



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KOZAKLI (NEVŞEHİR) SAHASI JEOTERMAL ENERJİ
KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS

Ramazan ÖZER

DANIŞMAN

Doç. Dr. Gürol YILDIRIM

AKSARAY, 2015

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 102303411 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, "Ramazan ÖZER", ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "KOZAKLI (NEVŞEHİR) SAHASI JEOTERMAL ENERJİ KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ" başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Gürol YILDIRIM**
Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fak. İnşaat Müh.

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Mustafa KAYA**
Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fak. İnşaat Müh. Böl.

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Bilala TUNÇSİPER**
Niğde Üniversitesi Mühendislik Fak. Çevre Müh. Böl.

Teslim Tarihi: 31.08.2015

Savunma Tarihi: 16.09.2015

ÖNSÖZ

Jeotermal enerji; yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden biridir. Jeotermal enerji; elektrik üretimi, turizm, tarım ve sanayi alanlarında da kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Bu çalışmada; Nevşehir iline bağlı Kozaklı ilçesinin jeotermal alanının üretim kapasitesinin belirlenmesi konusu, genel, teorik ve kavramsal açıdan incelenmiş ve ileriye dönük kısa, orta ve uzun vadeli çözüm önerileri üzerinde durulmuştur.

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullarışımda alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağılı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Ramazan ÖZER

İmza

TEŞEKKÜR

Hayatımın her döneminde bana yardımlarını esirgemeyen değerli aileme ve tez çalışmam süresince bana yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Sayın Doç. Dr. Gürol YILDIRIM ve Prof. Dr. Mustafa AFŞİN hocama en içten saygılarımı sunarım

.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	i
DOĞRULUK BEYANI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Önemi Hedefi ve Kapsamı	2
1.2. Konu Hakkında Daha Önceden Yapılan Çalışmalar	3
1.3. Literatür Özeti	5
2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TÜRKİYE’DEKİ	
 MEVCUT JEOTERMAL POTANSİYEL.....	6
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	6
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türleri	6
2.2.1. Güneş Enerjisi	6
2.2.2. Rüzgâr Enerjisi	8
2.2.3. Hidroelektrik Enerji	9
2.2.4. Biyokütle Enerji	10
2.2.5. Jeotermal Enerji	11
2.3. Türkiye’nin Mevcut Jeotermal Potansiyeli	12
3. JEOTERMAL ENERJİ	14
3.1. Jeotermal Enerji	14
3.2. Jeotermal Enerjinin Tarihçesi	16
3.3. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Alanları	18

3.4. Jeotermal Enerji Kaynakları	19
3.5. Jeotermal Enerji Kaynaklarının Enerji Kaynakları İçerisindeki Potansiyeli	20
3.6. Jeotermal Enerjinin Diğer Enerji Kaynaklarına Göre Üstün Tarafları	22
3.7. Türkiye'de Jeotermal Enerji Santralleri.....	22
4. KOZAKLI (NEVŞEHİR) SAHASININ MEVCUT JEOTERMAL POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ.....	25
4.1. Mevcut Açılan Kuyuların Belirlenmesi	25
4.2. Mevcut Sarfiyat	30
4.3. Yeraltı Beslenme Kaynakları	33
4.4. Mevcut Kullanılan Kaynakların Olumsuz Etkilerinin Değerlendirilmesi.....	33
4.5. İleriye Dönük Kısa, Orta ve Uzun Vadeli Değerlendirme	38
5. KOZAKLI (NEVŞEHİR) JEOTERMAL ENERJİ SAHASIYLA İLGİLİ DEĞERLENDİRME RAPORU	39
5.1. Önceki Çalışmalar	39
5.2. Kozaklı Jeotermal Alanının Olanakları	41
5.2.1. Rezervuar Kaya	42
5.2.2. Örtü Kaya	42
5.2.3. Isıtıcı Varlığı	42
5.2.4. Jeofizik Değerlendirme	43
5.2.5. Hidrojeokimyasal Değerlendirme	44
5.2.5.1. Doğal Sıcak Su Kaynakları	44
5.2.5.2. Sondajlı Çalışmalar	44
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
7. KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	53

ÖZET

KOZAKLI (NEVŞEHİR) SAHASI JEOTERMAL ENERJİ KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ

Kozaklı sahası jeotermal enerji kapasitesinin belirlenmesinin yer aldığı bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk bölümü olan giriş bölümünde; Kozaklı ile ilgili bilgiler ve jeotermal kapasite ile ilgili kısa ön bilgiler bulunmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde; yenilenebilir enerji kaynakları ve halihazır jeotermal enerji potansiyeli yer almaktadır. Ayrıca bu bölümde güneş, rüzgar, hidroelektrik, biyokütlede yer almaktadır. Çalışmanın üçüncü bölümünde; jeotermal enerji ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde; Kozaklı'nın mevcut jeotermal potansiyelin belirlenmesi ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Çalışmanın beşinci bölümünde Kozaklı ile ilgili değerlendirme raporuna yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise; çalışmanın genel değerlendirmesi ile birlikte önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kozaklı, Jeotermal, Kozaklı Jeotermal Sahası, Jeotermal Kapasite.

ABSTRACT

KOZAKLI (NEVŞEHİR) FIELD AND THE IDENTIFICATION OF GEOTHERMAL CAPACITY

Kozaklı field consists of six sections from this study involving the determination of geothermal capacity. In the introduction; the first part of the study, information on the Kozaklı and a short preliminary information about the geothermal capacity. In the second part of the study; renewable energy sources and geothermal potential is presently located. Also in this section solar, wind, hydropower and biomass are also included. In the third part of the study; There is information about geothermal energy. In the fourth chapter; KOZAKLI contains information on the determination of the available geothermal potential. In the fifth part of the study; The place has been the evaluation report Kozaklı. In the last part of the study; place is given to proposals with the overall assessment of the work.

Keywords :Kozaklı, Geothermal, Kozaklı geothermal field, Geothermal capacity

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Hidroelektrik enerji üretimi akış ieması	9
Şekil 2.2: Biyokütleden biyoyakıt üretim ,şlemi	11
Şekil 2.3: Dünya'daki levha sınırları, tektonik hatlar ve jeotermal kuşaklar	12
Şekil 2.4: Türkiye tektoniği-volkanik etkinliği ve sıcak su kaynaklarının dağılımı..	13
Şekil 3.1: Uygun jeotermal sistemin şematik gösterimi	15
Şekil 3.2: Yerküredeki sıcaklık dağılımı	15
Şekil 3.3: Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü	21
Şekil 3.4: Türkiye'de kaynaklara göre elektrik üretimi	21
Şekil 4.1: Kozaklı jeotermal sahasından genel görünüş	25
Şekil 4.2: Kozaklı jeotermal alanındaki sıcak su kuyularının yeri	27
Şekil 4.3: Kozaklı MTA-K4 jeotermal sondajı litoloji logu ve sıcaklık dağılımı	29
Şekil 4.4: Kozaklı merkezi ısıtma sistemi reenjeksiyon kuyusu	31
Şekil 4.5: Başyazıcıoğlu sera ısıtma sistemi reenjeksiyon kuyusu.....	32
Şekil 4.6: Başyazıcıoğlu seranın uydu ve iç görünüşü	32
Şekil 4.7: Kozaklı jeotermal sahasındaki obruktan görünüş	34
Şekil 4.8: Obruğa benzer karstik çöküntü yapılarının oluşum mekanizması a: Kum ,çeren örtü, b: Daha çok kil içeren örtü	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1: Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli (2012)	7
Çizelge 2.2: Türkiye rüzgâr enerji santralleri profili	8
Çizelge 3.1: Türkiye’de elektrik üreten jeotermal enerji santralleri	23
Çizelge 3.2: Türkiye jeotermal enerji santralleri profili	23
Çizelge 3.3: Yapım aşamasındaki jeotermal enerji santralleri	24
Çizelge 4.1: Kozaklı jeotermal alanındaki sıcak su kaynakları	26
Çizelge 4.2: Kozaklı jeotermal alanında açılan kuyular	28

KISALTMALAR DİZİNİ

MTA : Maden Tetkik Arama

MWt : Mega Watt (ısısal güç)

MWe : Mega Watt (elektriksel güç)

MW : Mega Watt

kcal : Kilo Kalori

kWh : Kilo Watt Saat

TEP : Ton Eşdeğer Petrol

GW : Giga Watt

HES : Hidroelektrik Santrali

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

SSK : Sosyal Sigortalar Kurumu

GB : Güneybatı

KD : Kuzeydoğu

1. GİRİŞ

Nüfusun hızla artması ve gelişen sanayileşmeyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç hızla artmaktadır. Günümüzde enerjinin büyük bölümü fosil yakıtlardan ve nükleer enerjiden karşılanmaktadır. Petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtların yanmaları sonucu ortaya çıkan karbondioksit (CO₂), ormanların da azalmasıyla atmosferde diğer gazlarla birlikte oranı artmakta ve güneş ışınlarını engelleyerek sera etkisine sebep olmaktadır. Ayrıca fosil yakıtların sonsuz olmadığı ve çokta uzak olmayan bir zaman diliminde de tükeneceği bilinmektedir. Bu nedenle gerek iklim değişikliği, küresel ısınma ve benzeri sebeplerle, gerekse de tükenmeyen enerji kaynağına olan ihtiyaçtan dolayı, tüm dünya ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedirler. Güneş, rüzgâr, su, biokütle ve jeotermal enerjiden oluşan yenilenebilir enerjileri, kendi kendilerini yenileyebilen kaynaklar olarak adlandırmak mümkündür.

Türkiye, endüstri devrimi sonrasında birçok alanda gelişim göstermiştir. Jeotermal kaynaklarda bu gelişimlere paralel olarak gelişim göstermiştir. Maden Tetkik Arama (MTA) jeotermal kaynak arama faaliyetlerini 1962 yılında günümüze kadar getirmiştir. 2005 yılından sonra Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının öncülüğünde, MTA tarafından var olan kaynakların gelişimi ve yeni kaynak sahalarının aranması seferberliği sebebiyle, 2009 sonu itibari ile 71.750 m sondajlı arama sonlandırılarak, 1040 MWt ısı enerjisi ilave edilmiş, ülkemiz görünür ısı kapasitesi %38 arttırılmış, 173 adet olan keşfedilmiş jeotermal saha sayısı da sondajlı aramalarla 190 sahaya çıkarılmıştır (MTA, 2012).

Günümüze kadar yapılan araştırmalar, ülkemizde 280 alanda jeotermal faaliyetlerin olduğunu göstermektedir. Bunların arasında geliştirilmiş 25 civarı jeotermal alan hala doğrudan amaçlı olarak ya da elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır.

1970'li yıllardan sonra ülkemizde dâhil olmak üzere dünyada meydana gelen enerji ihtiyacı tüm ülkeleri, enerji ihtiyacını temin etmek için yeni arayışlar ve anlayışlar içerisine girmiştir. Konvansiyonel enerji kaynaklarının tükenme aşamasına gelmesi,

evre kirliliği, iklim değişikliği ve küresel ısınmanın da hissedilir seviyeye gelmiş olması, tüm ülkeleri yeni enerji kaynakları arayışlarına itmiştir. Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülke yeni ve sürdürülebilir enerji kaynakları konusunda önemli mesafeler kat etmişlerdir. Ülkemizin jeotermal enerji bakımında zengin ülkeler arasında yer almaktadır. 1962’den, günümüze MTA tarafından sürdürülen kapsamlı, sistemli ve programlı araştırmalar, sıcak su kaynaklarının envanter çalışmaları ile başlamıştır. İlerleyen yıllarda uygun sahalarda incelenen ayrıntılı ettllerle sıcaklığı 35° C üzerinde 170 adet jeotermal alanın varlığı ortaya konmuştur (Koçak, 2007).

Türkiye’de jeotermal kaynaklar, yeni tektonik hatlar ve volkanik kuşaklar sonrasında oluşan yaklaşık 650 kadar sıcak ve mineralli su kaynağı ve kaynak sahaları bulunmaktadır. Aynı zamanda bu gen tektonik olaylar grabenlerin oluşumuna sebep neden olmuştur. Jeotermal enerji potansiyelinin önemli bir kısmını gen tektonik hareketlerin faaliyete geçirdiği volkanizmanın yaygın olduğu Ege Bölgesinde bulunmaktadır.

Türkiye, jeotermal enerji için birer potansiyel oluşturan dünyadaki gen tektonik hatlar ve volkanizma kuşaklarından Alp-Himalaya kuşağına dhildir. Türkiye’nin neotektonik yerleri incelendiğinde, bunlardan en çok bilineni hiç kuşkusuz, yerbilimleri ve jeotermal enerji ile ilgili sayısız araştırmaların yapıldığı Batı Anadolu grabenlerinin olduğu bölgedir. Bu bölgede 15-20 milyon yıldan beri süren Ege’nin neotektonik evrimi içerisinde, tansiyon kuvvetlerinin etkisiyle Doğu - Batı yönlü grabenler ve ikincil normal faylar oluşmuş, bunun sonucunda da Kuzey - Güney yönünde en az % 30 yatay uzama göstermiştir (şengr, 1978. Aktaran: Canik ve diğ., 2000).

