda ise, üretilen her MWh elektrik için en fazla 0,136 kg karbon dışarı atılır. Bu değer, doğalgaz ile çalışan bir santralda 128 Kg/MWh, 6 nolu fuel-oil ile çalışan bir santralda 190 Kg/MWh, kömür ile çalışan bir santralda ise, 226 Kg/MWh'dır (Goddard ve diğerleri, 1989).

Kömür yakıtlı santrallardaki CO₂ atımı, eski tip jeotermal santrallardakine oranla 1600 kat daha fazladır. Bu karşılaştırmalar, jeotermal enerjinin çevre yönünden sahip olduğu üstünlüğü açık olarak ortaya koymaktadır.

Eski tip Jeotermal santrallar, fosil yakıtları ile çalışanların sadece %1'i kadar kükürt atarlar. Ayrıca azot-oksit atışı da fosil yakıtlı santrallara göre çok düşüktür.

Eski tip jeotermal santrallardaki partikül atımı, sadece soğutma kulelerinin içindeki suyun buharlaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu da, kömür ve petrol yakan santrallardan 1000 kat daha azdır (Goddard ve diğerleri, 1989).

Sonuç olarak, yeni kuşak Binary jeotermal elektrik santralleri ile jeotermal merkezi ısıtma sistemlerinde, dışarıya gaz ve partikül olarak herhangi bir zararlı madde atımı söz konusu değildir.

Gelişen teknolojiye ve duyulan ihtiyaca göre atık su içindeki bazı kimyasal maddeler üretilerek, akışkan bu yönden de zararsız hale getirilebilmektedir. Ayrıca, atık akışkan dinlendirme havuzlarında bekletilerek bazı bileşenler havuzlarda çöktürülmekte ve su arındırılmaktadır. Denize yakın bazı jeotermal alanlarda ise, akışkan kimyasal yönden deniz suyu karakterindedir. Bu nedenle, bazı durumlarda atık suyun denize gönderilmesi bir sorun yaratmamaktadır. Atık suların tekrar yeraltına reenjeksiyonu ise, hem çevre hem de rezervuar parametrelerinin korunması açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle birçok jeotermal alanda da bu yöntem uygulanmaktadır.

Sıcaklık ve gürültü; jeotermal sahalar genellikle yerleşim alanlarından uzakta olmaları nedeniyle, bu konuda önemli problemler yaratmamaktadırlar.

3 . TÜRKİYE'DE DURUM

3.1. Ürünün Türkiye'de Bulunuş Şekilleri

Ülkemizde dünya standartlarına uygun olarak

- a) yüksek sıcaklıklı ($>150^{\circ}\text{C}$),
- b) orta sıcaklıklı ($150-70^{\circ}\text{C}$) ve
- c) düşük sıcaklıklı ($<70^{\circ}\text{C}$) olmak üzere birçok saha bulunmaktadır.

Türkiye'de 40°C 'nin üzerinde jeotermal akışkan içeren 140 adet jeotermal saha bulunmaktadır. Bunlardan Aydın-Germencik ($200-232^{\circ}\text{C}$), Denizli-Kızıldere ($200-212^{\circ}\text{C}$), Çanakkale-Tuzla (173°C), Aydın-Salavatlı (171°C) elektrik üretimine uygun, diğerleri ise merkezi ısıtmaya uygundur.

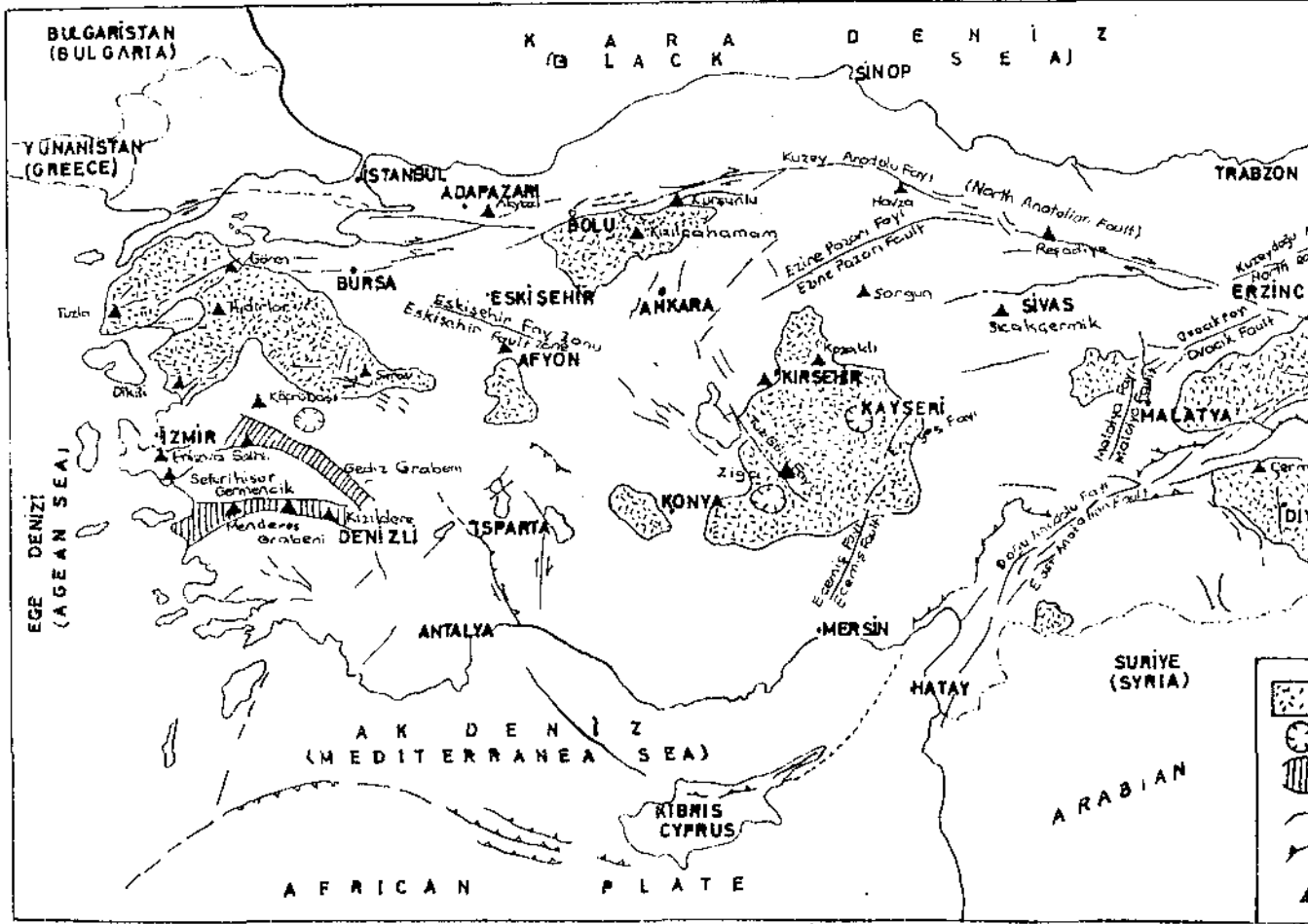
Aydın-Germencik sahasının 100 MWe kapasitesi olduğu tahmin edilmiştir.

Yüksek sıcaklıklı jeotermal akışkan içeren sahalarda genelde genç tektonik etkinlikler sonucu oluşan grabenlerden dolayı Türkiye'nin batısında yer almaktadır. Düşük ve orta sıcaklıklı sahalarda ise volkanizmanın ve fay oluşumları etkisi ile Orta ve Doğu Anadolu'da ve Kuzey Anadolu fay hattı boyunca Kuzeyde yer almaktadır (ŞEKİL-8).

Türkiye'de elektrik üretimine yönelik ilk uygulamalar, 1968 yılında Denizli-Kızıldere sahasının geliştirilmesi ile başlamış ve 1974 de 0.5 MWe kapasiteli pilot santral devreye girmiştir. Daha sonra 1984 yılında TEK tarafından 20.4 MWe kapasiteli bir santral kurulmuştur. Aydın-Germencikte ise kapasitesi 50-100 MWe arasında değişebilecek bir santralin kurulmasına yönelik girişimler sürdürülmektedir.

Türkiye'de jeotermal ısıtma uygulamaları 1964 yılında Gönen Park Otelinin ısıtılması ile başlamıştır. Balıkesir-Gönen'de 1987 yılından beri 16,3 MWt kapasiteli ısıtma (konutlar, sera ve otel) yapılmakta ve 54 adet tabakhane için sıcak proses suyu ihtiyacı karşılanmaktadır.

Türkiye'de halen işletilmekte olan jeotermal ısıtma sistemleri arasında, 17,8 MWt kapasiteli Balçova termal tesisleri ve Dokuz Eylül Üniversitesi kampüs ısıtması, 66 MWt kapasiteli Simav'da 1. etap 3.500 ve 2. etap toplam 6.500 konut ısıtma+ sıcak su ve 2,2 MWt kapasiteli Simav-Eynal termal tesisleri, kaplıca, otel ve sera jeotermal ısıtmaları en önemlilerini oluşturmaktadır (TABLO-9A)



ŞEKİL-8: Türkiye'nin neotektonik- volkanik etkinliği ve jeotermal alanları

Toplam 1.800 konut kapasiteli Kırşehir Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemi 29 Ekim 1993 tarihinde 500 konut eşdeğeri kapasiteyle devreye alınmıştır. Isıtılan konut sayısı her geçen gün artmaktadır.

İnşaat halinde olan başlıca jeotermal merkezi ısıtma sistemleri arasında 56 MWt kapasiteli Dikili (7.000 konut ısıtma, 1.000 konut soğutma (air-conditioning)), 3,37 MWt kapasiteli Çanakkale-Ezine-Kestanbol Termal Tesisleri ısıtması, 1,05 MWt kapasiteli Afyon-Bolvadin kaplıca ve oteli jeotermal ısıtmaları sayılabilir (TABLO-9B).

Fizibilite ve projesi tamamlanmış olanlar arasında ise İzmir (168 MWt, 25.000 konut ısıtma+ sıcak su), Kozaklı (11,1 MWt, 1. etap 1.100 konut ısıtması + sıcak su), Salıhlı (47 MWt, 7.000 konut ısıtma ve 1.000 konut soğutma), Aydın (174 MWt, 18.000 konut ısıtma ve 3.500 konut soğutma), Afyon (107,3 MWt, 16.000 konut ısıtma ve sıcak su), Kırşehir (65 MWt, toplam 6.400 konut ısıtma ve sıcak su), Simav (20 MWt, toplam 80.000 m² sera ısıtması) sayılabilir (TABLO-9C).