1.1. Çalışmanın nemi, Hedefi ve Kapsamı

İnsanoğlu var olduğu günden beri enerjiye ihtiyaç duymuştur. İlk başlarda ısınma amaçlı kullanılan enerji, 1840 sanayi devriminden sonra sanayide yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır. Sanayinin ihtiyaç duyduğu enerjide fosil yakıtlardan karşılanmıştır. 1974 yılındaki petrol krizinden sonra ülkeler enerjinin önemini anlamışlar ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamışlardır. Fosil yakıtların 50-200 yıl içerisinde tükenecek olması da bu yönelişte etken olmuştur.

Ayrıca fosil yakıtlarının havaya saldığı gazların atmosferde sera etkisi yaratarak iklim değişikliğine sebep olmaya başladığı Birleşmiş Milletlerin iklim değişikliğine yönelik 9 Mayıs 1992 tarihindeki İklim Değişikliğine Yönelik Çerçeve Sözleşmesi ile tescillenmiştir. Sera etkisi yaratan gazları azaltmak için Kyoto protokolü Japonya'nın Kyoto kentinde 11.12.1997'de düzenlenen bir zirvede oluşturulmuştur. Protokol ancak 2005 yılı Şubat ayında 55 ülkenin onay vermesi ile yürürlüğe girebilmiştir. Protokolü Türkiye 06.02.2009'da imzalamıştır. Bu anlaşma gereği sera gazı etkisi yaratan fosil yakıtlardan mümkün olduğunca vazgeçilerek, çevreye zararı olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarına ülkeler yönelmeye başlamışlardır. Alternatif enerji kaynaklarından olan jeotermal enerji; suyun sıcaklığına paralel olarak elektrik üretimi, ısıtma, sağlık turizmi, soğutma sanayisinde proses enerjisi, kimyasal madde eldesi ve ilgili yerlerde yalnız başına ya da entegre olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz bu bağlamda jeotermal zenginlik bakımından dünyada 7. ülke konumundadır. Bu çalışma ve aşağıda birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmaların amacı; jeotermal enerji hususuna dikkat çekmek ve Kozaklı jeotermal potansiyelinin genel, teorik ve kavramsal açıdan değerlendirmektir.

1.2. Konu Hakkında Daha Önceden Yapılan Çalışmalar

Yüksek sıcaklıktaki çok sayıda sıcaqsu kaynağının yer alması 1960'lı yıllardan beri dikkatleri yöre üzerine çekmiştir. Bu çerçevede MTA Genel Müdürlüğü tarafından da jeotermal potansiyelin ortaya konulmasına ve jeotermal akışkandan yararlanılmasına yönelik olarak araştırmalar yapılmış ve sondaj kuyuları açılmıştır. İlk çalışmalar, Lebrüchner (1953) tarafından yapılan 1/ 100.000 ölçekli jeolojik harita alımı ile başlamıştır.

Serruya (1963), Kozaklı Hamamorta alanında 1/ 25.000 ölçekli jeoloji haritası alımı çalışmalarını gerçekleştirerek, jeolojik istif, yapısal çizgiler üzerinde ayrıntılı olarak durmuştur. Bu kapsamda, 50'den fazla çıkış yerinde gözlediği sıcak su kaynaklarının sıcaklık ve debi ölçümleri ile bunların hidrojeokimyasal analizlerini de yaparak 90°C sıcaklıklı akışkanın 3.000 m derinliklerden yüzeylendiğini savunmuştur.

Tezcan (1963) tarafından Kozaklı Strüktürü ile ilgili gravite, rezistivite ve jeotermal gradyan etütlerine ilişkin olarak; gradyan profilleri, strüktür kesitleri, gradyan haritası ve temperatur profilleri, manyetik düşey bileşen haritası, Gravite Bouguer ve ikinci türev haritaları hazırlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, sıcak akışkan içeren

ana rezervuar kayanın Kozaklı İlçe Merkezi'nin altına isabet eden strüktür üzerinde ve ortalama 500 m derinlikte olabileceği görüşüne yer verilmiştir.

Niehoff (1965) yaptığı çalışma ile Kozaklı ve çevresinde 1/ 5.000 ve 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası alımlarının yanı sıra 1/1.000 ölçekli traverten teşekkülleri haritasını da hazırlamıştır. Yöre ile ilgili olarak jeolojik istifini belirlemiş, genç yapısal özellikler ve rezervuar kaya hakkında görüşler ortaya koyarak, potansiyel belirleme kapsamında ortalama 120 m derinlikli 12 adet sondaj kuyusu önermiştir.

Şamilgil (1965), daha önceki çalışmaların ışığında, ayrıntılı bir jeoloji etüdü gerçekleştirmiştir. Alanın ayrıntılı jeolojik istifinin, yapısal özelliklerinin, havza paleocoğrafyasının yer aldığı araştırmada; 3.000 m derinliğinde bir araştırma sondajı yapılması durumunda büyük bir olasılıkla buhar elde edilebileceği görüşüne yer verilmiştir.

Özbek (1975) Kozaklı Yöresi'nin jeolojik istifini, yapısal özellikleri ve hidrojeolojik nitelikleri hakkında görüşler ortaya koymuş, sahanın koruma alanları haritasını çizmiş ve koruma kurallarına ilişkin önerilerde bulunmuştur. Ayrıca yazar, 1.000 m'den daha derine sondaj kuyusu açılması halinde buhar bulma olanağının olabileceğini savunmuş ve 2.970 m derinlikli jeotermal enerji araştırma sondajı önermiştir.

Hamut ve diğerleri (1992) tarafından Sosyal Sigortalar Kurumu'na ait tesislere sıcak su sağlamak amacıyla 153 m derinlikli SSK-1 sıcak su sondaj kuyusu açıldığı ve kuyudan 93 °C sıcaklıklı ve 95 lt/sn debili akışkan üretimi sağlandığı belirtilmiştir.

Erişen ve diğerleri (1993), Orta Anadolu'nun en sıcak noktası olan Kozaklı Jeotermal Alanı'nın kent ve sera ısıtmacılığı ile endüstriyel kullanım açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca yazarlar, sahada ana üretim zonunun 500-600 m derinliklerdeki Kırşehir Masifi'nin ikincil permeabiliteli zonları (kristalize kireçtaşı, mermer, kuvarsit vb.) olabileceğini, beklenen rezervuar sıcaklığının ise $120 \pm 10^{\circ}\text{C}$ dolayında bulunabileceğini savunmuşlar, buna bağlı olarak derinlikleri 700 ± 100 m olacak üretim sondaj veya sondajlarına yönelik projelendirme çalışmalarının yapılmasını önermişlerdir.

Göçtü ve diğerleri (1995), jeofizik çalışmaların sonuçlarına dayanarak kaplıca çevresinde temel yükseliminin bulunduğunu, sahada magma sokulumunun göstergesi

olabilecek herhangi bir manyetik anomaliye ise rastlanmadığını belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca, elde edilen yeraltı verileri doğrultusunda, olası kırık hatlarını da dikkate alarak belirledikleri lokasyonda 600 m derinlikli bir sondajın yapılmasını savunmuşlardır.

Koçak (1997) doktora tezinde; Kozaklı Jeotermal Sistemi'nde sıcak akışkanın kimyasal karekteri, hidrojeokimyasal süreçler, rezervuar sıcaklığı, hidrotermal alterasyon, akışkan mineral dengesi ve ısı kaynağının derinliğine ilişkin araştırmalara yer vermiştir. Yazar, yöredeki rezervuar sıcaklığının 105°-125 °C dolayında olabileceğini belirlemiş ve bu rezervuara ulaşmak için 1.400 m derinlikli sondaj kuyusu açılmasını önermiştir.

Kara (1997) yaptığı çalışma ile, Paleozoyik yaşlı Kırşehir Masifi metamorfitlelerini ve bunları uyumsuzlukla örten Alt Eosen-Kuvaterner yaşlı sedimanter ve volkanik birimleri haritalamış ve formasyon adlamaları yapmıştır.

Özgür ve diğerleri (1997), Kozaklı Belediyesi adına kent ve sera ısıtmasına yönelik olarak sıcak su üretiminin sağlanması amacıyla açılan 205 m derinlikli K-1 sıcak su üretim sondaj kuyusundan 90 °C sıcaklıklı ve 4-11 lt/sn debili sıcak akışkan üretiminin sağlandığı belirtilmiştir.

1.3. Literatür Özeti

Çalışmanın literatür kısmından kısaca söz edecek olursak; yenilenebilir enerji kaynakları olan; güneş, jeotermal, hidroelektrik, rüzgar ve biyokütle olmak üzere beş alternatif enerji kaynağı incelenmiştir. Ayrıca Türkiye'deki mevcut jeotermal potansiyel ve jeotermal enerji üzerine vurgu yapılmıştır. Daha sonra Nevşehir Kozaklı mevcut jeotermal kapasitenin belirlenmesi ve Kozaklı jeotermal enerji sahası ile ilgili değerlendirme raporu yer almaktadır.

2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TÜRKİYE’DEKİ MEVCUT JEOTERMAL POTANSİYEL

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Ülkemizde ve dünyada artan nüfusla sebebiyle, ülke yönetimleri yeni enerji arayışları içerisine girmişlerdir. Ayrıca enerji ihtiyacının büyük bölümünü karşılayan fosil yakıtlar atmosfere karbondioksit (CO₂) salınımına sebep olarak diğer gazlarla birlikte güneş enerjisinin yansımını engellemekte ve sera etkisi yaratmaktadır. Fosil yakıtlarında ömrünün 50 ila 200 yıl olması, iklim değişikliği ve sera etkisi gibi nedenlerden dolayı ülkeler her yıl ortalama % 4 ila % 5 oranında enerji artışını karşılamak için yeni enerji kaynakları aramaya başlamışlardır. Hal böyle olunca insanların enerji gereksinimi için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeleri gerekmektedir.¹ Temel yenilenebilir enerji kaynaklarını; rüzgâr, güneş, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal olarak sıralanmaktadır. Çalışmanın sonraki kısımlarında bunlarla ilgili geniş bilgiler yer alacaktır.

2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türleri

Çalışmanın bu kısmında yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlerini, güneş, rüzgâr, biyokütle, hidrolik ve jeotermal olmak üzere beş başlık altında incelenecektir.

2.2.1. Güneş Enerjisi

Yenilenebilir kaynakların en önemlisi hiç kuşkusuz güneş enerjisidir. Güneş enerjisi nükleer enerji hariç bütün enerji kaynaklarının doğrudan veya dolaylı kaynağıdır. Güneş enerjisi güneşin bünyesinde hidrojenin helyuma dönüşümüyle ortaya çıkan enerjinin ışıınım şeklinde uzaya yayılmasıyla meydana gelir. Güneşin kütleindeki hidrojen miktarı ve hidrojenin helyuma dönüşüm hızı düşünüldüğünde, Güneş enerjisinin çok uzun yıllar süreceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle güneş enerjisi dünyamız için sonsuz diyebileceğimiz bir enerji kaynağıdır. Dünyamıza güneş ışınlarıyla

¹ <http://www.bilgiustam.com/yenilenebilir-enerji-ve-kaynaklari-nelerdir/>

birlikte 170 milyar MW güçte enerji gelmektedir. Bu ortalama olarak insanoğlunun bugün için kullandığı toplam enerjinin 15-16 bin katıdır. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin değerlendirilmesi amacıyla iki yol izlenmektedir. İlki ısıya dönüştürme, diğeri ise elektrik enerjisine çevirme. Güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürmede “toplaçlar”; doğrudan elektriğe dönüştürmek içinde “güneş hücreleri/güneş pilleri” kullanılmaktadır.² Türkiye’nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1: Türkiye'nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli (2012)

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm ² -ay) – (kWh/m ² -ay)		Güneşlenme Süresi
Ocak	4.45	51.75	103.0
Şubat	5.44	63.27	115.0
Mart	8.31	96.65	165.0
Nisan	10.51	122.23	197.0
Mayıs	13.23	153.86	273.0
Haziran	14.51	168.75	325.0
Temmuz	15.08	175.38	365.0
Ağustos	13.62	158.40	343.0
Eylül	10.60	123.28	280.0
Ekim	7.73	89.90	214.0
Kasım	5.23	60.82	157.0
Aralık	4.03	46.87	103.0

Ülkemizin ortalama olarak yıllık güneş ışınlamı 1303 kWh/m²yıl, ortalama yıllık güneşlenme süresi ise 2623 saattir. 9,8 milyon TEP (ton eşdeğer petrol) ısı uygulamaları olmak üzere yıllık 26,2 milyon TEP enerji potansiyeli mevcuttur. Türkiye yılda birim m²’sinden ortalama 1.100 kWh’lık güneş enerjisi üretebilir. Güneşten dünyaya saniyede yaklaşık 170 milyon MW enerji gelmektedir. Güneşten bir saniyede dünyaya gelen güneş enerjisi miktarı, Türkiye’nin yıllık enerji üretiminin 1700 katıdır.³

² <http://www.enerjiansiklopedisi.com/gunes-enerjisi-2/>

³ <http://www.gunessistemleri.com/potansiyel.php>

2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgar enerjisinin ana kaynağı güneştir. Güneş dünyamızın her tarafını eşit oranda ısıtmaz. Yeryüzü ve atmosferdeki ısı ve basınç farklarından dolayı rüzgarlar meydana gelir. Mevcut hava kütesinin ısınması durumunda ısınan hava kütesi yükselir ve meydana getirdiği boşluğu da daha soğuk olan hava kütesi doldurur. Bu hava kütlelerinin yer değiştirmeleri rüzgar denir. Rüzgâr enerjisi, rüzgârı meydana getiren hava akımına sahip ait olan kinetik enerjidir. Rüzgar enerjisi mekanik ya da elektrik enerjisine de dönüştürülebilir. İnsanoğlunun rüzgârdan ilk yararlanma şekilleri, yelkenli gemiler ve yel değirmenleridir. Günümüzde insanoğlu rüzgâr enerjisini en fazla elektrik üretmek için kullanmaktadır. Rüzgâr santralleri kısa bir zaman içerisinde devreye alınabilmekte ve kısa sürede de yerinden sökülebilirliği açısından pratiktir. Rüzgâr enerjisinden üretilen toplam güç 40.301 MW civarındadır. Dünya'da rüzgârdan enerji üretiminin %36,3'ü Almanya'da gerçekleştirilmektedir. Almanya toplam olarak 14.612 MW güç üretmektedir. Rüzgâr enerjisinden en fazla faydalanan ülkeleri sırasıyla; ABD, Almanya, İngiltere, Danimarka, Hindistan, Hollanda, İspanya, İtalya, Japonya ve Çin'dir. Diğer tüm ülkeler toplamda 3.756 MW'lık güç üretimiyle birlikte toplamda % 9,3 paya sahiptirler.⁴ Türkiye'de bulunan 90 adet Rüzgâr Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 3.629,69 MW'dır. 2014 yılında Rüzgâr Enerji Santralleri ile 8.366.804.300 kilovatsaat elektrik üretimi yapılmıştır.⁵ Türkiye'deki rüzgar enerji santrallerinin profili çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2: Türkiye rüzgâr enerji santralleri profili

Aktif santral sayısı	93
Kurulu güç	3.643 MW
Kurulu güce oranı	%5.29
Yıllık elektrik üretimi	~ 9.850,2 GW
Üretimin tüketime oranı	%3.863
Lisans durumu	90 lisanslı, 3 lisanssız
Şebeke bağlantısı	93 var, 0 yok

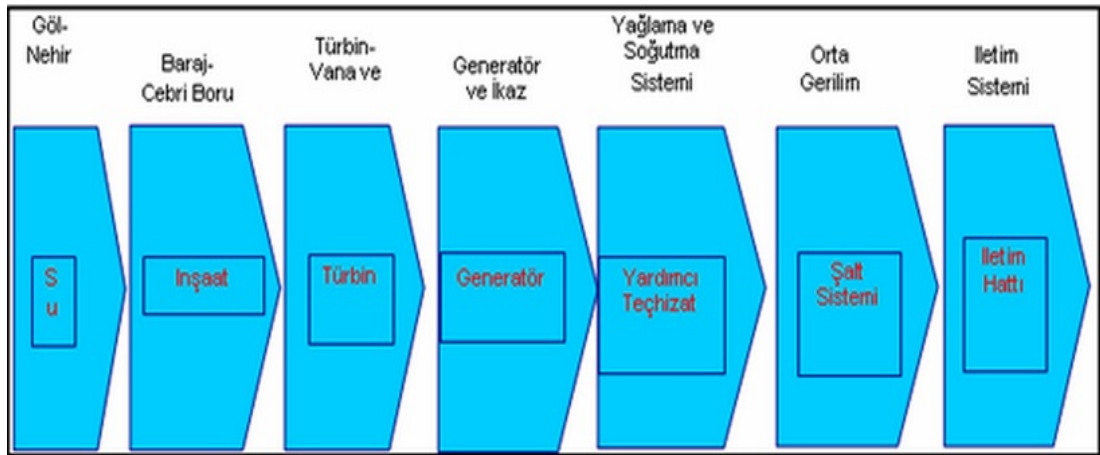
⁴ <http://www.koronaenerji.com.tr/?/ruzgar-enerjisi-nedir>

⁵ <http://www.enerjiatlasi.com/ruzgar/>

Rüzgâr enerjisinin yukarıda sayılan yararlarının yanı sıra gürültü, görsel ve estetik kirliliği, kuş ölümleri, 2-3 km’lik alan içerisinde radyo ve TV alıcılarında parazitlere sebebiyet vermesi gibi bir takım zararları da bulunmaktadır. Rüzgâr türbinlerinin ilk yapılan modelleri büyük ve yoğun bir gürültüye sahipken, şimdiki modern rüzgâr türbinleri oldukça sessizdirler. Kuş sığınakları, göç yolları ve kuşların toplu olarak yaşadıkları yerlere rüzgâr santrali kurulmamasına dikkat edilerek kuş ölümlerinin en aza indirilmesi söz konusudur (Dereli, 2001: 5). Bu bilgilerden de anlaşıldığı üzere, böyle büyük avantajlara sahip olan bir enerji kaynağı, potansiyel açıdan büyük öneme sahiptir ve ülkemizde de bu enerjiden faydalanılması, hiç kuşkusuz kaçınılmazdır.

2.2.3. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerjisi, suyun kütle ve akış hızından elde edilen bir enerjidir. Akarsu veya barajdaki su kütlesi kanal veya borulardan geçirilerek akış hızıyla veya düşüş hızıyla santralde bulunan türbinleri döndürmesi sağlanır. Türbinlerdeki mekanik enerji jeneratörler tarafından elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu sayede hidroelektrik enerjisi elde edilmiş olur. Örnek HES enerji üretim şeması şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Hidroelektrik enerji üretimi akış şeması

Hidroelektrikler (HES) diğer yenilenebilir enerji üretim tipleri ile karşılaştırıldığında, düşük maliyete, uzun ömrüne ve en yüksek verime tabidirler. Türkiye’nin diğer yenilenebilir enerji alternatiflerine karşılık, kaynak olarak suyu kullanan HES’lere,

gerekli önceliğin tanınması ekonomik ve stratejik bir yaklaşım olarak görülmektedir.⁶

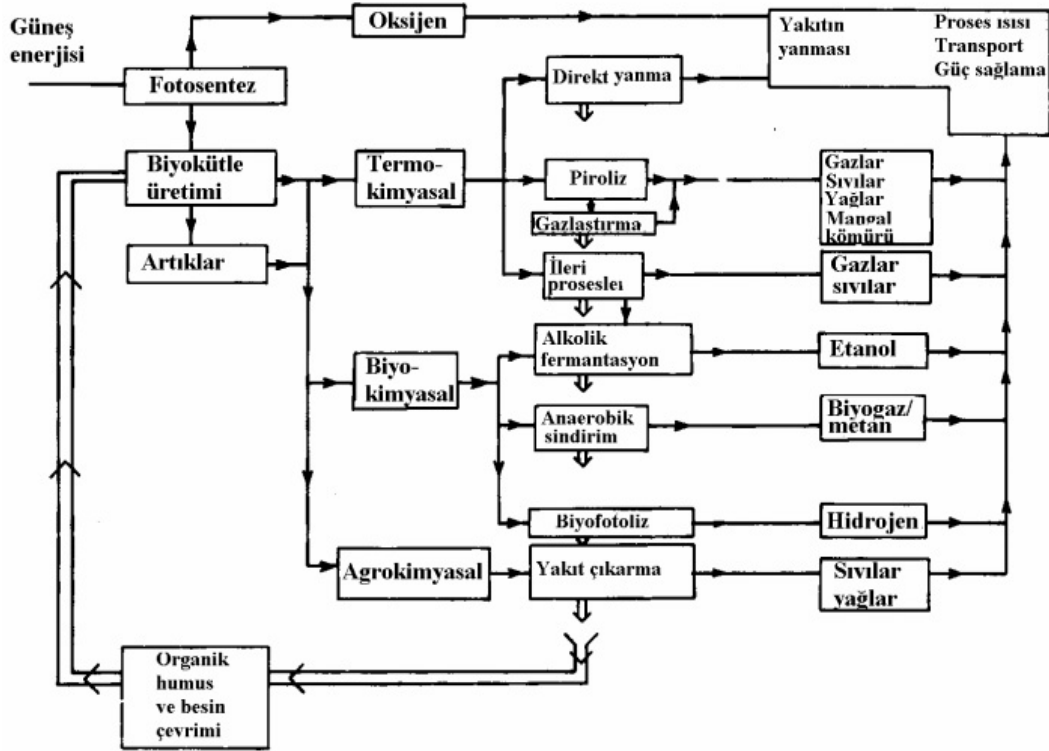
Ülkemizin 2012 yılı itibari ile toplam elektrik kurulu gücü 55.380 MW'a ulaşmıştır. Bu toplam içinde, termik yakıtlı santrallerin payı % 63 ve yenilenebilir yakıtlı santrallerin payı % 37'dir. 2012 yılı başından 31 Ağustos 2012 tarihine kadar geçen zaman içinde elde edilen elektrik enerji miktarı 163 TWh olup kaynaklar bazında dağılımında %70 termik ve % 30 yenilenebilir enerji kaynaklıdır. Türkiye'nin teorik olarak hidroelektrik potansiyeli dünya potansiyelinin %1'i, ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sıdır.⁷

2.2.4. Biyokütle Enerji

Ülkelerin artan nüfusları ve sanayileşmeyle birlikte enerji ihtiyaçları da artmıştır. Enerji ihtiyacını çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir şekilde karşılamanın en önemli yollarından biride biyokütle enerjisidir. Elektrik üretimi açısından biyokütle kaynaklarını; bitkisel kaynaklar, hayvansal atıklar, şehir ve endüstri atıkları biçiminde sınıflandırılır. Organik maddeleri içinde barındıran artıkların mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmesi hem doğanın temiz kalmasına yol açmakta, hem de temiz enerji üretimi temini açısından büyük önem taşımaktadır. Dünya genelinde enerji sarfiyatının yaklaşık olarak %15'i, gelişmekte olan ülkelerde de enerji sarfiyatının ortalama olarak %43'ü biyokütleden elde edilmektedir. Biyokütle kaynakları arasında yer alan odun, hayvan ve bitki artıkları ülkemizde özellikle kırsal kesimdeki konutlarda, ısıtma ve yemek pişirme aracı olarak kullanılmaktadır. Biyokütleden biyoyakıt üretim işlemine ait şema şekil 2.2'de gösterilmiştir.

⁶ http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx

⁷ <http://tarim.com.tr/Haber/18247/Turkiye-nin-Hidroelektrik-Potansiyeli.aspx>



Şekil 2.2: Biyokütleden biyoyakıt üretim işlemi

Biyokütle evlerdeki enerji sarfiyatının %40 oranını oluşturmaktadır. Biyokütle enerjiye az masrafla dönüştürülür, ekonomiktir, yenilenebilir kaynaklara dayalıdır ve doğadaki dengeyi bozmaz. Su, hava ve çevre kirliliğine yol açmaz.⁸

2.2.5. Jeotermal Enerji

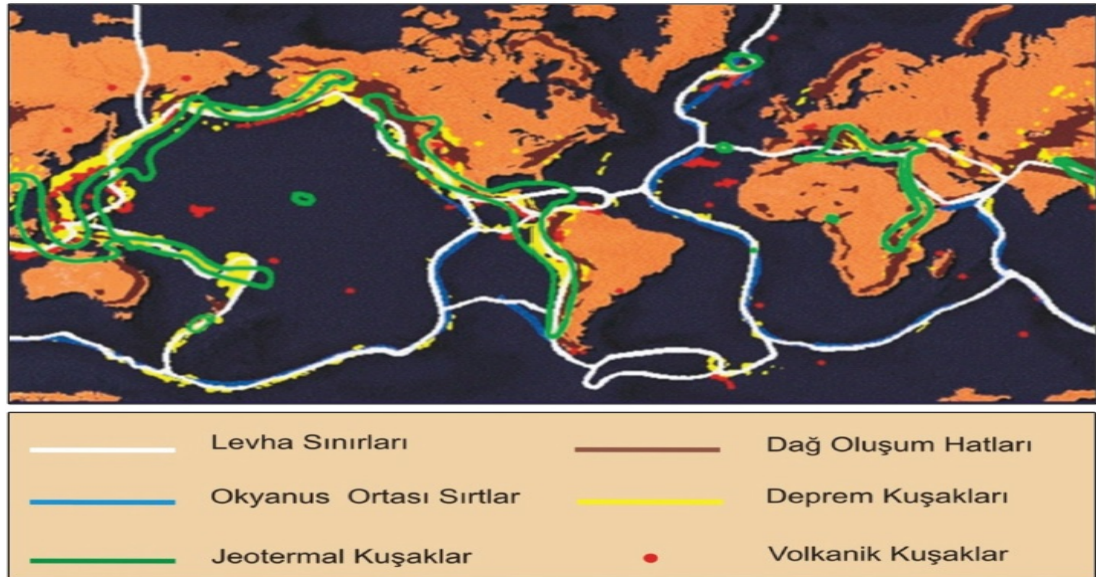
Çalışmanın sonraki kısımlarında jeotermal enerji kapsamlı olarak incelenecektir. Kısaca jeotermal enerji; yer kürenin içinde magmaya yakın olan bölgelerdeki sıcak sulardan ve buharlardan elde edilen bir enerji türüdür. Jeotermal rezervler genel olarak sıcak su ve buharın yer yüzüne çıkmasına kaya bloğunun mani olduğu alanlarda ortaya çıkar. Bazı zamanlarda yukarıya doğru çıkan sıcak su, zaman içerisinde mineral çökeltileri bırakarak yeryüzüne doğru giden yolları tıkar. Bu şekilde rezerv hasıl olur. Jeotermal rezervlerin büyük çoğunluğu volkanik faaliyetlerin olduğu yerlerdedir. Yeraltındaki sıcak su rezervleriyle, nadir olarak rastlanan buhar rezervleri, ısılarını, direkt veya endirekt biçimde yerkürenin merkezindeki magmadan alırlar. Magma da ısısını, yerkabuğundaki kayaların

⁸ http://eng.harran.edu.tr/~ccetiner/biyokutle_enerjisi_6.pdf

içindeki bulunan radyoaktif maddelerin bozulması sonucu sağlar. Dolayısıyla radyoaktif maddeler jeotermal rezervlerin temel ısı kaynaklarındandır.⁹

2.3. Türkiye'nin Mevcut Jeotermal Potansiyeli

Türkiye, Asya ve Avrupa'nın arasında jeolojik açıdan önemli bir konuma sahiptir. Ülkemiz tektonik olarak aktif durumda olan Alp-Himalaya Dağ Oluşum Kuşağı üzerinde bulunmaktadır (Şekil 2.3) Dağıstan (2011). Bu açıdan ülkemiz jeolojik olarak genç ve diri faylar ile volkanik ve magmatik oluşumları içerisinde barındırmaktadır. Bu yapılar Türkiye'de zengin jeotermal potansiyelin oluşumuna neden olmaktadır.