Türkiye'de jeotermal olarak merkezi ısıtma imkanı bulunan bazı yerleşim birimleri aşağıda belirtilmiştir:

AFYON	AKYAZI	AYDIN	BADEMLİ
BALÇOVA	BALIKESİR	BALYA	BİGADIÇ
BOLVADİN	BULDAN	BURSA	DENİZLİ
DİKİLİ	EDREMIT	EMET	ERCİŞ
ERZURUM	GEDİZ	GERMENCİK	GÜRE
HAVRAN	HAVZA	HİSARALAN	ILGIN
ILICA	İZMİR	KARACASU	KIZILCAHAMAM
KOZAKLI	KUZULUK	NAZİLLİ	SARAYKÖY
PAMUKÇU	PASINLER	REŞADİYE	SAKARYA
SALAVATLI	SALİHLİ	SANDIKLI	SEBEN
SEFERİHİSAR	SINDIRGI	SİVAS	SORGUN
SUSURLUK	TURGUTLU	YENİCE	YOZGAT

Şu anda Türkiye'de 120.000 konut ısıtması projelendirilmiştir ve halen 17.000 konut eşdeğeri ısıtma yapılmaktadır.

Bugünkü teknoloji ile 35°C'nin üzerindeki (ısı pompası hariç) jeotermal akışkanlar ile ısıtma

yapılmaktadır. Buna örnek olarak, Havza Kaplıcaları, Haymana'da 2 adet caminin 43°C jeotermal akışkanla ısıtılması uygulaması, Afyon- Oruçoğlu termal resort tesisleri (48°C) ve Rize-Ayder kür merkezi ve kaplıca tesisi (54°C) verilebilir.

Türkiye'de kaynak sıcaklığı 40°C'nin üzerinde olan yaklaşık 140 saha bulunmaktadır. Bu sahalardaki mevcut durum ve sahaların geliştirilmesi halinde yapılabilecek uygulamalar özet olarak EK'de verilmiştir.

3.2.Rezervler

Ayrıntılı bilgi bölüm 3.1'de verilmiştir.

3.3. Tüketim

3.3.1. Tüketim Alanları

Türkiye'de jeotermal enerji, elektrik üretiminden, ısıtmacılığa, kimyasal madde üretimine (sıvı karbondioksit) ve deri işlemesine kadar birçok alanda kullanılmaktadır.

Bugüne kadar en önemli tüketim alanları ısıtmacılık (konut, sera) ve sağlık turizmi olmuştur. Türkiye'de toplam jeotermal enerji tüketiminin % 87'sinin ısıtma amaçlı olduğu hesaplanmaktadır. Türkiye'deki jeotermal sahalarının % 95'i ısıtmaya uygun niteliktedir.

En son yapılan uygulamalar da (1993) göz önüne alındığında Türkiye'de işletmeye alınmış merkezi ısıtma sistemleri ve termal tesis ısıtmalarının toplam kapasitesi 140 MWt, inşaat halinde olan sistemlerin kapasitesi 90,4 MWt, fizibilite çalışmaları tamamlanmış olan projelerin kapasitesi ise 635,56 MWt düzeyindedir. Öte yandan mevcut kaynak ve kuyuların kapasitesi (atım sıcaklığı 35°C kabul edilmiştir) bugünkü verilere göre en az 1000 MWt seviyesindedir. Bu değerlere göre, Türkiye'nin görülebilir mevcut kapasitesi 2.000 MWt'a ulaşmaktadır.

3.3.2. Tüketim Miktar ve Değerleri

Ülkemizde jeotermal enerji, yukarıda söz edildiği gibi elektrik üretimi, ısıtmacılık, CO₂ üretimi ve sağlık turizmi amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Kızıldere'de bulunan ve 20 MWe kurulu güce sahip santralden üretilen elektriğin tamamı tüketilmektedir.

Isıtma amaçlı olarak kullanılan jeotermal kaynak alanlarında kurulmuş olan ısıtma tesislerinin kapasiteleri aşağıda verilmiştir.

TABLO-9A: Halen İşletilmekte Olan Jeotermal Isıtma Sistemleri ve Kapasiteleri

YER	KAPASİTE (MWt)	AÇIKLAMA
Gönen	16,20	1.400 Konut eşdeğeri ısıtma, 2.000m ² sera ve 60 adet tabakhane
Balçova	17,80	Balçova termal tesisleri ve 9 Eylül Üniversitesi Kampüs ısıtması
Kızılcahamam	0,76	Kaplıca oteli ısıtması
Gediz	0,61	Kaplıcalar ısıtma sistemi
Havza	0,07	Türk hamamı ve kaplıca ısıtması
Salihli	0,26	50 apart otelin ısıtılması
Afyon- Ömer	2,60	35 apart otel, restoran, kaplıca, sera ısıtması
Afyon- Oruçoğlu	2,73	Otel ve kür merkezi ısıtma sistemi
Afyon- Gazlıgöl	0,64	Kaplıca tesisleri ısıtması
Simav	66,00	3.500/6.500 konut ısıtma ve sıcak su
Simav- Eynal	2,20	Termal tesis, kaplıca, otel ve sera ısıtması
Rize- Ayder	0,24	Kür merkezi ısıtması
Diğerleri (Havran, Hüdai, Hisaralan vd.)	30,00	Bazı sera ve küçük kaplıca ısıtmaları
TOPLAM	140,00	20.000 konut eşdeğeri ısıtma, 6.000m² sera (*)

(*): Toplam yaklaşık 100 bin m2 büyüklüğünde olan diğer sahalardaki seralar hariç.

TABLO-9B: İnşa Halindeki Jeotermal Isıtma Sistemleri ve Kapasiteleri

YER	KAPASİTE (MWt)	AÇIKLAMA
Çanakkale- Ezine	3,37	Kestanbol termal tesisleri ısıtması
Balıkesir- Pamukçu	1,60	Balpaş termal tesisleri ısıtması
Kütahya- Yoncalı	0,93	Yoncalı termal tesisleri ısıtması
Afyon- Bolvadin	1,05	Kaplıca ve otel ısıtması
Dikili	56,00	Merkezi ısıtma ve soğutma sistemi
Kırşehir (*)	18,25	1.800 konutluk merkezi ısıtma sistemi
Kütahya- Simav	12,20	1.500 konutluk merkezi ısıtma sistemi
TOPLAM	90,40	13.000 konut eşdeğeri

(*): 29 Ekim 1993 tarihinden itibaren 500 konut eşdeğeri ısıtma yapılmaktadır.

TABLO-9C: Projelendirilmiş Jeotermal Isıtma Sistemleri ve Kapasiteleri

YER	KAPASİTE (MWt)	AÇIKLAMA
İzmir	168,00	25.000 konut ısıtma, 2.500 konut soğutma
Reşadiye	7,16	1.000 konut ısıtma ve sıcak su
Kozaklı	11,10	1.etap 1100 konut ısıtma ve sıcak su (toplam 3.500 konut)
Dikili	56,00	7.000 konut ısıtma, 1000 konut soğutma
Salihli	47,00	7.000 konut ısıtma, 1000 konut soğutma
Aydın	174,00	18.000 konut ısıtma, 3500 konut soğutma
Afyon	107,30	16.000 konut ısıtma ve sıcak su
Kırşehir	65,00	6.500 konut ısıtma ve sıcak su
Simav	20,00	80.000m ² sera ısıtması
TOPLAM	635,56	91.000 konut, 80.000m ² sera ısıtması

3.4. Üretim

3.4.1. Üretim Yöntemi ve Teknoloji

Jeotermal enerjinin aranması, üretimi ve kullanımıyla ilgili olarak dünyada kullanılan teknolojilerin hemen tamamı Türkiye'de de kullanılmaktadır. Özellikle jeotermal enerjinin aranması ve üretimi konularında teknolojik bakımdan herhangi bir sorun bulunmamaktadır. Gelişen teknolojiyle, jeotermal enerjiye ilişkin işletme problemleri büyük ölçüde çözülmüştür. Kabuklaşma ve korozyon gibi jeotermal enerjiye ilişkin en önemli işletme problemleri, bu gün için büyük ölçüde sorun olmaktan çıkmıştır.

3.4.2. Ürün Standartları

Ürün standartları ile ilgili bilgiler Bölüm-2.3.2. de açıklanmıştır.

3.4.3. Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar

TEK

MTA

SİMAV BELEDİYESİ

KIRŞEHİR TERMAL TURİZM A.Ş.

SİMSER A.Ş.

GÖNEN KAPLICALARI İŞLETMESİ A.Ş.

BALÇOVA LTD.
AFYON-ORUÇOĞLU A.Ş.
KARBOGAZ
ORME JEOTERMAL A.Ş.

3.4.4. Mevcut Kapasiteler ve Kullanım Oranları

Bölüm-3.3.2.'deki tabloda açıklanmıştır.

3.4.5. Üretim Miktar ve Değerleri

Ülkemizde jeotermal enerjiden elektrik üreten bir tek santral vardır ve kurulu gücü 20 MWe olup son 4 yıldaki üretimi aşağıdadır:

1990	80.112.200 KWh	
1991	81.307.400 KWh	
1992	69.598.800 KWh	
1993	52.760.300 KWh	(Ağustos sonu itibariyle, TEK)

3.4.6. Birim Üretim Girdileri

Jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretimi ve jeotermal ısıtma sistemlerindeki önemli maliyet unsurları aşağıda verilmiştir.

Elektrik enerjisi üretiminde: İşçilik, bakım, iç tüketim, kimyasal madde ve kuyuların bakım giderleri...

Jeotermal ısıtma sistemlerinde: Elektrik enerjisi, işçilik, bakım, kimyasal madde gideri... Bu bölümde amortismanlar ve faizler dikkate alınmamıştır.

Örneğin KOZAKLI 1.100/3.500 konut kapasiteli merkezi ısıtma sisteminin yıllık işletme giderleri, toplam 3.119.000.000 TL'dir. İşletme giderlerinin % 31'ini (980.000.000 TL/yıl) elektrik enerjisi gideri, % 15'ini (427.000.000 TL/yıl) kabuklaşmaya engel olmak için kullanılan kimyasal maddelerle ilgili giderler, % 35'ini (1.092.000.000 TL/yıl) yönetim, personel ve işçilik giderleri, % 11'ini (350.000.000 YL/yıl) bakım giderleri, % 8'ini ise (270.000.000 TL/yıl) genel+beklenmeyen giderler oluşturmaktadır.

Amortisman (25 yıl için) 3.275.337.600 TL/yıl, faiz ise dolar bazında %9'dur.

Gelirin yıllık % 10'u (1.407.000.000 TL/yıl) elektrik ve kimyasal madde giderlerine, % 7'si (1.092.000.000 TL/yıl) işçilik ve personel giderlerine, % 2'si (350.000.000 TL/yıl) bakım giderlerine ve yine % 2'si (270.000.000 TL/yıl) beklenmeyen giderlere ve genel giderlere gitmektedir.

Bir başka şekilde ifade edilecek olursa, işletme gelirinin takriben % 10'u bakım, işçilik, elektrik enerjisi için sarf edilmektedir.

3.4.7. Maliyetler

Jeotermal enerjide üretim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına göre (özellikle fosil yakıtlara göre), çok daha düşük değerdedir. Entegre kullanımların söz konusu olduğu durumlarda maliyet daha da düşük olmaktadır (TABLO-10, 11, 12A, 12B).