Şekil 2.3: Dünya'daki levha sınırları, tektonik hatlar ve jeotermal kuşaklar

Ülkemizin birçok yerinde ortalama 1000 civarında doğal çıkış biçiminde farklı sıcaklıklarda birçok jeotermal kaynak bulunmaktadır. Türkiye tektoniği-volkanik etkinliği ve sıcak su kaynaklarının dağılımı şekil 2.4'de gösterilmiştir.

⁹ http://www.turkcebilgi.com/jeotermal_enerji



Şekil 2.4: Türkiye tektoniği-volkanik etkinliği ve sıcak su kaynaklarının dağılımı

Kaynakların arama ve ortaya çıkarılma faaliyetleri, MTA Genel Müdürlüğünce 1962 yılında başlatıldıktan sonra günümüze kadar getirilmiş olup, 287,5 °C sıcaklığa kadar ulaşan yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynaklar bulunmuştur. 2012 yılı sonu itibariyle yaklaşık 301.750 m sondajlı arama yapılarak 225 adet jeotermal alan bulunmuştur (Dağıstan, 2011).

Ülkemiz jeotermal kaynak alanında Avrupa'nın birinci ülkesi konumundadır. Bu zenginliği kısaca bilimsel olarak "potansiyel", açığa çıkarılan tarafını ise "kapasite" olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'nin jeotermal ısı potansiyeli yaklaşık 31.500 MW termal olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde jeotermal enerji faaliyetleri MTA Genel Müdürlüğünce yaklaşık olarak 45 sene önce başlatılmış ve günümüze kadar yapılan çalışmalarla 190 adet jeotermal alanın varlığı keşfedilmiştir. Jeotermal kaynaklarımızın %94'ü düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral eldesi v.s.) için uygun olup, % 6'sı ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur. Isı enerjisinin yaklaşık % 30'u (İzmir, Gönen, Simav, Kırşehir, Kızılcahamam, Afyon merkez, Sandıklı, Kozaklı, Diyadin, Salihli, Edremit, Sarayköy, Bigadiç gibi yerleşim birimlerinin konut ve termal tesis ısıtmasında (yaklaşık 100.000 konut eşdeğeri), sera (yaklaşık 1000 dönüm) ve sağlık ve termal turizm (215 adet tesis) alanlarında kullanılmaktadır (MTA, 2012).

3. JEOTERMAL ENERJİ

3.1. Jeotermal Enerji

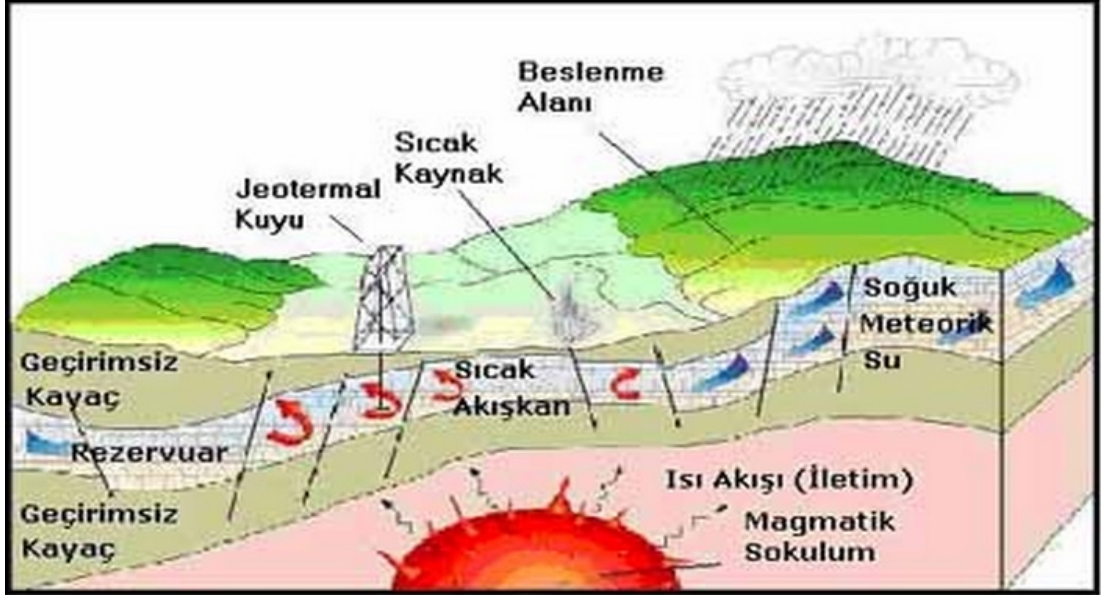
Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu'nun tanımına göre jeotermal kaynak, "Jeolojik yapıya bağlı olarak yer kabuğundaki ısının etkisiyle sıcaklığı devamlı olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üstünde olan, etrafındaki sulara oranla daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içeriği olan, doğal bir biçimde çıkan veya çıkarılan su, buhar ve gazlarla yer altına insan düzenlemeleri yardımıyla gönderilerek yer kabuğu veya kızgın kuru kayaların ısısıyla ısıtılarak su, buhar ve gazların temin edildiği yerleri ifade eder. Gene aynı kanunda işaret edildiği üzere; doğal mineralli su, yer kabuğunun bazı derinliklerinde, uygun jeolojik şartlarda doğal olarak meydana gelen bir ya da daha çok kaynaktan yeryüzüne doğal olarak çıkan ya da çıkartılan, mineral içeriği ve diğer bileşenleriyle tanımlanan; tedavi, şifa için kullanılan içmece suyu, şifalı su ve benzeri isimlerle anılan soğuk ve sıcak doğal suları ifade eder" (13.06.2007 tarih ve 26551 sayılı Resmi Gazete, Kanun No: 5686). Aynı zamanda Hidrotermal sistem olarak da tanınan bu sistemde, akışkan, kırıklar vasıtasıyla yer üstüne vararak termal kaynakları oluşturabileceği gibi sondajla da çıkartılabilir.

Yer kabuğunun belirli bir derinliklerinde biriken ısının meydana getirdiği ve sıcaklıkları atmosferik ısının üstünde olan sıcak su, buhar ve gazlar olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizdeki tüm kaynakların değerlendirilmesinin petrol eşdeğerinin 9 milyar dolar/yıl olduğu hesap edilmiştir.¹⁰ Yer altı sularının ısınmasıyla, elektrik ve barınacak yerlerin ısıtılması gibi farklı amaçlar için kullanılmaktadır (Aküst, 2007).

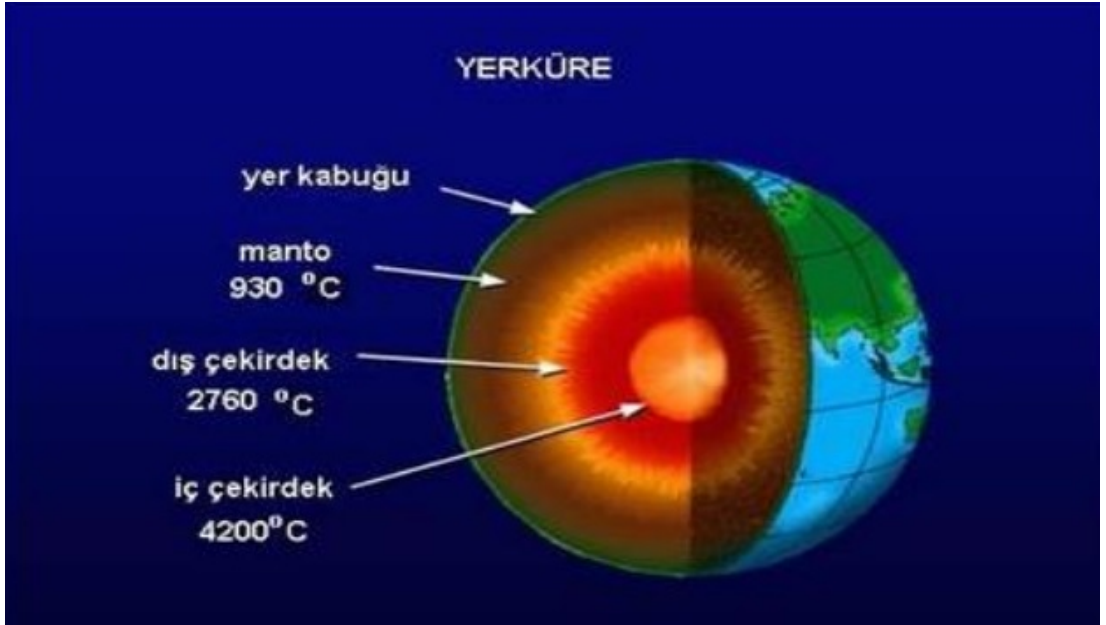
Jeotermal çalışmalar yapan bilim adamları, jeotermal ısının tam olarak nereden kaynaklandığı ve yeryüzüne yükselen buharın nasıl oluştuğu hakkında tam anlamıyla

¹⁰ <http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/3ElektrikBilgisi/unite03.pdf>

bir görüş birliğinde buluşamamışlardır. Jeotermal enerjideki ısının kaynağı ile ilgili en fazla görüş birliğine varılan olasılığın; dünya'nın derinliklerinde bulunan “magma” isimli erimiş kayaç kütlelerinden geldiği yönündedir. Jeotermalin şematik gösterimi şekil 3.1’de, yerkürenin sıcaklık dağılımı da şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Uygun jeotermal sistemin şematik gösterimi



Şekil 3.2: Yerküredeki sıcaklık dağılımı

3.2. Jeotermal Enerjinin Tarihçesi

Jeotermal'in ilk adımı İtalya'da 1827 yılında, doğal sıcak su kaynağı borik asit eldesinde kullanılmıştır. 1904 yılında G. Conti İtalya'da Larderello'da doğal buhardan ilk elektrik üretimini gerçekleştirmiştir. Aynı zamanda Larderello'da 1931 yılında ilk jeotermal enerji santrali kurulmuştur. Günümüzde Larderello'da 100'ün üzerinde yapılan sondajdan yılda yaklaşık olarak 26 milyon ton buhar elde edilip elektrik üretildiği tahmin edilmektedir. Daha sonra İzlanda'nın başkent Reykjavik'te 1930'da yılında kenti ısıtmak amacıyla doğal sıcak su kullanılmaya başlanmıştır. Genel olarak jeotermal enerjinin tarihçesine bakıldığında; 20. yüzyılın ortalarından sonra gittikçe yaygınlaştığı görülmektedir. 1949'da Yeni Zelanda'da Wairakei alanında, 1960 yılında Amerika'da, 1961 yılında Meksika'da, 1966 yılında Japonya'da ve 1975 yılında da İzlanda'da jeotermal enerji elektrik üretiminde kullanılmıştır (Canik ve diğ., 2000: 3).

Yıl ve yapılan yer olmak üzere jeotermal enerjinin tarihçesi kısa başlıklar halinde aşağıda gösterilmektedir:

- 1958: Flash metoduyla Yeni Zelanda'da jeotermal elektrik üretimine başlanmıştır.
- 1960: ABD'nin Kaliforniya eyaletinde, The Geysers jeotermal sahasında ticari elektrik üretilmesi amacıyla ilk kez kuru buhar kullanılmıştır.
- 1963: Ülkemizde ilk jeotermal sondaj kuyusu, İzmir'in Balçova ilçesinde kullanıma açılmıştır.
- 1966: Japonya'da ilk jeotermal elektrik santrali kurulmuştur.
- 1968: Denizli Kızıldere'de, jeotermal sahanın keşfedilmesiyle birlikte elektrik üretmek amacıyla ilk jeotermal kuyunun inşaatına başlanmıştır.
- 1969: İkincil çevrim jeotermal teknolojiler ABD'nin Kaliforniya eyaletinde başarılı bir şekilde uygulanmıştır.
- 1969: Fransa'da büyük jeotermal ısıtma projeleri başlatılmıştır.
- 1970: Çin'de ilk defa elektrik üretimi amacıyla jeotermal akışkandan yararlanılmıştır.
- 1975: Kaliforniya'da The Geysers jeotermal alanındaki kaynaklardan 500 MWe'lık elektrik üretimi kapasitesine ulaşıldı.
- 1978: ABD'nin Nevada eyaletinde ilk jeotermal gıda kurutma tesisi kurulmuştur.

- 1978: ABD'nin New Mexico eyaletinde kızgın kuru kayada jeotermal rezervuar oluşturulup test edilmeye başlanmıştır.
- 1979: Endonezya ilk jeotermal elektrik üretimini gerçekleştirmiştir.
- 1980: ABD birçok batı eyaletinde yeni jeotermal elektrik santralleri kurulmuştur.
- 1981: ABD'nin Hawaii eyaletinin Puna bölgesinde yapılan jeotermal tesisler faaliyete geçmiştir.
- 1982: Türkiye'de Aydın'ın Germencik ilçesinde, jeotermal kaynak alanı bulunmuştur.
- 1983: Türkiye'de kuyu içi eşanjörlü ilk jeotermal ısıtma sistemi İzmir'in Balçova ilçesinde kurulmuştur.
- 1984: Türkiye'de ilk ve Avrupa'da da İtalya'dan sonra ikinci jeotermal enerji santrali (20.4 MW_e kapasiteli) Denizli Kızıldere'de hizmete açılmıştır.
- 1984: ABD'nin Oregon eyaletinde mantar yetiştiriciliği alanında jeotermal enerjiden yararlanılmıştır.
- 1985: Dünya genelinde jeotermal elektrik santralleri yaklaşık olarak 2.000 MW'lık elektrik üretim kapasitesine ulaşmıştır.
- 1987: ABD'nin Nevada eyaletinde jeotermal akışkan altın madenciliği alanında kullanılmıştır.
- 1987: Türkiye'nin ilk jeotermal merkezi ısıtma sistemi Balıkesir Gönen'de hizmete açılmıştır.
- 1990: ABD'de jeotermal elektrik üretimi kurulu kapasitesi 3.000 MW_e'e yükselmiştir.
- 1992: Dünya'da 21 ülkede jeotermal elektrik üretimi toplam olarak 6.000 MW_e'e ulaşmıştır.
- 1996: Türkiye'de 15.000 konut ana kapasiteli İzmir'in Balçova ilçesinde merkezi ısıtma sistemi devreye sokulmuştur.
- 2000: Dünya genelinde jeotermal enerjiden yaklaşık olarak 8000 MW_e jeotermal elektrik üretimi ve 17.000 MW_t dolaylarında jeotermal kaynakların doğrudan kullanımı gerçekleştirilmiştir.
- 2001: Türkiye'nin jeotermal kurulu ısıtma kuvveti 493 MW_t'e ulaşmıştır. Türkiye bu şekilde jeotermalin elektrik dışı faaliyetlerde dünyanın en büyük 5. ülkesi konumuna gelmiştir.

- 2009: Türkiye'nin en büyük jeotermal santrali olan (47,4 MW_e) Aydın-Germencik Jeotermal Enerji Santrali'nin devreye alımı gerçekleştirilmiştir.¹¹

3.3. Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Alanları

“Yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynakların (>150 °C) en önemli kullanım alanı elektrik üretimidir. Düşük sıcaklıklı ve orta sıcaklıklı jeotermal kaynaklar (<150 °C) çok farklı kullanım sahalarına sahiptir. Klasik Lindal diyagramı farklı sıcaklıklara bağlı olarak jeotermal kaynağın kullanılabilir alanlarını göstermektedir. Bu diyagrama son zamanlarda 85°C'nin üzerindeki jeotermal kaynakların binary cycle santrallerinde elektrik üretiminde kullanılması da eklenebilir. 20°C'nin altındaki jeotermal kaynaklardan ise ısı pompaları ile ısıtma ve soğutmada faydalanılmaktadır”¹²

Yeryüzüne çıkan jeotermal akışkandan İtalya, Amerika, Japonya, Filipinler ve Meksika borikasit, amonyum bikarbonat, ağır su (döteryum oksit), amonyum sülfat, potasyum klorür gibi kimyasal maddeler elde etmektedirler.¹³ Jeotermal akışkan sıcaklık dereceleri ve kullanım alanları aşağıda verilmektedir:

- 180°C Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonun buharlaşması, Amonyum absorpsiyonu ile soğutma,
- 170°C Hidrojen sülfat yolu ile ağırsu eldesi, diatomitlerin kurutulması,
- 160°C Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması,
- 150°C Bayer's yolu ile alüminyum eldesi,
- 140°C Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (Konservecilikte),
- 130°C Şeker endüstrisi, tuz eldesi,
- 120°C Temiz su eldesi, tuzluluk oranının arttırılması,
- 110°C Çimento kurutulması,
- 100°C Organik madde kurutma (Yosun, et, sebze vb.), yün yıkama,

¹¹ http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal_enerji

¹² http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/20ad4d76fe97759_ek.pdf

¹³ http://eng.harran.edu.tr/~ccetiner/jeotermal_enerji_5.pdf

- 90°C Balık kurutma,
- 80°C Ev ve sera ısıtma,
- 70°C Soğutma,
- 60°C Kümes ve ahır ısıtma,
- 50°C Mantar yetiştirme, Balneolojik banyolar (Kaplıca Tedavisi),
- 40°C Toprak ısıtma, kent ısıtması (Alt sınır) sağlık tesisleri,
- 30°C Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma, sağlık tesisleri,
- 20°C Balık çiftlikleri.¹⁴

3.4. Jeotermal Enerji Kaynakları

Genelde tektonik levha sınırları olarak tanınan, depremlerin sıklığı ve şiddetli olması ya da volkanik faaliyetler olan bölgelerde, yer kabuğunun bu bölgelerinde oluşan genellikle jeotermal enerji bakımından zengin olan bölgelerdir. Jeotermal enerji kaynaklarını aşağıdaki gibi sınıflandırılması mümkündür. (Türker ve Yıldız, 2008: 104).

a) Normal ısı gradyanlı alanlar: Jeotermal bakımdan yüksek ısı akısı gösteren sahaların dışında kalan yerlerdir. Bu yerlerde ortalama olarak her 100 metrelik mesafelerde sıcaklık 2.5 °C artmaktadır. 150 °C'lik bir sıcaklık elde edilmek isteniyorsa, ortalama olarak 5000 metre derinliğinde bir kuyunun kazılması gerekmektedir. Yapılacak bu uygulamanın maliyetinin yüksek olmasından dolayı bu alanlar günümüzde tercih edilmemektedir.

b) Radyojenik alanlar: Bu tür alanlar, kayaların içinde bulunan radyoaktif elementlerin bozulmasından sonra meydana gelen ısıнын, sıcaklıkları normal ısı gradyanının üzerinde olan alanlardır. Genel olarak granit türü kaya katmanlarında toplanan bu enerji, granit katmanlarının su geçirgenliğinin az olmasından dolayı doğal olarak suya aktarılma ihtimali çok düşüktür.

¹⁴ http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/jeo_kullanim_alanlari.aspx

c) Yüksek ısı akışlı bölgeler: Yeryüzüne yer altından gelen ısı transferi, iletim mekanizmasıyla olmaktadır. Dünyanın bazı yerlerinde yerkabuğunun ısıl geçirgenlik katsayısı düşük seviyede olabilmektedir. Bu yüksek ısı akışı ile bir arada bulunuyorsa sıcaklıklar normal gradyanın üzerindedir. Örnek olarak Macaristan'da ısı değişimi 40-75 °C/km civarlarındadır. Normal gradyanın yaklaşık olarak üç misli civarında olan bu değer, bu tip yüksek ısı akışlarının oluşmasının nedeni bu bölgelerde yer kabuğunun göreceli olarak ince olması ya da kabuğun içine sıkışmış yüzeye yakın bir magma katmanının olmasından kaynaklanmaktadır.

d) Basınç altındaki jeotermal alanlar: Bazı sedimenter kaya oluşumlarının arasında sıkışmış fosil su kaynakları bulunabilir. Eğer basınç gradyanı metre başına 10.5 kPa değerinin üzerindeyse bu tür alanlara basınç altında jeotermal alanlar adı verilir. Bu tür alanların çekici tarafı genelde basınç, sıcaklık ve metan kaynakları olarak üç enerji kaynağının kullanılmasını sağlayacak bir ortam oluşturmaktadır.

e) Nokta ısı kaynakları: Bu tip ısı kaynakları en basit şekilde kullanılabilen jeotermal enerji kaynakları olmaktadır. Termal kaynak, yerin içinde oldukça yüksekte olan bir magma bölgesi veya çatlaklar boyunca yükselmiş bir magma (ergimiş bazalt) tabakasıdır. Genel olarak yerin 7-15 km altında bulunmaktadır. Bu magmadan direk olarak enerji temini için çalışmalar varsa da eğer çatlaklardan sızan su sızıntıları magmaya yakın bir bölgede gözenekli kayalar içerisinde bir su rezervuarı oluşturabiliyorsa, su buharı enerji elde edilebilmesi için daha elverişli bir kaynak oluşturur.¹⁵

3.5. Jeotermal Enerji Kaynaklarının Enerji Kaynakları İçerisindeki Potansiyeli

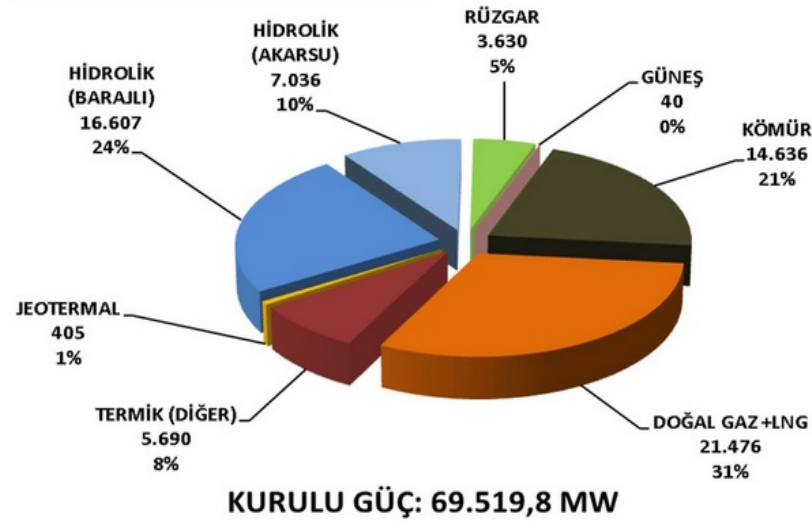
Ülkemizde jeotermal elektrik santralleri kurulmasına elverişli yüksek entalpili alanlar çok fazla sayıda değildir. Ülkemizde toplam olarak çalışan 15 tane jeotermal enerji santrali bulunmaktadır.

Santrallerin kurulu olduğu iller ve santral sayıları şöyledir: Aydın (10), Denizli(3), Manisa(1), Çanakkale (1).

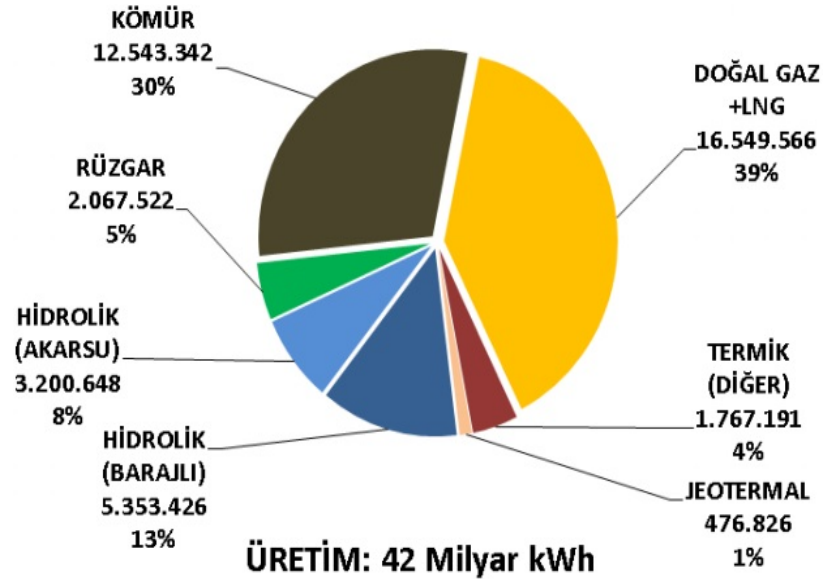
¹⁵ <http://www.notdenizi.com/jeotermal-enerjisinin-kullanim-alanlari-1889/>

Ayrıca; Aydın'da 4, Manisa'da 2, Denizli'de 1 adet jeotermal santral kurma çalışmaları devam etmektedir. 450 MW Kurulu gücündeki santraller Türkiye toplam kurulu gücünün %0,59'unu oluşturmaktadır.

Çalışmanın bu kısmında kaynaklara göre, Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü (Şekil 3.3) ve Türkiye'de şubat 2015 tarihi itibarıyla kaynaklara göre elektrik üretimi (Şekil 3.4)'de yer almaktadır.