Jeotermal Isıtma Maliyetleri:

Bir jeotermal merkezi ısıtma sisteminin maliyetinin yaklaşık % 60'ını borular oluşturmaktadır. Bu borular, jeotermal akışkanın kuyu başından alınıp jeotermal merkeze getirilmesi ve enerjisinin temiz suya aktarılmasından sonra reenjeksiyon için taşınması ve temiz şebeke sirkülasyon suyunun konutlara gönderilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Toplam boru maliyetinin yaklaşık % 20'sini montaj ve fittings bedeli oluşturmaktadır. Ayrıca boru hatlarının döşenmesi için kazı yapılması ihtiyacı, birtakım inşaat işleri maliyetlerini de beraberinde getirmektedir.

Jeotermal merkezi ısıtma sistemini oluşturan unsurlardan birisi de jeotermal ana merkez ısıtma eşanjörüdür.

Üretim, reenjeksiyon ve sirkülasyon pompaları jeotermal merkezi ısıtma sistemini oluşturan diğer elemanlardır.

TABLO-10: Ağustos 1993 Değerleriyle Türkiye'de Konut Isıtma Maliyetleri (Amortisman ve Faiz Dahil):

SİSTEM	MALİYET (TL/KWh)
Elektrik Bazlı Isıtma	1.245,8
Fuel-Oil (Kalorifer Yakıtı) Bazlı Isıtma	591,2
Doğal Gaz Bazlı Isıtma (*)	504,7
Kömür Bazlı Isıtma	408,4
Jeotermal Bazlı Isıtma	12,4-59,4

(*):Ankara değeri

KAYNAK: ORME Jeotermal A.Ş., Ucuz ısıtma, Temiz Hava için;
Jeotermal Merkezi ısıtmanın, Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu ve Ekonomisi, Ağustos 1993

Jeotermal merkezi ısıtma sistemlerinin konut başına toplam tesis maliyeti, 8-13 MilyonTL arasındadır. Konutların diğer ısıtma sistemlerinden jeotermal ısıtma sistemine dönüşüm giderleri ise, daire başına 800.000 ile 1.300.000TL arasında değişmektedir.

Halen (1993) Simav merkezi ısıtma sisteminde konutların ısıtma ve sıcak su için ödedikleri miktar ayda 130.000TL, Gönen'de ise 250.000TL'sidir (TABLO-12A, 12B).

TABLO-11:Türkiye'de Elektrik Üretim Maliyetleri

SİSTEM	1992		1993	
	Üretim (KWh)	Maliyet (TL/KWh)	Üretim (KWh)	Maliyet (TL/KWh)
Hidroelektrik	24.537.662.981	15,7	28.182.500.000	17,14
Termik	36.935.929.809	195,33	30.065.285.069	372
Jeotermal	69.598.800	149,81	67.126.899	320

KAYNAK: TEK

TABLO-12A: Jeotermal Isıtma Maliyeti ile Diğer Isıtma Sistemlerinin İşletme Maliyetlerinin Karşılaştırması (1993 Ağustos değerleriyle)

	10 ⁶ KCal Isı Maliyeti (İşletme Gid.+Amort.) TL	10 ⁶ KCal Isı Maliyeti (Kredi Faizi Yüğü) TL	10 ⁶ KCal Isı Maliyeti (Toplam) TL
Jeotermal (Gönen) Uygulama	28.600	-	28.600
Jeotermal (Balçova) Uygulama	12.513	-	12.513
Jeotermal (Afyon) Fizibilite	32.175	22.344	54.519
Jeotermal (Kırşehir) Fizibilite	49.775	10.107	59.882
Jeotermal (Simav) Uygulama	38.363	7.700	46.063
Doğal Gaz (*)	-	-	517.000
Fuel- Oil (*)	-	-	556.875
Kömür (*)	-	-	398.750

TABLO-12B:1993 Haziran Fiyatlarına Göre Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemleri Yatırım ve İşletme Genel Bilgileri (*)

	PROJENİN ADI							
	Kozaklı	Ankara	Kızılca-hamam	Gönen	Simav	Afyon	Aydın	Kırşehir
Nihai Satış Fiyatı (TL/kWh)	68	151,3	50,15	117,3	78,2	45,9	37,74	78,2
Faiz Hariç Satış Fiyatı (TL/kWh)	27,2	-	109,65	-	34	27,54	27,2	68
Eşanjör Maliyeti (Milyon TL)	391	3904,9	1003	629	404,6	6222	2067	850
Jeotermal Su Pompası (Milyon TL)	21,7	601,3	33,04	-	57,12	1020	957,1	816
Kuyucu Pompası (Milyon TL)	-	5011,6	78,9	392,7	-	850	467,5	-
Sirkülasyon Pompası (Milyon TL)	28,9	1528	47,6	367,2	170	722,5	1878	204
Şebeke (Milyon TL)	4190,5	38580	3740	5755	6248	28050	14620	3570
Reenjeksiyon Kuyusu (Milyon TL)	-	19716	-	1170	-	2465	2933	476
Kuyular (Milyon TL)	-	64811	-	3512	-	3400	4583	357

(*) Fizibilite raporları sonuçları... (Geri ödeme süreleri 3-4 yıl, Finansman; %40 öz kaynak, %60 kredi, Kredi faiz oranı %11)

3.4.8. Stok Durumu

Jeotermal akışkandan elde edilen kimyasal maddeler stoklanabilir. Bunun dışında jeotermal akışkanın stoklanması söz konusu değildir (Bkz. Bölüm-2.3.8.).

3.5. Dış Ticaret

Jeotermal enerji kaynak olarak ithal ve ihraç edilemez, ancak üretim ve kullanımda (santral kurulması ve büyük kapasiteli ısıtma uygulamalarında eşanjör sistemleri) dış ticaret ilişkileri söz konusu olmaktadır. İthalat ve ihracatta jeotermal enerjinin ürünleri olarak, elektrik enerjisi ve jeotermal enerji ile ısıtma yapılan seraların ürünleri, jeotermal akışkanlardan elde edilen CO₂ gibi kimyasal maddeler söz konusu olabilmektedir. Bununla birlikte, belirtilen ürünlerde de önemli bir ticaret söz konusu olmadığından dış ticaret konusunda ayrıntıya girilmemiştir.

3.5.1. Gümrük Vergileri ve Tavizler

Jeotermal enerjinin doğrudan dış ticarete konu olmaması nedeniyle, gümrük vergileri ve tavizler konusunda herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Jeotermal enerji yatırımlarıyla ilgili olarak mevcut sistemde yer alan teşvik unsurları ise aşağıda verilmiştir.

UZUN VE ORTA VADELİ YATIRIM KREDİSİ TAHSİSİ

% 100 YATIRIM İNDİRİMİ

% 100 GÜMRÜK MUAFİYETİ

BİNA İNŞAAT HARCİ İSTİSNASI

İTHAL MALZEME K.D.V ERTELEMESİ

FİNANSMAN FONU

TEŞVİK PRİMİ (% 25 TOPLAM)

İTHALATTA % 5 FON MUAFİYETİ

FON KAYNAKLI KREDİ

İLAVE İSTİHDAM TEŞVİKİ

ELEKTRİK ENERJİSİ TEŞVİKİ

3.5.2. Fiyatlar

Ülkemizde üretilen jeotermal enerji ürünlerinin 1993 değerleriyle fiyatları aşağıda verilmiştir :

Elektrik üretim fiyatı : 320TL/KWh (Denizli-Kızıldere Santrali baz alınmıştır).

Isı üretimi : 12,4- 59,4 TL/KWh ısı (Türkiye ortalaması)

Sıvı CO₂ fabrika çıkış fiyatı : 2000 TL/Kg

3.6. İstihdam

Türkiye'de jeotermal enerjiyle ilişkili istihdamın boyutlarıyla ilgili yeterli bilgi bulunamamıştır. Bununla birlikte, jeotermal enerjiden elektrik üretimi ve konut ısıtmacılığı, önemli ölçüde istihdam yaratmaktadır. Ayrıca seracılık ve termal turizm uygulamalarının istihdam yaratma kapasiteleri daha da yüksek görünmektedir.

3.7. Çevre Sorunları

Jeotermal enerji, fosil yakıtların tüketimiyle ilgili olarak ortaya çıkan sera etkisi ve asit yağmuru gazlarının atmosfere atılmasından doğan çevre sorunlarının önlenmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

Jeotermal enerjiye dayalı modern elektrik santrallerinde CO_2 , NO_x , SO_x atımı çok düşük düzeylerde. Merkezi ısıtma sistemlerinde ise, söz konusu gazların deşarj miktarları sıfır değerine indirilmiştir.

Eski tip jeotermal santraller, üretilen her MWh elektrik için en fazla 0,136 Kg karbon dışarı verirler. Bu değer konvansiyonel sistemlerle kıyaslandığında (doğalgaz ile çalışan bir santral için 128 Kg/MWh, 6 nolu fuel-oil ile çalışan bir santral için 190 Kg/MWh ve kömür ile çalışan bir santral için ise, 226 Kg/MWh- Goddard ve diğerleri, 1989), jeotermal enerjinin zararlı atık deşarjı yönünden sahip olduğu üstünlük açıkça ortaya çıkmaktadır. Öte yandan, yeni kuşak jeotermal santrallerde (Binary Cycle Sistem), yoğunlaşmayan gazları buharın içinden alıp, kullanılmış jeotermal akışkan ile birlikte yeraltına geri veren reenjeksiyon sistemleri bulunmaktadır. Bu tür santraller ile jeotermal ısıtma sistemlerinde atık sorunu tümüyle çözülmüş durumdadır.

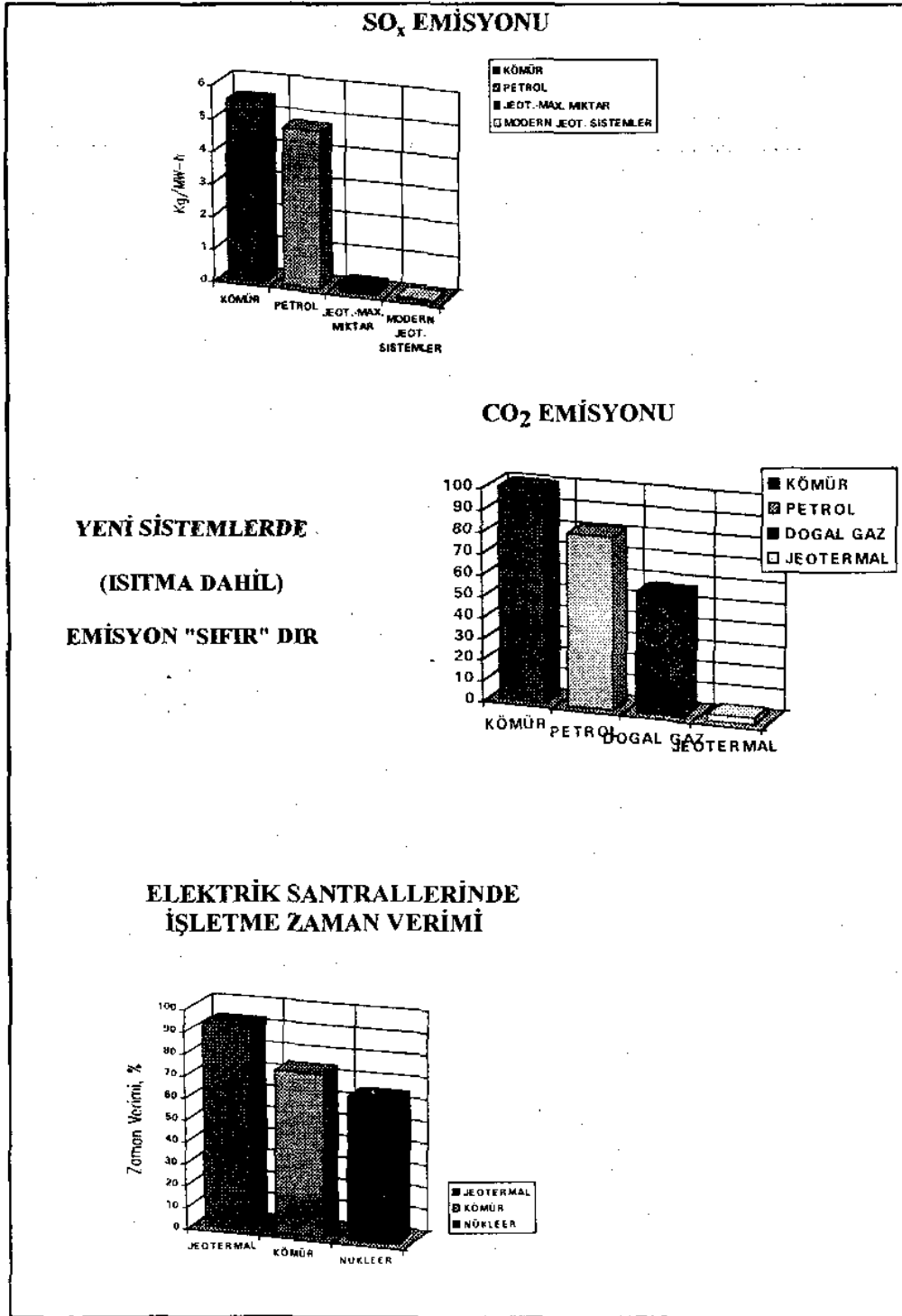
Kömür yakıtlı santrallerdeki CO_2 atımı, eski tip jeotermal santrallerdekine oranla dahi 1600 kat daha fazladır. Bu karşılaştırmaların ışığında, jeotermal enerjinin avantajı kesin olarak görülebilmektedir (ŞEKİL-9).

Eski tip Jeotermal santraller, fosil yakıtları ile çalışanların sadece %1'i kadar kükürt atmaktadırlar. Ayrıca azot-oksit atışı da fosil yakıtlı santrallara göre çok daha düşüktür.

Eski tip jeotermal santrallerdeki partikül atımı, sadece soğutma kulelerinin içindeki suyun buharlaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu da, kömür ve petrol yakan santrallerden 1000 kat daha düşüktür (Goddard ve diğerleri, 1989).

ABD ve Avrupa'da birçok yerleşim bölgesinde fuel-oil veya kömüre dayalı merkezi şehir ısıtma sistemleri bulunmaktadır. Bunlar hava kirliliğini önleyen ve buna ilaveten yakıt ekonomisi sağlayan alt yapı tesisleridir. Bu merkezi ısıtma sistemlerinin ucuz ısı kaynağı olan jeotermal enerjiye dayalı hale getirilmesi durumunda, çevre ve ülke ekonomisi açısından çok daha ileri düzeyde olumlu sonuçlar almak mümkün olabilecektir.

Türkiye'de şu anda (1993), Gönen ve Simav'dan başka merkezi şehir ısıtma sistemi bulunmamaktadır. Buna karşılık, Türkiye, jeotermal enerji (ısıtma amaçlı) potansiyeli açısından, dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer almaktadır.



ŞEKİL-9: Enerji türleri itibarıyla emisyon miktarları

Jeotermal enerji yeni ve yenilenebilen bir enerji türü olup, Türkiye potansiyelinin yaklaşık % 95'i ısıtmaya uygun niteliktedir. Söz konusu potansiyelin değerlendirilmesi, özellikle ısıtmacılıkla ilişkili hava kirliliği sorunlarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de, jeotermal enerjinin üretilmesi ve kullanılmasıyla ilişkili çevre sorunlarının önlenmesi konusunda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Gelişen teknolojiye ve duyulan ihtiyaca göre atık su içindeki bazı kimyasal maddeler üretilerek, akışkan bu yönden zararsız hale getirilebilmektedir. Ayrıca, atık akışkan dinlendirme havuzlarında bekletilerek bazı bileşenler havuzlarda çöktürülmekte ve su arındırılmaktadır. Denize yakın bazı jeotermal alanlarda ise, akışkan kimyasal yönden deniz suyu karakterindedir. Bu nedenle, bazı durumlarda atık suyun denize gönderilmesi bir sorun yaratmamaktadır. Atık suların tekrar yeraltına reenjeksiyonu ise, hem çevre hem de rezervuar parametrelerinin korunması açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de de reenjeksiyon uygulamalarının yaygınlaştırılmasına önem verilmelidir.

4.MEV CUT DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. Altıncı Plan Dönemindeki Gelişmeler

6. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde, jeotermal kaynakların araştırılmasına ve uygulamaya yönelik gelişmeler aşağıda verilmiştir.

-Aydın-Germencik sahasında yapılan çalışmalar sonucunda, bu sahada da elektrik üretim amaçlı santral kurulabileceği belirlenmiştir.

-Türkiye'de jeotermal enerjinin en önemli ve yaygın uygulama şeklinin ise ısıtmacılıkta olabileceği belirlenerek bu alanda araştırma ve uygulamalara hız verilmiştir.

Türkiye'deki ilk ısıtma uygulaması 1964 yılında Gönen Park Oteli'nin ısıtılması ile olmuştur.

1976-1978 yıllarında, Gönen Kaplıcaları İşletmesi A.Ş.'ye ait olan Yıldız Otel ve Yeşil Otelin ısıtma uygulamaları gerçekleştirilmiştir. İzmir-Balçova jeotermal alanında kuyu içi eşanjör sisteminin Türkiye'deki ilk uygulamasıyla, otel, motel, TV salonu vb. yerlerin (250 oda karşılığı) ısıtılması projesi, 1982 yılında tamamlanmıştır. Sistemin kurulu gücü 6 MW'tır.

Balıkesir-Sındırgı'da 2.000 m² sera, jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Sistemin kapasitesi 450.000 KCal/h olup, Ekim 1986'dan beri işletilmektedir.

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Kampüsü, Hastane ve Fakülte binaları (yaklaşık 90.000 m³ hacmindeki) 2,2 MWt kapasite ile, 1983 yılından bu yana Balçova Jeotermal Alanı'ndan ısıtılmaktadır. Yatırım kendisini, fuel-oil karşılığı hesaplamaya göre, 6 ayda geri ödemiştir.

Gönen'de 1.400 konut, 56 adet tabakhane, 2.000m² sera kapasiteli ve otellerin ısıtma, tabakhanelerin sıcak proses suyu ihtiyacını karşılamayı amaçlayan projeye, Nisan 1987'de başlanmış ve Ekim 1987'de başarılı bir şekilde işletmeye alınmıştır. Toplam kurulu kapasite 14 Milyon KCal/h (16,2 MWt) dir.

Kozaklı ve Kızılcahamam'da yine 1000'er konut ve 10.000 m² sera ısıtması için, projelendirme ve fizibilite çalışmaları tamamlanmış ve proje yatırıma hazır hale getirilmiştir.

Gediz kaplıca ve motelleri (200.000 KCal/h kapasiteli) 78°C'deki jeotermal su ile Kasım 1987'den bu yana ısıtılmaktadır.

Havza Kaplıcası (1000 m²), 54°C'deki jeotermal su ile tabandan ısıtılmaktadır. Ekim 1988'de işletmeye alınan 60.000 KCal/h kapasitelidir.

Rize Ayder'deki (denizden yüksekliği 1.700m) kür merkezi ve kaplıca tesisi 54°C'deki jeotermal su ile ısıtılmaktadır.

Haymana'da iki adet cami, 43°C'deki jeotermal su ile tabandan ısıtılmaktadır. Toplam 60.000 KCal/h kapasiteli sistemler, sırasıyla Aralık 1988 ve Kasım 1989'da devreye alınmıştır.

Salihli Termal Tesisleri'nde 50 adet apart-otelin jeotermal ısıtma sistemi 220.000KCal/h kapasite ile Kasım 1989'da işletmeye alınmıştır.

Türkiye'nin en büyük kapalı yüzme havuzunun (Balçova Termal Tesislerinde) jeotermal ısıtma sistemi, 1.600.000 KCal/h kapasite ile Şubat 1987'de devreye alınmıştır.

Balçova Termal Tesisleri bünyesinde bulunan kaplıca tedavi merkezi (11.000m²) jeotermal ısıtma sistemi 1.200.000 KCal/h kapasite ile Eylül 1989'da devreye alınmıştır.

Afyon-Ömer Termal Tesisleri'nde 35 adet apart-otel, restaurant, kaplıca ve 5.000m² seraya jeotermal ısıtma uygulanmış ve 2.200.000 KCal/h kapasite ile Kasım 1989'da işletmeye alınmıştır. Bu tesise kabuklaşmayı %100 önleyen özel sistem uygulanmıştır.

3500/6500 konut kapasiteli Simav Jeotermal Merkezi ısıtma sisteminin, inşaat ve montajı Mart 1991'de başlamış, Aralık 1992'de işletmeye alınmıştır (ŞEKİL-10). Simav'da her daire ısıtma+ sıcak su için ayda 130.000 TL ödemektedir.

Jeotermal işletmeciliğin en önemli sorunları (kabuklaşma, korozyon) tamamen çözümlenmiştir.

110.000m² (1.100 konut eşdeğeri) kapasiteli, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastahaneleri 2. bölüm, ısıtma+ sıcak kullanım suyu sistemi montajı Şubat 1992'de başlamış ve sistem Kasım 1992'de devreye girmiştir. Sistem kapasitesi 6.900.000 KCal/h (8MWt)'dir.

Kırşehir'de 1.800 konut kapasiteli jeotermal merkezi ısıtma sistemi 1993 Ekim ayı sonunda 500 konut eşdeğeri ısıtma ile devreye alınmıştır.