Şekil 3.3: Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü)



Şekil 3.4: Türkiye'de kaynaklara göre elektrik üretimi

3.6. Jeotermal Enerjinin Diğer Enerji Kaynaklarına Göre Üstün Tarafları

Yerli enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerjinin, ülkemizin artan nüfusu ve içinde bulunduğu enerji gereksinimi göz önüne alındığında, enerji gereksiniminin karşılanması, petrole olan bağımlılığın azaltılmasıyla birlikte ülkedeki dövizin dışarı gitmemesi jeotermal enerjinin diğer fosil enerji kaynaklarına göre en büyük avantajlarında birisidir. Jeotermal enerjinin diğer kaynaklara göre üstün yanlarını aşağıdaki gibi kısa başlıklar halinde gösterilmektedir (MTA, 2012):

- Jeotermal enerji güneş, hidrolik, rüzgâr ve biyokütle gibi enerji kaynakları tükenmez enerji kaynaklarıdır. Bu bakımdan tükenbilir kaynaklar olan petrol, kömür, doğalgaz, nükleer enerji kaynaklarına kıyasla uzun ömürlü ve yenilenebilen bir kaynaktır.
- Fosil ya da nükleer kaynaklı enerji üretimlerine oranla, çok daha az ve genellikle kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalan bir çevre sorunlarına neden olabilir.
- Arama sondajları aynı zamanda üretim sondajlı olabildiğinden uygulamaya geçiş süreci kısadır.
- Jeotermal santrallerin yapımı, diğer santrallerin yapım süresine kıyasla daha kısa sürede yapılmaktadır. Bu süre ortalama olarak üç yıl civarındadır.
- Jeotermal enerjide özellikle elektrik dışı uygulamalarda yerli teknolojiyi kolaylıkla geliştirilebilir ve geliştirilmektedir.

Yukarıdakilere ek olarak; ucuz, ekonomik ve temiz enerji temin eden jeotermal kaynakların, özellikle devreye alınması bu yörelere ve ülkemize büyük bir ekonomik ve sosyal katkı sağlayacaktır (MTA, 2012).

3.7. Türkiye'de Jeotermal Enerji Santralleri

Ülkemizde elektrik üreten jeotermal enerji santralleri; santral adı, santralin bulunduğu il, firma ve kurulu güç olarak (Çizelge 3.1)'de gösterilmektedir (MTA 2012).

Çizelge 3.1: Türkiye’de elektrik üreten jeotermal enerji santralleri

	Santral adı	İl	Firma	Kurulu güç
1	Kızıldere 2 JES	Denizli	Zorlu enerji	80 MW
2	Germencik JES	Aydın	Güriş Holding	47 MW
3	Pamukören JES	Aydın	Çelikler Enerji	45 MW (61.72 MW)
4	İrem ve Sinem JES	Aydın	Kipaş Hol. En. Grubu	44 MW
5	Dora 3 JES	Aydın	MB Holding	34 MW
6	Türkerler Alaşehir JES	Manisa	Türkerler Holding	24 MW
7	Deniz JES	Aydın	Kipaş Hol. En. Grubu	24 MW
8	Kerem JES	Aydın	Kipaş Hol. En. Grubu	24 MW
9	Efe JES	Aydın	Güriş Holding	23 MW (162.3 MW)
10	Kızıldere (Zorlu) JES	Denizli	Zorlu Enerji	15 MW
11	Gümüşköy JES	Aydın	BM Hol. En. Grubu	13 MW
12	Dora 2 JES	Aydın	MB Holding	9,50 MW
13	Dora 1 JES	Aydın	MB Holding	7,95 MW
14	Tuzla JES	Çanakkale	Enda Enerji	7,50 MW
15	Kızıldere JES	Denizli	Bereket Enerji	6,85 MW

Ülkemizde bulunan 15 adet Jeotermal Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 404,92 MW'dır. 2014 yılında Jeotermal Enerji Santralleri sayesinde 2.251.794 kilovat saat elektrik elde edilmiştir. Ülkemizdeki jeotermal enerji santralleri profili çizelge 3.2’de gösterilmektedir (MTA ,2012)

Çizelge 3.2: Türkiye jeotermal enerji santralleri profili

Aktif santral sayısı	15
Kurulu güç	405 MW
Kurulu güce oranı	%0.59
Yıllık elektrik üretimi	~ 1.518,6 GW
Üretimin tüketime oranı	%0.596
Şebeke bağlantısı	15 var, 0 yok

Yapım aşamasında olan jeotermal enerji santralleri; santral adı, santralin bulunduğu il, firma ve kurulu güç olarak çizelge 3.3’de gösterilmektedir (MTA,2012)

Çizelge 3.3: Yapım aşamasındaki jeotermal enerji santralleri

	Santral adı	İl	Firma	Kurulu güç
1	Alaşehir Jeotermal Enerji Santrali	Manisa	Zorlu enerji	45 MW
2	Ken Kipaş Jeotermal Enerji Santrali	Aydın	Kipaş Holding Enerji Grubu	24 MW
3	Dora 4 Jeotermal Santrali	Aydın	MB Holding	17 MW
4	Sanko Jeotermal Enerji Santrali- JES	Manisa	Sanko Enerji	15 MW
5	Karkey Umurlu Jeotermal Enerji Santrali	Aydın	Karadeniz Enerji	12 MW
6	Sultanhisar Jeotermal Elektrik Üretim Tesisi	Aydın	Çelikler Enerji	9,9 MW
7	Tosunlar Jeotermal Enerji Santrali	Denizli	Akça Enerji	4 MW

4. KOZAKLI (NEVŞEHİR) SAHASININ MEVCUT JEOTERMAL POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

4.1. Mevcut Açılan Kuyuların Belirlenmesi

Nevşehir iline bağlı Kozaklı ilçesinin jeotermal alanı, Orta Anadolu'daki en sıcak jeotermal alan olma özelliğine sahiptir. Bu sıcak yerin, Nevşehir-Kayseri- Kırşehir-Yozgat dörtgeninin tam ortasında bulunması ve Doğu Anadolu Bölgesi ile bağlantısı bulunan Ankara-Sivas demiryolunun güneyinde yer almaktadır. Kozaklı ilçe merkezinde faaliyetini devam ettirmesi nedeniyle örtü altı tarım, sanayi ısıtmacılığı ve şehir ısıtmacılığı bakımından önem teşkil eden bir noktadadır. Söz konusu bu bölgenin sıcaklığı en yüksek (96 °C) olmaktadır. 1963'dan bu yana belirli aralıklarla çalışmaların devam ettirildiği Kozaklı jeotermal alanında 1992 yılı proje çalışmalarının kapsamında bazı yeni bilgiler elde edilmiş ve jeotermal model seçenekleri ortaya konmuştur. Kozaklı jeotermal alanda açılan bütün kuyuların derinlik seviyeleri 60-215 mt civarında olup rezervuarları Eosen yaşlı Çevirme formasyonuna ait fosilli kireçtaşı birimi ve kırık zonlarıdır. Kuyuların debileri 1.5-95 l/s ve sıcaklıkları 45 -96 °C arasındadır (Dağıstan ve diğ., 2009).Kozaklı jeotermal sahasından bir görünüş şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1: Kozaklı jeotermal sahasından genel görünüş

Kozaklı'daki jeotermal sahada, eskiden beri pek çok sıcak su kaynağının varlığı bilinmekle beraber, şu an herhangi bir kaynak bulunmamaktadır. Kozaklı sahasında 1974 yılında hazırlanmış olan etütlerde, sahadaki akarsular olan Eşe deresi ve Bağlıca deresinin kesiştiği yerde, gruplar halinde toplanmış, sıcaklıkları 42 - 92°C arasında değişen ve toplam debileri yaklaşık olarak 94,2 l/s olarak hesaplanmış ortalama 100 adet sıcak su kaynağından bahsedilmektedir. Kozaklı jeotermal sahasında son olarak 1992 yılında yapılmış olan etütlerde, yapılan sondajlar neticesinde belediye hamamındaki kaynakların haricindeki tüm kaynakların tamamen kuruduğu tespit edilmiştir (Erişen ve Özgür, 1999).

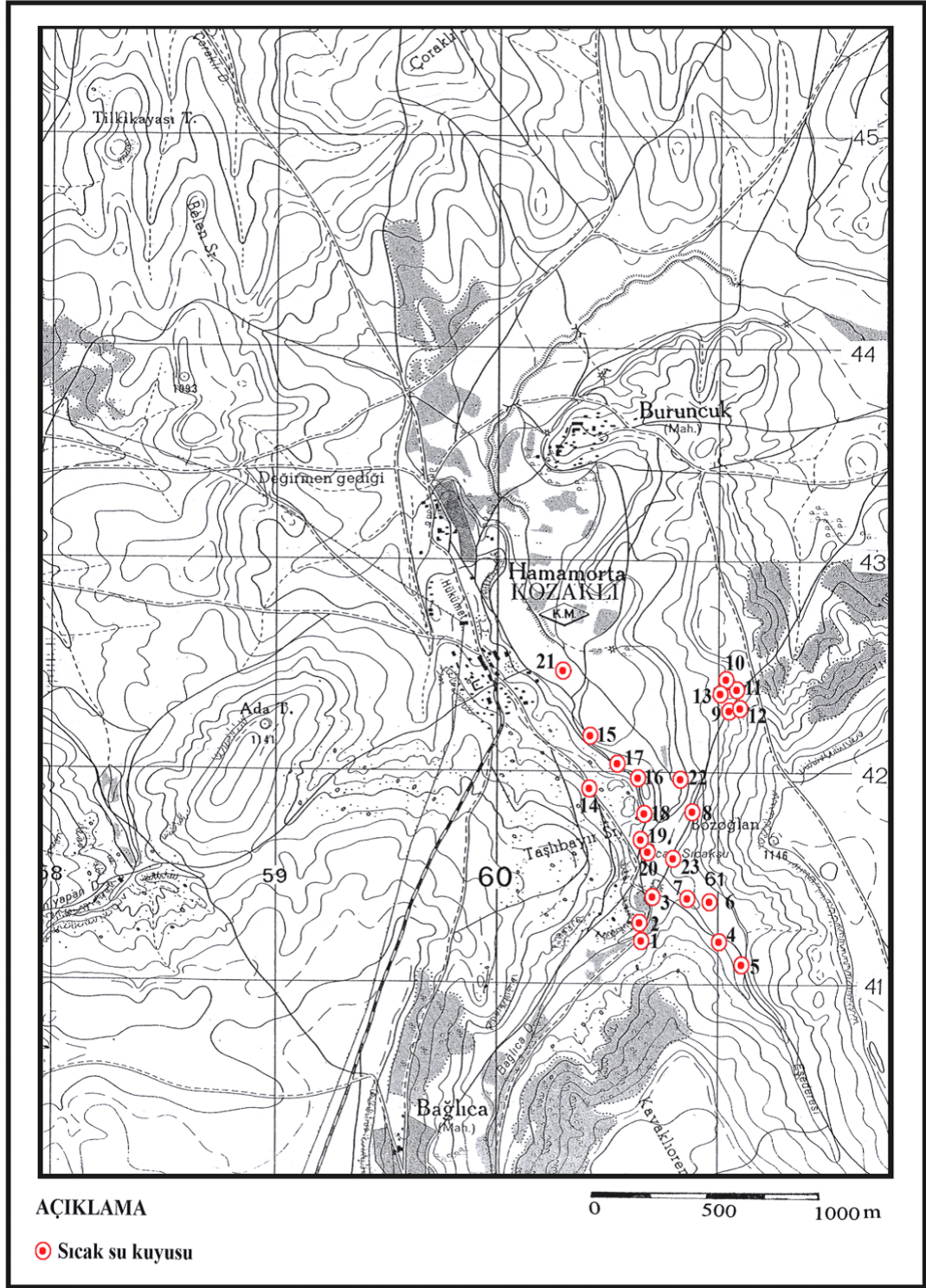
Kozaklı jeotermal alanında değişik yıllarda yapılmış çalışmalar sırasında tespit edilen kaynaklardan bazıları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. (Erişen ve Özgür, 1999 ve Erzenoğlu,1995)

Çizelge 4.1: Kozaklı jeotermal alanındaki sıcak su kaynakları.

Kaynak Adı	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Ölçüm Tarihi	Pafta Adı (1/25 000)
I Nolu kaynak	51	-	1974	J33 c1
Camız pişiren kaynağı	89	-	1974	J33 c1
Uyuz hamamı kaynağı	35	-	1974	J33 c1
Özel İdare hamamı kaynağı	45	-	1974	J33 c1
Kozaklı SSK kaynağı	84	0,1	1991	J33 c1
Kozaklı sıcak su kaynağı	93	-	1992	J33 c1

Kozaklı jeotermal MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1965 yılında on iki ve 1967 yılında üç adet olmak üzere toplam on beş adet gradyan sondajı yapılmış, bu kuyulardan üç tanesinde (G-2, G-5 ve G-6) sıcak su üretimi olmuştur. Sahada daha sonra yine MTA Genel Müdürlüğü tarafından üç adet sıcak su kuyusu (SSK-1, K-1 ve K-3) açılmıştır (Durgun, 1998; Hamut ve diğ., 1992 ve Özgür ve diğ., 1997).

Özel İdare Müdürlüğü tarafından üç ve özel şahıslarca yirmi adet olmak üzere toplam yirmi üç adet sıcak su kuyusunun değişik tarihlerde açtırıldığı belirlenmiştir (Özkan ve Koçak, 2006) (Şekil 4.2) (Çizelge 4.2).