Türkiye'nin jeotermal potansiyel açısından en zengin bölgesi olan Ege bölgesinde Dünya'nın tek üniteden beslenen en büyük jeotermal merkezi ısıtma ve soğutma sistemi olan 25.000/34.000 konut merkezi ısıtma ve 5000 konut soğutma (air-conditioning) kapasiteli İzmir Jeotermal Sistemi Projesi ve projelendirme ve fizibilite çalışmaları tamamlanmış ve yatırıma hazır hale getirilmiştir. Bu sistem Seferihisar- Narlıbahçe- Balçova ve Hatay semtlerini kapsamaktadır. Projeye göre, 1993 yılı fiyatlarıyla konut başına ısıtma+ 24 saat sıcak su ücreti olarak sadece 250.000TL düşmektedir.

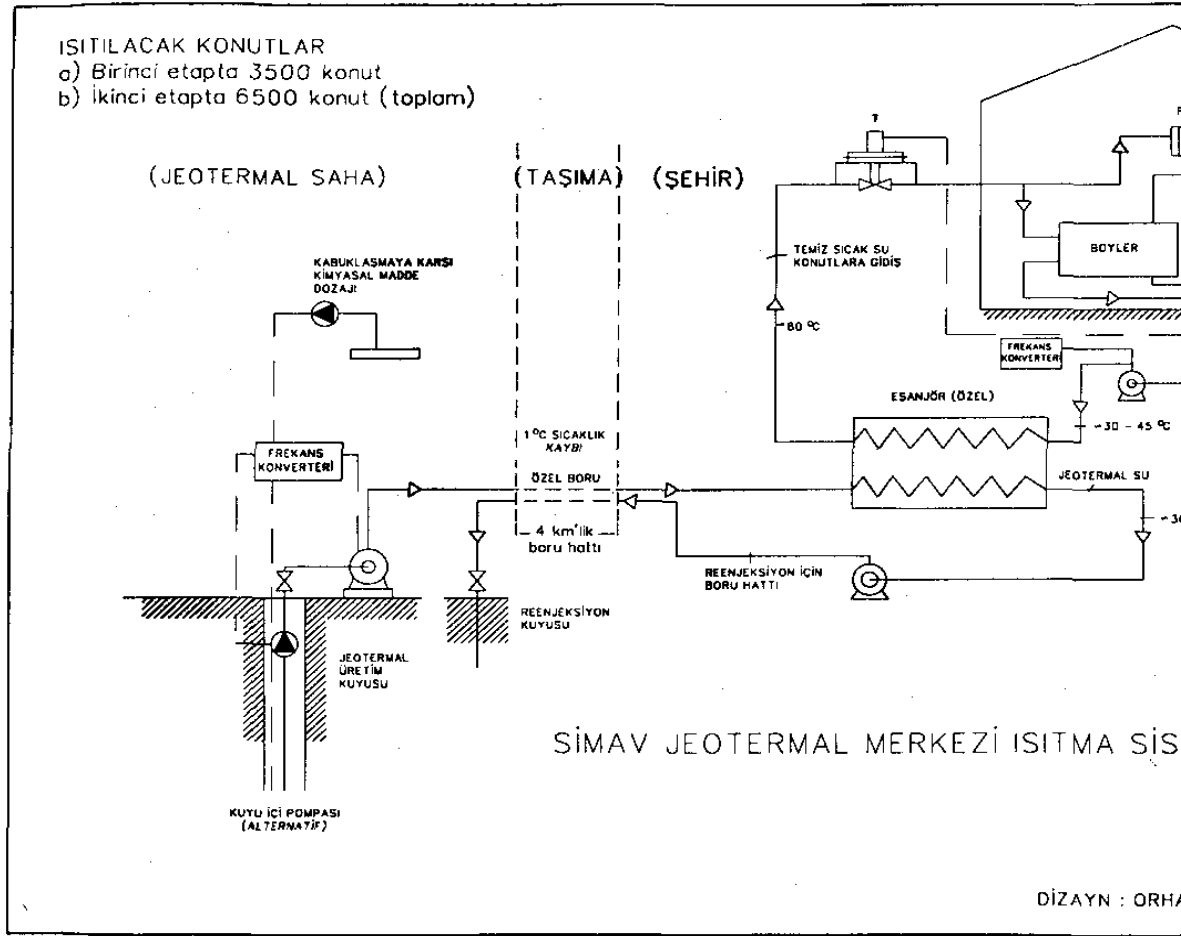
- Jeotermal kaynaklardan kimyasal madde üretimine ticari anlamda Denizli- Kızıldere'de 40.000 ton/yıl kapasiteli CO₂ fabrikasında başlanmıştır.

Özetle 6. Beş Yıllık Kalkınma Planı dönemi, jeotermal sahalarda problem yaratan sorunların çözüldüğü, ısıtmacılığa yönelik çalışmaların hızlandığı ve uygulamaların yaygınlaştığı bir dönem olmuştur.

4.2. Sorunlar ve Çözüm Önerileri

1- Finansman, Yedek Parça ve Makina Donanımı:

Jeotermal enerji aramalarında, gerekli etütlerden sonra sahadaki gerçek potansiyeli belirlemek amacıyla sığ ve derin sondajlar yapılmaktadır. Finansman gücü nedeniyle derin sondaj makinası ve yedek parçalarının sağlanamaması çalışmaları büyük ölçüde aksatmaktadır.



ŞEKİL-10: Simav jeotermal merkezi ısıtma sistemi

2- Yetişmiş elemanların devlet sektöründe tutulamaması:

Konuda deneyim kazanmış ve kurslara katılmış elemanlar çeşitli nedenlerle kamu sektöründen ayrılmakta ve bu nedenle zaman zaman uzman kadro sıkıntısı çekilmektedir.

3- Kimyasal sorunlar:

a) Atık Akışkan Sorunu: Sondajlı çalışmalar sonucu üretilen akışkanda zaman zaman kimyasal kirleticilerle karşılaşmaktadır (bor vb.). Ancak bu problem, uygun koşullarda reenjeksiyon yapılarak aşılmaktadır.

b) Kabuklaşma ve korozyon sorunu: Kuyu içinde ve tesisatta basıncın yüksek tutulması veya kimyasal inhibitör enjekte edilmesi sonucunda CaCO_3 kabuklaşmasına ekonomik şekilde engel olunmaktadır.

4- En önemli sorunlardan birisi de jeotermal enerjinin aranması ve üretilmesi konusundaki yasal boşluktur. Özellikleri nedeniyle, halen yürürlükte olan maden, yeraltı suları, kaplıcalar ve maden suları ile ilgili yasalar çerçevesinde ele alınmasında büyük sakıncalar olan bu kaynak için hazırlanmış olan yasa taslağının bir an önce yasalaşmasının sağlanması, ülkemizde büyük bir potansiyele sahip olan jeotermal kaynakların geliştirilmesi açısından büyük yarar sağlayacaktır. Ayrıca, kaynakların gelişi güzel kullanılması ve israfının önlenmesi de mümkün olabilecektir.

4.3. Dünyadaki Durum ve Diğer Ülkelerle Kıyaslama

Ayrıntılı bilgi 2. bölümde verilmektedir.

5. YEDİNCİ PLAN DÖNEMİNDE BEKLENEN GELİŞMELER VE ÖNERİLER

5.1.Projeksiyonlar

Yeraltı kaynaklarımızın aranması ile görevlendirilmiş olan M.T.A. Genel Müdürlüğü, 1960'lı yıllardan bu yana jeotermal enerji aramaları konusunda prospeksiyon, detay jeoloji, jeokimya, jeofizik etütler ve sondajlı çalışmalarla, gelişmiş teknolojilere uygun araştırmalar yaparak büyük bir bilgi birikimi ve deneyime sahip olmuştur. Zaman zaman yurt dışına eleman göndererek yeni gelişmelerin takipçisi olmuş ve uluslararası projeler aracılığı ile yeni ve modern ekipmanlar sağlamıştır.

Elektrik enerjisi üretimi konusunda ise TEK Genel Müdürlüğü, bir İtalyan firmasına kurdurduğu santralda elektrik üreterek bu konuda deneyime sahip olmuştur.

Isıtmacılık alanında ise, bir özel firma (ORME Jeotermal A.Ş.) konut ısıtmacılığı alanında uygulamalar yaparak deneyim kazanmıştır.

Sonuç olarak aramalar konusunda bir devlet kuruluşu olan MTA ile elektrik üretimi konusunda yine bir devlet kuruluşu olan TEK ve ısıtma uygulamaları konusunda özel bir firma olan ORME Jeotermal A.Ş. bu konudaki çalışmaları etkin olarak sürdürmektedir.

5.1.1. Talep Projeksiyonu

Türkiye'de 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde ucuz ve yerli kaynaklara talebin artması beklendiğinden, talebin üretime eşit olacağı varsayılarak, talep ve üretim birlikte değerlendirilmiştir.

Jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesinin 7. Beş Yıllık Plan döneminde (1995-1999), Denizli-Kızıldere'deki 20 MWe olan kurulu güce ilave olarak, Germencik ve Tuzla sahalarında yeni santrallerin kurulmasıyla, 125 MWe ulaşması beklenmektedir.

Isı üretim hedeflerine göre, 1993'te 140 MWt olan kurulu gücün 1999 yılında 2.065 MWt'a ulaşması beklenmektedir. Bu dönemde en önemli üretimin Balıkesir-Gönen, Kırşehir, Kütahya-Simav, İzmir-Seferihisar, Balçova, Dikili, Tokat-Reşadiye, Manisa-Salihli, Aydın, Denizli-Kızıldere ve diğer sahalardan sağlanması beklenmektedir.

Yukarıda belirtilen elektrik ve ısı üretim hedeflerinin belirlenmesinde, aşağıdaki kriterler göz önüne alınmıştır.

- a- Türkiye'de jeotermal alanların büyük bir bölümünde ön etütlerin tamamlanacağı ve birçok sahada üretime geçilebileceği,
- b- Etüt, arama, geliştirme ve yatırım açısından MTA, Üniversiteler, TEK ve diğer kamu kuruluşları ile özel kuruluşlara gerekli mali destek ve teşvik imkanlarının verileceği,
- c- Jeotermal kaynakların gerek yurt içinde gerekse yurt dışında tanıtılarak uluslararası kuruluşlarla ortak yatırımlar yapılacağı varsayılmıştır.

5.1.2. Üretim Hedefleri

Bugün Denizli-Kızıldere sahasında TEK tarafından kurulan 20 MWe kapasiteli bir santral da elektrik üretilmektedir. Bu sahanın geliştirilmesi ile 2000 yılında üretim kapasitesinin (Tekkehamam sahası ile birlikte) 35 MWe olabileceği tahmin edilmektedir.

Ayrıca, 100 MWe (50 görünür, 50 muhtemel) civarında kapasiteye sahip olduğu tahmin edilen, Aydın-Germencik sahasında santral kurulmasına yönelik fizibilite çalışmaları sürdürülmektedir.

Çanakkale-Tuzla sahasında yeterli sondaj araştırmaları yapılmamış olmasına rağmen bu sahanın da kapasitesinin yaklaşık 15 MWe civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Bunların dışında İzmir-Dikili-Seferihisar, Aydın-Salavatlı, Kütahya-Simav gibi sahalar da oldukça önemli potansiyellere sahip bulunmaktadır.

Açıklanan çerçevede tespit edilen elektrik ve ısı üretim hedefleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (TABLO-13, 14, 15, 16).

TABLO-13: Üretim Hedefleri Tahmini

YIL	KAPASİTE (MWe)	Elektrik Üret. (GWh)	Isı Üretimi (MWt)	TEP(*1000)
1993	20	90	140	0,62x10 ⁵
1995	30	135	585	2,4x10 ⁵
1996	40	180	802	3,26x10 ⁵
1997	60	270	1192	4,85x10 ⁵
1998	90	400	1725	7,10x10 ⁵
1999	100	450	2065	8,4x10 ⁵
2000	125	562	2520	10,2x10 ⁵

TABLO-14: 2010 Yılına Kadar Üretim Hedefleri Tahmini

YIL	KAPASİTE (MWe)	Elektrik Üret. (GWh)	Isı Üretimi (MWt)	TEP(*1000)
1995	30	135	585	2,4x10 ⁵
2000	125	562	2520	10,2x10 ⁵
2005	150	675	3570	14,4x10 ⁵
2010	258	1165	6500	26x10 ⁵

TABLO-15: Jeotermal Enerjiye Dayalı Elektrik Üretim Kapasitesi Tahminleri

SAHALAR	YILLARA GÖRE KAPASİTE (MWe)						
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Aydın- Germencik	-	-	15	30	50	50	70
Denizli Kızıldere	20	20	25	25	25	30	30
Çanakkale- Tuzla	-	-	-	5	5	10	15
Diğerleri	-	-	-	-	10	10	10
TOPLAM	20	20	40	60	90	100	125

NOT: Yıllık üretim zaman verimi %70 alınabilir.

TABLO-16: Jeotermal Enerjiye Dayalı Isı Üretim Kapasitesi Tahminleri

SAHALAR	YILLARA GÖRE KAPASİTE (MWt)							
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2010
İzmir- Balçova	28	40	50	70	100	120	180	350
Balıkesir- Gönen	21	25	35	35	40	50	55	300
Denizli- Kızıldere	5	10	40	80	120	160	200	600
İzmir- Seferihisar	20	50	80	120	150	250	260	450
Çanakkale- Tuzla	-	60	100	200	300	380	500	900
Kütahya- Simav	80	80	80	100	120	160	200	340
Afyon	10	50	70	90	110	140	180	500
İzmir- Dikili	20	30	40	50	70	90	100	300
Tokat- Reşadiye	5	7	10	12	15	20	25	100
Nevşehir- Kozaklı	11	11	25	35	50	70	90	300
Manisa- Salihli	20	47	47	80	100	110	110	400
Aydın (*)	-	60	100	200	300	380	500	1600
Diğerleri	100	120	150	175	215	260	310	600
TOPLAM	320	585	802	1192	1775	2065	2520	6500

(*): Germencik+ Salavatlı

NOT: 1 MWt Saat= 120 Kg Taşkömürü

5.1.3. İhracat Projeksiyonu

Yukarıda da açıklandığı şekilde, jeotermal enerjide dış ticaret söz konusu değildir. Bununla birlikte, jeotermal enerji önemli ölçüde ithal ikamesi yaratmaktadır. Türkiye'de jeotermal kaynakların değerlendirilmesiyle, 2000 yılında, toplam 1.020.000 ton petrol eşdeğeri enerji üretileceği ve bunun % 85'inin ısıtmadan ve % 15'inin de elektrik üretiminden geleceği tahmin edilmektedir.

5.1.4. İthalat Projeksiyonu

Jeotermal santraller ve merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılacak, Türkiye'de imalatı olmayan makine ve cihazların ithalatı için plan döneminde toplam 200 Milyon US\$ düzeyinde ithalat yapılacağı tahmin edilmektedir.

5.2. Teknolojik Alanda Beklenen Gelişmeler

Jeotermal uygulamalarda gerekli olan kimyasal madde inhibitörü, plate tip eşanjörler ve epoxy cam elyaf borularının Türkiye'de imalatıyla, jeotermal enerji yatırımlarında toplam maliyetin 1/4 oranında düşürülmesi mümkün görülmektedir. Bu nedenle, söz konusu ürünlerin yurt içinde üretimi için teknoloji transferine gidilmesi büyük önem taşımaktadır.

5.3. Yatırımlar

5.3.1. Devam Eden Yatırımlar

Bölüm 3.3.2.'de açıklanmıştır.

5.3.2. Planlanan Yatırımlar

Bölüm 3.3.2.'de ve TABLO-14'de açıklanmıştır.

5.3.3. Muhtemel Yatırım Konuları

Türkiye'de Kimyasal madde inhibitörü, Plate tip eşanjör üretimi ve epoxy cam elyaf boru üretimi gerçekleştirilebilir.

5.4. Yedinci Plan Dönemine İlişkin Beklentiler

7.Beş yıllık Kalkınma Planı döneminde (1995-1999), jeotermal enerji potansiyelimizin önemli bir bölümünün devreye girmesi beklenmektedir. Bu dönemde gerçekleştirilmesi ön görülen hedefler aşağıda sıralanmıştır.

1) Plan döneminde, elektrik üretim kapasitesinin 100 MWe'a, ısıtma kapasitesinin ise 2065 MWt'a ulaştırılması için gerekli yatırımlar yapılmalıdır.

2) Yeni sahaların keşfedilmesi, mevcut sahaların özellik ve kapasite belirleme çalışmalarının devamı amacıyla M.T.A, üniversiteler ve özel kuruluşların araştırma- geliştirme ve uygulama projelerine destek sağlanmalıdır.

3) Santral seçiminde yeni tip yüksek verimli santrallara (yeni tip binary çevrim sistemleri gibi) öncelik verilmelidir. Isıtmacılıkta uygun teknolojilerin seçilmesi sağlanmalıdır.

4) Jeotermal enerji ile ilgili dünyadaki yeni gelişmeler yakından takip edilmeli, ilgili uzmanların bilgi birikimlerinin geliştirilmesine özen gösterilmeli, deneyim edinmelerine ve sektörde tutulmalarına destek sağlanmalıdır.

5) Uluslararası kuruluşlarla ortak projeler yapılarak know-how transferi, eğitim, finans ve malzeme sorunlarının aşılmasına destek verilmelidir.

6) Türkiye'de jeotermal enerjinin gelişimini hızlandıracak yasal düzenlemelerin bir an önce yürürlüğe girmesi sağlanmalıdır.

7) Jeotermal alanların kullanım imkanları belirlenerek, entegre kullanımları öngören projeler özellikle desteklenmelidir.

8) Jeotermal enerjinin elektrik ve elektrik dışı kullanımına yönelik yatırımlar özendirilmeli, Yap-İşlet-Devret yöntemine işlerlik kazandırılmalıdır.

9) Uluslararası kuruluşların Türkiye'de yatırım yapmaları özendirilmelidir. İlgili Bakanlık, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, TEK ve yerel yönetimlerin uluslararası kuruluşlar ile ortaklık kurulmasında yardımcı olmaları yarar sağlayacaktır.

10) Atık su sorununa çözüm seçenekleri (reenjeksiyon gibi) son yıllarda geliştiğinden, jeotermal enerjinin geliştirilmesine, enerji politikasının yanısıra, çevre politikası açısından da önem verilmelidir.

11) Önceki yıllarda, jeotermal enerjinin işletilmesinde sorun yaratan kabuklaşma ve korozyon sorunları kimyasal madde inhibitörü enjeksiyonu ile tamamen çözümlenmiştir. Dolayısı ile jeotermal sahaların biran önce devreye alınması yolunda yatırımların hızlandırılması sağlanmalıdır.

12) Jeotermal enerji maliyetinin, gerek elektrik üretimi ve gerekse ısıtmacılıkta alternatif kaynaklara göre oldukça düşük olması nedeniyle, jeotermal kaynaklar bulunduğu yörelerde, öncelikli enerji kaynağı olarak dikkate alınmalıdırlar. Ucuz, ekonomik ve temiz enerji sağlayan jeotermal kaynakların öncelikli olarak devreye alınması bu yörelere ve ülkemize önemli ölçüde ekonomik ve sosyal katkı sağlayacaktır.

6.POLİTİKA ÖNERİLERİ

Türkiye'de 1960 lı yıllarda başlayan jeotermal enerji aramaları sonunda, birçok alan keşfedilmiş ve elektrik üretimi, ısıtmacılık (konut, sera), kimyasal madde üretimi ile sağlık ve turizm amacıyla tek ve entegre uygulama projeleri gerçekleştirilmiştir.

Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimine kıyasla daha ucuz, yenilenebilir, çevre açısından daha temiz ve yerli enerji kaynağı olması nedeniyle, jeotermal kaynakların araştırılması ve geliştirilmesine öncelik verilmeli, bu sektörde yatırımlar özendirilmelidir.

Türkiye'de 40°C nin üzerinde kaynak sıcaklığı bulunan 140 dolayındaki jeotermal sahadan dört adedinin, ekonomik olarak elektrik üretimine uygun olduğu belirlenmiştir. Bu sahaların (Kızıldere, Germencik, Salavatlı ve Tuzla) geliştirilmesine öncelik verilmelidir. Bu dört saha ile birlikte yukarıda sözü edilen yaklaşık 140 sahadaki kaynakların termal kullanıma yönelik olarak geliştirilmesine hız verilmelidir.

Ülkemizde mevcut jeotermal sahalardan elektrik üretimi TEK tarafından, ısıtma uygulamaları Belediyeler, Özel İdareler ve özel kuruluşlar tarafından yapılmaktadır. Sahaların keşfi ve geliştirilmesi amacıyla yatırımlar ve riskler bu kuruluşlar tarafından karşılanmaktadır. Jeotermal sahalarda arama faaliyetleri altyapı niteliğindedir. Bu nedenle, 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminden başlamak üzere, sahaların potansiyellerinin belirlenmesi ve yeni sahaların keşfine olanak sağlamak üzere MTA'ya, Üniversitelere ve diğer araştırmacı kuruluşlara genel bütçeden kaynak aktarılmalıdır.

Halen, Türkiye'nin 1/10'u oranında potansiyeli bulunan Romanya'da bile açılan kuyu sayısı yaklaşık 1000 adettir. Bugün için Türkiye'de bu amaçla açılan araştırma kuyularının sayısı ise yaklaşık 150 civarında olup, mevcut potansiyele kıyasla çok yetersizdir.