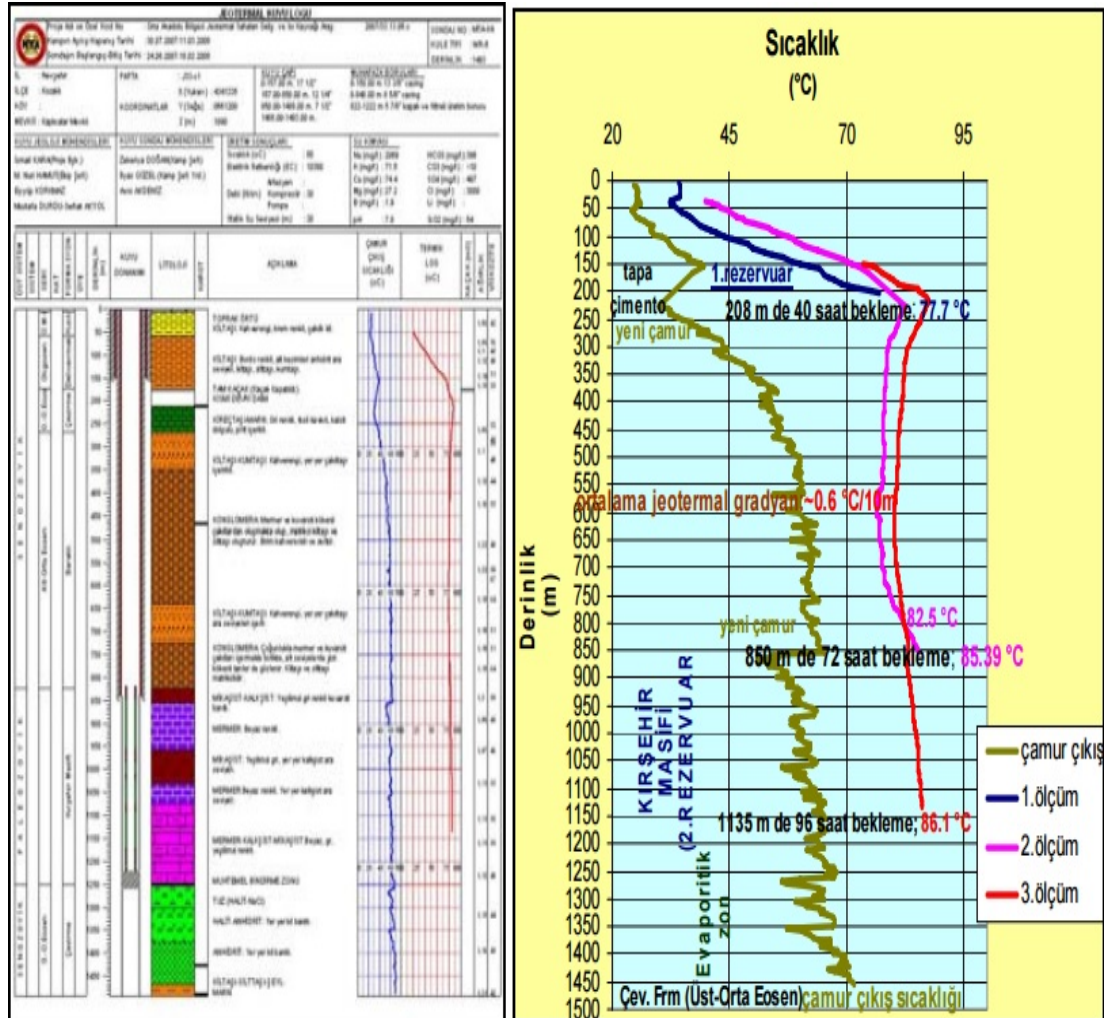


Şekil 4.2: Kozaklı jeotermal alanındaki sıcak su kuyularının yerleri

Çizelge 4.1 Kozaklı jeotermal alanında açılan kuyular.

Kuyu Adı	Tarih	Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)	Debi (l/s)	Kuyunun Kim Tarafından Açıldığı
Vural Termal	-	83	84.4	5.4	Vural Termal
Rosa Resort	2002	120	85	11	Rosa Resort
Güneş Termal	-	70	89	-	Güneş Termal
Gündüz Termal	2003	132	94	-	Güneş Termal
Hacıveli Termal	-	160	93-96	-	Hacıveli termal
Çiftçiler Termal	-	127	88	-	Çiftçiler Termal
Altınsu Termal	1999	110	96	3.5	Altınsu Termal
Yapısel Termal	1991	117	93	40	Yapısel Termal
Konak Termal	-	193	93	5	Konak Termal
Termalya Termal1	1998	60	65	2-3	Termalya Termal
Termalya Termal 2	1998	70	70	3	Termalya Termal
Termalya Termal 3	2001	80	45	1,5	Termalya Termal
Termalya Termal 4	2001	195	93	3,5	Termalya Termal
Kozaklı Termal	2005	150	96	-	Yükselen İnşaat
Terzioğlu Termal	2005	100	94	-	Terzioğlu Termal
SSK-1	1992	154	93	95	SSK adına MTA
K-1	1997	205	90	11	
K-3	1998	200	93	82	MTA
Öz-İdare 1	2004	120	93	5	Özel İd. Müd.
Öz-İdare 2	2004	110	92	15	
Şehir Hamamı 1	-	18*	65	5	
Hasan Güneş (Sera)	-	132	93-95	5	Hasan Güneş
Öz-İdare 3	2002	215	96	8-10	
G-2	1965	101	83	20	MTA
G-5	1965	70	85	21	MTA
G-6	1965	94	91	18	MTA
K-4	2007	1090	80	30	MTA

Kozaklı jeotermal alanında MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1965 yılında on iki ve 1967 yılında üç adet olmak üzere toplam on beş adet gradyan sondajı yapılmış, bu kuyulardan üç tanesinde (G-2, G-5 ve G-6) sıcak su üretimi olmuştur. Sahada daha sonra yine MTA Genel Müdürlüğü tarafından üç adet sıcak su kuyusu (SSK-1, K-1 ve K-3) açılmıştır. Kozaklı jeotermal sahasında, Özel İdare Müdürlüğünce üç, özel şahıslar tarafından 20 adet olmak üzere toplam 23 tane sıcak su kuyusunun farklı tarihlerde açtırıldığı belirlenmiştir. Kozaklı jeotermal sahasında, daha derinlerde bulunan jeotermal potansiyelin ortaya çıkarılması amacıyla MTA Genel Müdürlüğünce, 2007 yılında MTA-K4 jeotermal araştırma sondajı yapılmıştır. Kozaklı MTA-K4 jeotermal sondajı litoloji logu ve sıcaklık dağılımı Şekil 4.3’de verilmiştir (Dağıstan ve diğ., 2009)



Şekil 4.3: Kozaklı MTA-K4 jeotermal sondajı litoloji logu ve sıcaklık dağılımı

Kozaklı MTA-K4 kuyusunda delme işlemine 24.08.2007 tarihinde başlanmıştır. Kuyuda 157 m'ye kadar 17 ½ inçlik matkapla ilerleme yapılmış ve 150.00 m'ye 13 3/8 inçlik kapalı boru inilmiştir. Sonra 12 ¼ matkapla 850 m'ye kadar ilerlenmiş ve 840 m'ye 8 5/8 inçlik kapalı muhafaza borusu indirilmiş olup boru arkası çimentolanmıştır. Daha sonra 7 ½ matkapla 1427 m ve 7 3/8 matkapla da 11488.80 m ye kadar ilerleme yapılmıştır. 1488.80 m den 1493. 00 m ye kadar da 4 9/16'lık karotiyerle ilerleme yapıp 4.2 m karot alınmıştır. Kozaklı MTA-K4 kuyusu, 18.02.2008 tarihinde, 820.00-1222.00 metreler arasına 5 7/8" kapalı ve filtreli kaynaklı üretim boruları ilinerek 1493.00 metrede tamamlanmıştır (Dağıstan ve diğ., 2009).

4.2. Mevcut Sarfiyat

Kozaklı jeotermal açıdan büyük önem taşımaktadır. Beklenen rezervuar sıcaklığı 105°-126°C'dir. Jeotermal potansiyel ortaya çıkarıldıktan sonra koruma-kullanma dengelerinin gösterileceği entegre kullanım amaçlı projelerin hazırlanması suretiyle, jeotermal alanın geliştirilmesi yararlı olacaktır. İlçeye elektrik, Avanos ilçesi Kalaba kasabası trafo merkezinden verilmektedir. Kozaklı İlçeye elektrik TEK bağlantılı olarak 1971 yılında gelmiş olup, bütün yerleşim birimlerinde mevcuttur. Elde edilen verilere göre; derinlerde kurulu olması olası ana rezervuar kayaları hedefleyecek şekilde yapılacak 600 ± 100 m derinlikli sondaj veya sondajlardan sonra jeotermal potansiyel saptanabilecektir. İlçede yaklaşık 2.500 konut ve işyerleri jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır (Kozaklı Belediyesi, 2015).

SSK-1 ve K3 kuyularından Kozturtaş tarafından Kozaklı şehir merkezinde 2500 civarında konut jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Ayrıca jeotermal enerji ile yaklaşık 150.000 m2 sera alanının da ısıtması sağlanmaktadır. Özellikle kış aylarında (Kasım-Mayıs) çalışan merkezi ısıtma sistemi için yaklaşık 150-170 lt/sn lik jeotermal su kuyulardan çekilmektedir. 2014 yılına kadar bu kuyulardan çekilen su eşanjörlerden geçirilerek merkezi ısıtmadaki kapalı devre suyu ısıtmakta ve daha sonra alıcı ortama verilmekteydi, buda jeotermal sahadaki mevcut kuyuların su seviyelerini her geçen gün düşürmekteydi. 2014 yılında MTA tarafından bozoğlan mevkiinde reenjeksiyon kuyusu açılarak Kozaklı'nın merkezi ısıtmasında kullanılan suların jeotermal sahaya enjekte edilmesi sağlanmıştır (Şekil 4.4), bu sayede mevcut kuyuların su seviyeleri de yükselmeye başlamıştır.



Şekil 4.4: Kozaklı merkezi ısıtsa sistemi reenjeksiyon kuyusu

Ancak mevcut kuyuların sıcaklıkları, reenjeksiyonun yapıldığı kış aylarında 80°C'ye kadar düşmüştür. İlçede jeotermal enerji ile ısıtılan yaklaşık 90.000 m2 kapalı alana sahip Başyazıcıoğlu Tarım'a ait seranın dönüş suyunun da 2012 yılında Bozoğlan mevkiine reenjeksiyonu sağlanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Başyazıcıoğlu sera ısıtma sistemi reenjeksiyon kuyusu

İlçede çeşitli seralar mevcut olup bunların en büyüğü 90.000 m2 kapalı alana sahip Başyazıcıoğlu seradır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Başyazıcıoğlu seranın uydu ve iç görünüşü

4.3. Yeraltı Beslenme Kaynakları

MTA'nın enerji hammaddelerine dönük yaptığı çalışmalar neticesinde Kozaklı ilçesinde sıcaklığı 29 °C ve debisi 10 lt/sn olan jeotermal kaynak tespit edilmiştir. Bu alanda yapılan sondajlarda 80-93°C arasında değişen sıcaklık, 275 lt/sn debi ve 63.3 MWt güce sahip akışkan görünür hale getirilmiş ve ülke ekonomisine kazandırılmıştır. Kozaklı'da bulunan yer altı sıcak su kaynaklarının 1000'lerce seneden beri neojen göl çökellerinin üzerinden akarak oluşturduğu travertenler üzerine kumlu siltli alüvyon gelmektedir. Neojen göl çökelleri de karstlaşmaya uygun olarak sıcak suyun da tesiriyle bunlarda ve travertenlerde önemli düzeylerde erimelerin oluşmasına olanak tanımıştır. Meydana gelen karstik boşluğun tavanı üzerindeki alüvyonun basıncına dayanamayıp, pompayla çekilen sıcak suların da basıncı düşmesi neticesinde ani çökmeler ortaya çıkmıştır. Pompajlar yardımıyla bir yandan yeraltı suyu düşürülürken, diğer yanda yeraltı akım hızı yükselmektedir. Bu da karstlaşma sürecini hızlandırmaktadır. Çöken malzemenin büyük çoğunluğunu yatay tabakalı göl çökelleri oluşturduğundan bunlara dikey yönde etkiyen kuvvetlerin yatay düzlem ile ara kesiti oluşan obrukta görüldüğü gibi daire şeklindedir (Pasvanoğlu ve diğ., 2008).