Türkiye'de yukarıda sözü edilen 140 dolayındaki sahanın yaklaşık tamamında ısıtmacılığa yönelik yatırım yapılabilir. Bunun yanında bu sahaların birçoğunda soğutma, kimyasal madde üretimi, sağlık ve turizm açısından entegre kullanım olanakları bulunmaktadır. Yurdumuzdaki ilk önemli merkezi ısıtma sistemlerinin ve entegre kullanım uygulamalarının yapıldığı Gönen ve Simavda ucuz ve temiz enerji sağlanmış bulunmaktadır. Bu örneklerin hızla çoğaltılması için yatırımların desteklenmesinde büyük yarar vardır. Bu sahaların gelişmesi yurdumuza hem ekonomik hem de önemli sosyal katkı sağlayacaktır.

Bu amaca yönelik olarak jeotermal enerji yatırımlarının (ağırlıklı bir şekilde seracılık gibi) fon kredilerinden, ucuz özellikli kredilerden yararlandırılması büyük önem taşımaktadır.

Araştırma ve kullanımla ilgili yasal düzenlemeler gerçekleştirilmelidir. Bu kapsamda olmak üzere, arama ve işletmeyi koordine edecek bir jeotermal enerji kurumunun kurulması yararlı olacaktır.

Türkiye'de jeotermal enerjinin aranması ve işletmesine yönelik çalışmalarda, gerek kamu gerekse özel sektör olarak dünya çapında önemli bir düzeye gelinmiş bulunmaktadır. Bu kapsamda, yurt dışında ve özellikle Türk Cumhuriyetlerinde jeotermal kaynakların araştırma ve işletilmesine yönelik projeler geliştirilebilir. Bu nedenle yurt dışı temaslarda bu potansiyelimizin de gözönünde bulundurulmasında yarar bulunmaktadır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Aumento, F. & Antonelli, G. Generation of Electrical Energy from Low Temperature Geothermal Sources in Rural Areas. FAO/CNRE Technical Consultation on Geothermal Energy an Industrial Thermal Effluents, 1985.Rome.
- Cataldi, R., Sammaruga, WEC 86 and Geothermics, 1986.
- Dickson, H. Mary, Fanelli, M., Applications of Geothermal Energy. Geothermal Energy, Technology, Ecology Course Text-Book and Guideline, 1993, International Summer School on Direct Application of Geothermal Energy, Macedonia.
- Dicson, M. H., Fanelli, M., Geothermal R&D in Developing Countries, 1988.
- Edward, L.M., Chilingar, G.V., Rieke III, H.H. and Ferti W.H. Handbook of Geothermal Energy Gulf Publishing Company, Book Division, 1982, USA.
- Freeston, D.,H. Direct Uses of Geothermal Energy in 1990, Geothermal Resources Council Bulletin, vol. 19, 1990, USA.
- Geothermal Resources Council Bulletin, September 1993, USA.
- Lindal, B., Industrial and other Applications of Geothermal Energy, Armstead, H.C.H, Geothermal Energy, UNESCO, 1973, Paris.
- MTA Jeotermal Enerji Raporları
- Koçak, A., Jeotermal Sistemler ve Hidrolojik Modelleme. Ulusal 1. Hidrojeoloji Sempozyumu, A.Ü.F.F. Jeoloji Müh. Bölümü, 1988.
- Mertoğlu, O., Jeotermal Kaynakların Alternatif ve Entegre Kullanımları, !991 Haymana Kaplıca Sempozyumunda sunulmuştur, 1991.
- Mertoğlu, O., Geothermal District Heating Applications in Turkey, Poster Presentation, !991, Iceland.
- Mertoğlu, O., Jeotermal Kaynakların Alternatif ve Entegre Kullanımları. 30 Eylül 1992 Afyon-Bolvadin Termal Turizm Sempozyumunda sunulmuştur, 1992.

- Mertoğlu, O., Mertoğlu, F.,M., Jeotermal Isıtma Sistemleri Dizayn Kriterleri ve Uygulamalar. TMMOB 1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Nisan 1993, İzmir.
- Mertoğlu, O., Mertoğlu, F.,M., Geothermal District Heating Applications İn Turkey. Geothermal Energy for Greenhouses and Aquaculture in Central and East European Countries, EC "Let's Go East" Project, 1993, Macedonia.
- ORME Jeotermal A.Ş., Ucuz Isınma, Temiz Hava İçin; Jeotermal Merkezi Isıtmanın, Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu ve Ekonomisi, Ağustos 1993.
- ORME Jeotermal A.Ş., T.C. Çevre Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan "Çevre açısından Temiz Enerji Kaynağı olarak Nitelendirilen Jeotermal Enerji Uygulamalarının Bölgesel ve Sektörel Kullanım Alanlarındaki Alternatiflerin Araştırılması ve Tanıtım Projesi, 1. ve 2. ciltler.
- Mertoğlu, O., Mertoğlu, F.,M., Başarır, N.,H., Direct Use of Heating Applications in Turkey. Utilities and Geothermal: An Emerging Partnership, Geothermal Resources Council Transactions, vol. 17, p. 19-22, 1993, San Francisco.
- Robertson Research Int. Ltd., Geothermal Division Brochure, 1988.
- Steam Press, The Journal for Geothermal Education, Geothermal Education Office, Spring 1993, USA.
- Şimşek, Ş., Importance of Geothermal Energy in Turkey. International Mediterranean Congress on Solar and Other New-Renewable Energy Resources, 1988, Antalya, Türkiye.
- Şimşek, Ş., The Present Status, Future Development and Expectations on Geothermal Energy. International Mediterranean Congress on Solar and Other New-Renewable Energy Resources, 1988, Antalya, Türkiye.
- United Nations Energy Series, Economics of High and Low Enthalpy Geothermal Resources. Department of Technical Cooperation For Development, TCD/DNRE/E. 9. New York, USA.

EK:
TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİ ENVANTERİ

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ ----- °C lt/sn	KUYU ----- °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
AFYON	1	ÖMER - GECEK	62-69 3.5	98 300	A) TERMALİZM; 3 ADET KAPLICA 33 ADET TERMAL MOTEL, TER. HAVUZDA TERMAL SU OLARAK B) A DAKİ TESİSLERİN ISITILMASI C) 5000 m ² JEOT. SERA ISITMASI D) ÖZEL SEKTÖRE AİT 200 YAT. TERM. OTEL VE KÜR MERK. İNŞA HALİNDEDİR.	A) AFYON ŞEHRİNİN ISITILMASI, ŞEHİR YAKLAŞIK 10 km. MESAFEDEDİR. B) SERA ISITMASI C) ENDÜSTRİYEL ISI KULLANIMI D) ÇİFLİK, HAYVANCILIKTA KULLANIMI E) ELEKTRİK ÜRETİMİ MÜMKÜN DEĞİLDİR. F) SOĞUK HAVA DEPOSU İŞLETMESİ
	2	ARAPDERESİ (UYUZ HAMAMI)	50-70 0.5	70-75 10	A) YOKTUR	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI D) ÇİFTLİK V.B ISITMASI
	3	HEYBELİ (KIZILKİLİSE)	56 2.1	57 64	A) TERMALİZM	A) HEYBELİ KÖYÜ ISITMASI B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI
	4	GAZLI GÖL	51 1.4	67 12	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	5	HÜDAİ (SANDIKLI)	67 50	- -	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TERMALİZM GELİŞTİRİLMESİ B) TERMAL TESİS ISITMASI GELİŞTİRİLMESİ C) SERA ISITMASI
AĞRI	1	DİYADIN KÖPRÜÇERMİK YILANLI	34-71 20	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ ----- °C lt/sn	KUYU ----- °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
AMASYA	1	HAMAMÖZÜ	38-40 1.5	42 29	A) BASİT KAPLICA UYGULAMALARI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	2	GÖZLEK	38 3.5	40 10.5	A) BASİT KAPLICA UYGULAMALARI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
ANKARA	1	KIZILCAHAMAM	36-50 2.1	73-86 60	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI D) KIZILCAHAMAM İLÇESİNİN ISITILMASI
	2	HAYMANA	43 3.7	44 53	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) CAMİ ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) CAMİ ISITMASI
	3	SEYHAMAMI	43 15	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	4	DUTLUCA	40-51 5	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	5A	AYAŞ	30 15	30 30	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM
	5B	AYAŞ-ÇOBAN	50 15	- -	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) ÇİFTLİK ISITMASI D) SERA ISITMASI

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
AKSARAY		ZİGA	53 4.6	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM, TERMAL TESİS ISITMASI B) ÇİFLİK ISITMASI, SERA ISITMASI
AYDIN	1	GERMENCİK ÖMERBEYLİ	101 - fume-rol	200 500 -232	YOK	A) ELEKTRİK ÜRETİMİ B) ŞEHİR ISITMASI VE SOĞUTMASI -AYDIN-GERMENCİK-SÖKE-İNCİRLİOVA C) SERA ISITMASI D) KURUTMACILIK (ISITMA) (İNCİR- ÜZÜM) E) TEKSTİL ENDÜSTRİSİ (İPLİK) F) SOĞUK HAVA DEPOLARI G) TERMALİZM H) TERMAL TESİS ISITMASI
	2	ÇAMKÖY BOZKÖY (ALANGÜLLÜ)	61-90 3.5	56 2	A) BASİT KAPLICA UYGULAMALARI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	3	SALAVATLI	38 0.5	162 150 -171	A) TERMALİZM	A) ELEKTRİK ÜRETİMİ B) ŞEHİR MERKEZİ ISITMASI -SULTANHİSAR-ATÇA-NAZİLLİ-AYDIN C) SERA ISITMASI D) KURUTMACILIK E) ENDÜSTRİYEL PROSES ISISI F) MERKEZİ ŞEHİR SOĞUTMASI G) TERMALİZM, TERMAL TESİS ISITMASI
	4	AYDIN-ŞEHİR İÇİ ILICABAŞI	38 0.1	71-88 12	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	5	GÜMÜŞKÖY	41 6	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMALARI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI

İli	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ ----- °C lt/sn	KUYU ----- °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
AYDIN	6	DAVUTLAR	- -	65 10	YOKTUR	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	7	ORTAKÇI	50 5	- -	A) SOĞUTARAK İÇME SUYU KULLANIMI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
BALİKESİR	1	GÖNEN	77 15	82 75	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) ŞEHİR ISITMASI-1400 KONUT D) TABAKHANELER PROSES SICAK SUYU E) ENDÜSTRİYEL KULLANIM (KAUÇUK, TUTKAL FABRİKALARI) F) SERA ISITMASI 2000 m ²	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) ŞEHİR ISITMASI(1400 KONUT EŞDEĞERİ) D) TABAKHANELER PROSES SICAK SUYU E) ENDÜSTRİYEL KULLANIM (KAUÇUK, TUTKAL FAB.) F) SERA ISITMASI 2000 m ²
	2	HİSARALAN	56-98 30	100 25	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI B) SERA ISITMASI 2000 m ²	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SINDIRGI ISITMASI D) SERA ISITMASI
	3	HİSARKÖY	85-53 20	90 15 KESON KUYU	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI
	4	PAMUKÇU	54 3	60 40	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
BALIKESİR	5	KEPEKLER	54-60 8.3	54 15	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	6	HAVRAN DERMAN	59 3	60 30	A) SERA ISITMASI B) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) SERA ISITMASI B) TERMALİZM
	7	DAĞILICASI EKŞİDERE	41 21	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	8	GÜRE	53 3	58 10	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM, SERA ISITMASI B) TERMAL TESİS ISITMASI
	9	KIZIKKÖY MANYAS	51 2.5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	10	YILDIZ	47 15	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM, TERMAL TESİS ISITMASI
	11	ŞAMLIDAĞ	62 1.4	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
BİNGÖL	1	KÖS	36 125 -47	47 15	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	2	HACIKÖY	62 1	- -	YOKTUR	YOKTUR
	3	HARUR	52 0.16	- -	YOKTUR	YOKTUR
	4	HOZAVİT	48 0.09	- -	YOKTUR	YOKTUR

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
BİTLİS	1	NEMRUT	18-66 1	? -	YOKTUR	YOKTUR
	2	ILICAKÖY	44 1.3	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
BOLU	1	MERKEZ	44 14.5	42 20	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	2	SARIOT	63 1.2	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	3	KÖSENÖZÜ SEBEN	73 4	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	4	EFTENİ	42 3.5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM
BURSA	1	ÇEKİRGE	36-47 10	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM
	2	KARAMUSTAFA KAYNARCA	77-83 15	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	3	ARMUTLU	50-70 22	75 11	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
BURSA	4	KEMALPAŞA	46 15	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	5	OYLAT	24-40 52	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	6	KAYA-SADA (ORHANELİ)	42-68 1	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM
ÇANAKKALE	1	TUZLA	38 20 -102	174 100	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI D) TUZ ÜRETİMİ
	2	KESTANBOL	62-68 3	75 25	A) TERMALİZM B) SERA ISITMASI (1000 m ²)	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI
	3	HIDIRLAR	38-81 8	58 1	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	4	KUMILICASI YENİCE	67 0.8 -69	- -	YOK	
	5	OZANCIK	65 10	- -	YOK	
	6	KIRKGEÇİT	52 3.2	- -	YOK	YOK

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
ÇANAKKALE	7	KARA	39-48 9	- -	YOK	YOK
	8	ÇAN	46 1.7	46 10	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	9	KÜÇÜKÇETMİ	41 10	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
ÇANKIRI	1	ÇAVUNDUR	34 0.3	54 50	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
DENİZLİ	1	KIZILDERE	63 -100 10	198 -212 400	A) ELEKTRİK ÜRETİMİ B) SERA ISITMASI C) BİNA ISITMASI D) CO ₂ ÜRETİMİ E) BASİT KAPLICA UYGULAMASI F) DOKUMA ENDÜSTRİSİ	A) SARAYKÖY, DENİZLİ VE BUHAR KENT ISITMASI B) ENDÜSTRİYEL UYGULAMALAR C) KURUTMA YAPILMASI D) TERMALİZM E) TERMAL TESİS ISITMASI F) SOĞUTMA YAPILMASI (SOĞUK HAVA DEP. İŞLT.)
	2	TEKKEHAMAMI KABAAĞAÇ UYUZ İNALTI UYUZ DEMİRTAŞ	57 -100 30	- -	A) SERA ISITMASI B) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER	
DENİZLİ	3	GÖLEMEZLİ	38-55 6.1	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B C D E F
	4	KARAHAYIT	56 10	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
	5	KAMARAYENİCE	33-56 12	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
	6	PAMUKKALE	36 450	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM	A
DİYAR-BAKIR	1	ÇERMİK	48 3	51 21	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B C
ELAĞ	1	KOLAN	42 5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
ERZURUM	1	İLİCA	39 6	39 6	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A
	2	PASINLER	30-41 15	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B C
	3	KIĞHAZMAN	56 12	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
ERZURUM	4	MEMAN	45 1.5	- -	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
ESKİŞEHİR	1	SARICAKAYA SAKARIILICA	43-48 3	54 26	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI
	2	MERKEZ	38-45 50	45 6	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI B) CAMİ ISITMASI C) İÇME SUYUNA KATKI	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI B) CAMİ ISITMASI C) İÇME SUYUNA KATKI
İSTANBUL	1	YALOVA	48-66 19	- -	A) TERMALİZM B) SERA ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI
İZMİR	1	BALÇOVA	63 3	107 -133 60	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) YÜZME HAVUZU ISITMASI D) BİNA (ÜNİVERSİTE KAMPÜSÜ) E) SERA ISITMASI (55000 m ²)	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) YÜZME HAVUZU ISITMASI D) BİNA (ÜNİVERSİTE KAMPÜSÜ İST.) E) SERA ISITMASI
	2	SEFERİHİSAR CUMA KARAKOÇ DOĞANBEY TUZLASI	55-93 40	90 -153 (MAX) 175	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) ŞEHİR ISITMASI İZMİR, SEFERİHİSAR'DAN, İZMİR BALÇOVA'YA KADAR SERA, ENDÜSTRİYE TESİS, KONUT ISITMASI YAPILABİLİR.
	3	DOĞANBEY BURNU	64 *	- -	YOKTUR, JEOTERMAL SU DENİZ İÇERİSİNDEN ÇIKMAKTADIR	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER
İZMİR	4	DİKİLİ KAYNARCA	100 200	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) DİKİLİ ISITMASI D) BERGAMA ISITMASI E) SERA ISITMASI, ENDÜSTRİYEL UYGULAMA
	5	BADEMLİ	41-70 1.0	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	6	ÇEŞME	56 10	56 42	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	7	ŞİFNE	42 12	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM
	8	NEBİLER	55-57 2.5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	9	PAŞA	39-43 0.5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	10	ALIAĞA	58 5	- -	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI
	11	BAYINDIR DEREKÖY	45 2	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM
KAYSERİ	1	TEKGÖZ	40 20	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER	
KAYSERİ	2	BAYRAMHACI	40 6	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
KIRŞEHİR	1	TERME	41 12	57 255	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) KIRŞEHİR ISITMASI	A B C
	2	MAHMUTLU	63-70 28	- -	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI	A B C
	3	KARAKURT	50 5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI	A B C
	4	BULAMAÇLI	44 1.5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM, TERMAL TESİS ISITMASI B) SERA ISITMASI	A B
KONYA	1	ILGIN	41 2	42 110	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
KÜTAHYA	1	EYNAL	66 -78 3.5	147 150 ORT.	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI (1000m ²)	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI D) SİMAV İLÇESİNİN ISITILMASI E) ENDÜSTRİYEL KULLANIM	A B C D E
	2	NAŞA	43-52 2	42 9	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
	3	ÇİTGÖL	50-80 2	97 24	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER	
KÜTAHYA	4	ABİDE GEDİZ	78 80	- -	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
	5	YONCALI	32-41 11	42 67	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
	6	KIZILSIN (İLİCAKÖY)	28-44 35	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A
	7	EMET	43-47 17	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B C
	8	YENİCEKÖY	47-49 1	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	
	9	DERELİ GÜNLÜCE	39-41 60	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A
	10	SAMRIK	46 0.2	- -	YOK		
	11	MURATDAĞI	34-42 9	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A
	12	HAMAMKÖY	51 2.2	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER	
MANİSA	1	KURŞUNLU	94 3	98 140	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) KURUTMACILIK D) SALİHLİ ISITMASI	A) TE B) TE C) KU D) SA E) SO
	2	URGANLI	34-83 13	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TE B) TE C) TU ISITM D) SF
	3	SART	54 3	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TE B) TE
	4	SARAYCIK	51 5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A) TE B) TE C) SF
	5	MENTEŞE	63 5.5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A) TE B) TE
	6	ŞEHİTLER (EMİR-KULA)	55 2	- -	-	-	A) TE B) TE
MUĞLA	1	VELİBEY	39 10	- -	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TE B) TE
	2	SULTANIYE	37-41 3.5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A) TE

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER	
NEVŞEHİR	1	KOZAKLI	35-91 20	92 90	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) KOZAKLI İLÇESİ ISITMASI	A) B) C) D)
	2	ACIGÖL	- -	200 TAH- MİNİ -	-	-	SIC RO TA EL AC
NİĞDE	1	NARKÖY	43 3.2	63 100	YOK	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SERA ISITMASI	A) B) C)
	2	ÇİFTEHAN	52 7.5	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) B) C)
ORDU	1	FATSA	49 2.5	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A)
RİZE	1	AYDER	47 0.6	55 15	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) B)
K. MARAŞ	1	SÜLEYMANLI	39.5 10	44 10	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) B) C)
MARDİN	1	GERMİAB	61 1	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) B)

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER	
SAKARYA	1	AKYAZI	41-51 5.5	84 42	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM, AKYAZI ISITMASI B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) B)
SAMSUN	1	HAVZA	51 1.6	54 55	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) HAVZA İLÇESİ KİSMİ ISITMASI	A) B) C)
	2	LADİK	36 14	38 30	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A)
SİİRT	1	BİLLURİS	38 65	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A)
	2	HİSTAÇERMIĞI	67 7	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) B)
SİVAS	1	SICAKÇERMİK	36-45 6	50 200	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A) B) C)
	2	AKÇAAĞIL	43 0.2	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI		
TOKAT	1	SULUSARAY	50 2	54 25	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) SULUSARAY KİSMİ ISITMASI	A) B) C)
	2	REŞADİYE	55 2.5	50 33	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) REŞADİYE İLÇESİNİN KİSMİ ISITILMASI	A) B) C)
URFA	1	KARAALİ	- -	48 70	YOK	YOK	
UŞAK	1	BANAZ	22-37 0.2	55 5	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM	A)
	2	EŞME-ÖRENCİK	38 7	40 20	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM, TERMAL TESİS ISITMASI	A)

İLİ	H. NO	YERİ	DOĞAL ÇIKIŞ °C lt/sn	KUYU °C lt/sn	MEVCUT DEĞERLENDİRME (HAZİRAN-1991)	MEVCUT JEOTERMAL ÇIKIŞ İLE YAPILABİLECEK DEĞERLENDİRMELER	
VAN	1	HASANABDAL -ZİLAN(ERCİŞ)	63-68 2	90 35	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B C D
	2	ZERENİ	55 1	- -	YOKTUR		A B
YOZGAT	1	KÖHNE (SORGUN)	59 -61 0.92	78 10	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI C) KİSMİ SORGUN ISITMASI	A B C D
	2	CAVLAK (BOĞAZLIYAN)	31 25	46 100	YOKTUR	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B
	3	SARIKAYA	45 4	- -	A) TERMALİZM	A) TERMALİZM, TERMAL TESİS ISITMASI	A
	4	YERKÖY (UYUZ)	45 1	- -	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI		A
	5	KARADİKMEN	40 0.05	- -	YOK		
	6	KARAMAĞARA (SARAYKENT)	40 1	68 10	A) BASİT KAPLICA UYGULAMASI	A) TERMALİZM B) TERMAL TESİS ISITMASI	A B C

KAYNAK:MTA Raporları ve ORME AŞ.(Kuyu değerleri ORME AŞ nin tahminidir.)