4.4. Mevcut Kullanılan Kaynakların Olumsuz Etkilerinin Değerlendirilmesi

Kozaklı sahasında sıcak su kuyularının bulunduğu alanda ve özel idareye ait jeotermal kuyusunun 20 m batısındaki parkta, 17 Ocak 2007 tarihinde Saat 15.30 da 30 m çapında ve 15 m derinliğinde bir obruk / karstik çöküntü yapısı ve birkaç tane küçük ölçekte çökmeye bağlı olarak gelişen çatlaklar meydana gelmiştir. Çöküntü alanında yapılmış olan araştırmalarda obruk gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmıştır (Şekil 4.7)



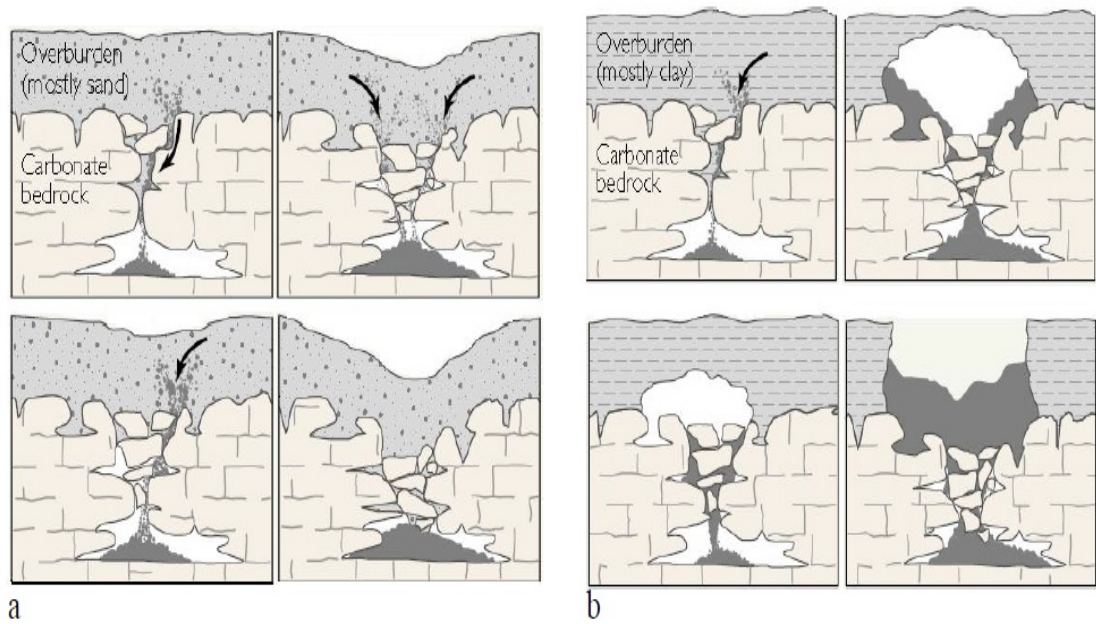
Şekil 4.7: Kozaklı jeotermal sahasındaki obruktan görünüş

Obruk; karbonatlı kayaçların içinde oluşan en önemli karstik şekillerden birisidir. Karstlaşma, genel anlamıyla karbonatlı kayaçların, suların eritmesi ve aşındırmasıyla, yer üstünde ve yeraltında CO_2 içeren su ile çözünmesi ve kendine özgü şekiller kazanmasıdır. Karstlaşma sonucu oluşan obrukların yatay kesit alanları derinlere doğru gelişir ve derinlikleri birkaç 10 metreden birkaç yüz metreye kadar ulaşabilir. İç karstlaşmanın gerçekleşmesi litoloji, bölge içinde neotektonizma etkileri, hidrodinamik koşullar (suyun akım yönü ve miktarı), suyun CO_2 gaz içeriği ve benzerine bağlıdır (Pasvanoğlu ve diğ., 2008).

Tihansky'e (1996) göre Batı Florida'daki obrukların genel oluşum modeli Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Bu modele göre karstlaşma etkisi sonucu çözünme boşlukları içeren kireçtaşı, yer altı su seviye değişimine bağlı olarak geçirimli kum yada geçirimsiz kilce yoğun bir çökel örtüsü ile kaplanmaktadır. Kütlenin su seviyesi üzerine çıkmasıyla aktif hidrojeolojik döngü yeniden oluşmakta ve akım kanalları yeniden su taşımaya başlamaktadır. Yeniden başlayan çözünme ile karbonatlı kayaç içindeki boşluk büyümektedir. Örtü birimin kile göre daha akışkan olan kumca örtülmesi durumunda kum erime boşluğu içine doğru zamanla akmakta, sonuçta yüzeyde yayvan tabanlı bir çukurluk oluşmaktadır. Örtü birim kilce zengin olması durumunda, karbonatlı kayaçta ilerleyen boşluk oluşmasına rağmen tavanı oluşturan kil taneleri arasındaki çekim kuvveti (kohezyon) tanelerin tümünün akışa geçmesini engellemektedir. Buna karşın, alttaki boşluk hacminin artması ile kil örtüsü kendi

ağırlığını çevresine taşıtmamakta ve ani çökme oluşmaktadır. Her iki modele göre obrukların oluşabilmesi için;

- 1) karbonatlı kayaç içinde yukarıdan taşınan malzemeyi barındıracak büyüklükte bir boşluğun olması,
- 2) yeni malzeme girişine izin verecek biçimde yukarıdan boşalan malzemeyi ortamdan uzaklaştıracak yeraltısuyu akımının olması gerekmektedir. Obruk ve benzeri karstik çöküntü yapılarının oluşum mekanizması kum ve daha çok kil içeren örtülere göre durumu şekil 4.8’de gösterilmiştir (Pasvanoğlu ve diğ., 2008)



Şekil 4.8: Obruğa benzer karstik çöküntü yapılarının oluşum mekanizması,
a: Kum içeren örtü, b: Daha çok kil içeren örtü

Kozaklı jeotermal alanında sıcak su kontrolsüz olarak kullanılmakta ve önceki yıllarda artezyen yapan kuyular artık artezyen yapmamaktadır. Sıcak su seviyesi 8-10 m düşmüştür. Bu kontrolsüz ve aşırı kullanım sıcak suyun dolaşımından dolayı oluşturduğu erime boşlukları ve üretimden dolayı malzeme gelişinden oluşan mağaranın tavanın üzerindeki yükü taşıyamadığından çökme olmuştur. Jeotermal alanlarda sıcak suyun bulunduğu dolaşımından dolayı rezervuar kayaçta erime boşlukları gelişir. Özellikle kireçtaşlarının hazne kaya olduğu ortamlarda gelişen boşluklar çok büyük boyutlara ulaşabilir. Çöküntü alanının yanında bulunan özel idareye ait kuyunun (G-6), sürekli açık tutulması, kuyunun üretim borusunun kırılarak yüzeye yakın bir seviyeden üretim yapması ve malzeme getirmesi

boşlukların oluşmasına neden olmuştur. Bunun yanı sıra Kozaklı bölgesinde çöküntünün olduğu tarihten 25 gün önce merkez üssü Kozaklı olan 3,5 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Bu depremin de çökmeyi tetikleyici unsurlardan biri olabileceğini düşündürmektedir. Kozaklı jeotermal sahasında meydana gelen karstik çöküntünün mekanizması Terzaghi, denklemiyle de açıklanabilir.

$$P_t = P_e + P_h$$

Formülde P_t : Toplam basınç (KN/m^2)

P_e : etkili basınç (KN/m^2)

P_h : Hidrostatik basınç (KN/m^2)'dir.

Üstteki zemin yükünün (P_t) bir kısmının alttaki zeminin kütleli bölümü ve bir kısmı da hidrostatik basınçla (P_h) tutulur. Su tablası veya basınç yüzeyindeki alçalma hidrostatik basıncı azaltacak ve etkili basınç (P_e) artacaktır. Sonuçta toplam basıncın baskın duruma geçmesi ile yüzey altındaki zeminin üzerine daha fazla basınç eklenecek ve yüzey çökecektir (Bell, 1993; Çelik ve Afşin, 1998).

İnceleme sahasında özellikle doğal kaynak çıkış alanının üzerine 2-3 m kalınlığında çevre düzenlemesi adına Belediye tarafından dolgu yapılmış, böylece alanın doldurulması bu boşluklar üzerinde bir basınç oluşturmuştur. Kozaklı'da sıcak su kaynakların 1000'lerce yıldan beri Neojen göl çökelleri üzerinde akarak oluşturduğu travertenler üzerine kumlu siltli alüvyon gelmektedir. Neojen göl çökelleri de karstlaşmaya müsait olup sıcak suyun etkisi ile bunlarda ve travertenlerde önemli boyutlarda erimeler meydana gelmiştir. Oluşan karstik boşluğun tavanı üzerindeki alüvyonun basıncına dayanmayıp, pompa ile çekilen sıcak suların da basıncı azaltması sonucu ani çökmeler meydana gelmiştir. Pompajlarla yeraltı suyu düşürülürken yeraltı akım hızı artmaktadır. Buda karstlaşmayı hızlandırmaktadır. Çöken malzemenin çoğunluğunu yatay tabakalı göl çökelleri oluşturduğundan bunlara dikey yönde etkiyen kuvvetlerin yatay düzlem ile ara kesiti oluşan obrukta görüldüğü gibi daire şeklindedir.

Bu alanda kireçtaşı yüzeylemeleri üzerlerine düşen yağış suları ile karstlaşmaya uğramıştır. Aşırı su çekimine bağlı olarak yeraltı su seviyesindeki alçalma boşluk suyu basıncının azalmasına neden olmuş ve sıkışmamış malzemenin sıkışmasını sağlamış ve sonuçta efektif basınç önemli ölçüde artmıştır. Bu durum yeni efektif

basıncın zemin altının taşıma kapasitesinden fazla olmasına ve çökmesine neden olmuştur. Yer altı suyunun hareketi ile orada çözücü özelliği artırıcı CO₂ faktörünün de etkisiyle tabandaki kireçtaşlarında karstik boşluklar meydana gelmiştir. Marn ve kille kaplı tavanın üzerindeki ağırlığa dayanamayıp çökmüştür. Karstik boşluk tavanının çökmesi ile de kireçtaşları yüzeyden itibaren aşağı doğru düşmüş ve yer çökmesine neden olmuştur.

Çökmenin olduğu yer ve bu yerin yakın ve uzak çevresi ile hidrojeolojik ilişki son derece önemlidir. Bu çökmeler yeraltı suyu seviyesindeki alçalmalarla ilişkili olarak ani gelişir ve tehlikelidir. Kozaklı jeotermal sahasında karstik çöküntünün oluşumuna neden olabilecek olası süreçlerden biri de volkanizma ile ilgili çözelti ve gaz getirimine bağlanmıştır (Canik ve Çörekçioğlu, 1985; Çelik ve Afşin, 1998; Pekkan, 2004).

Kozaklı bölgesindeki kuyu ve sıcak su kaynağı örneklerinde 13°C izotop değerleri PDB ye göre -2 ile 2 arasında değerler almaktadır. Bu değerler denizel karbonat kökenlerine ait değerlerle kabuksal CO₂ değerlerinin sınırları içinde kalmaktadır. Bu demektir ki belli aralıklar ile süre gelen volkanizmanın etkisiyle kabuksal kökenli CO₂ gaz ve/veya volkanik kökenli CO₂ asidik çözeltinin de getirimi olmuştur. Bu durum yeraltı suyunun karbonat minerallerine karşı çözündürücülüğünü artıracığından yerel olarak yoğun karbonat çözünmesine ve sonuçta obruk oluşumuna neden olmuştur. Ayrıca çökmenin bulunduğu alanda, sıcak ve mineralli su kaynakları çevresinde yaklaşık 40-50 cm kalınlığında çürümüş organik madde içeren sazlık çamuru bulunmaktadır. Çürümüş organik maddelerce zengin toprak zeminden süzülen yağış sularının karbonik asit ve organik asitlerce zenginleşmesi sonucu asidik özellik kazanarak karbonatların çözünürlüğünü ve karstlaşma sürecini de hızlandırmıştır. Ayrıca kaynak ve sondajlardan üretilen jeotermal suların kullanıldıktan sonra tekrar yerin altına re-enjekte edilmemesi durumunda, üst tabaka basıncı gözenekli akifer kayacını sıkıştırarak arazide göçmelere neden olabilmektedir. Kuru buhar üreten jeotermal sahalarda göçme şimdiye dek gözlenmemesine rağmen, akışkan üretilen jeotermal sahalarda göçme olmaktadır (Pasvanoğlu ve diğ., 2008).

4.5. İleriye Dönük Kısa, Orta ve Uzun Vadeli Değerlendirme

Kozaklı'da hem potansiyel, belirleme çalışmaları esnasında hem de potansiyelin ortaya konulmasından sonra, entegre kullanım amaçlı çok ortaklı ve kapsamlı projelere gereksinim vardır.

Kozaklı jeotermal sahasında kısa vadede mevcut kuyulara sayaç takılarak sarfiyatın belirlenmesi, orta vadede ise kuyulardaki su seviyelerinin düzenli bir şekilde kontrollerinin yapılarak sahadaki su dengesi ölçülmelidir. Bu ölçümler ışığında merkezi ısıtma ve seranın dönüş suyunun sahaya reenjeksiyon edilmesinin analizi yapılmamıştır. Uzun vadede ise kontrolsüz kullanımın tek elde toplanarak mevcut kuyuların kapatılması ve ihtiyaca göre yüksek debili ve sıcaklık değeri yüksek kuyulardan kullanımın sağlanması gerekmektedir. Bu sayede sahaya ilere ne kadar termal tesis veya seranın yapılabileceği belirlenebilir.

5. KOZAKLI (NEVŞEHİR) JEOTERMAL ENERJİ SAHASIYLA İLGİLİ DEĞERLENDİRME RAPORU

5.1. Önceki Çalışmalar

Yüksek sıcaklıktaki çok sayıda sıcaksu kaynağının yer alması 1960'lı yıllardan beri dikkatleri yöre üzerine çekmiştir. Bu çerçevede MTA Genel Müdürlüğü tarafından da jeotermal potansiyelin ortaya konulmasına ve jeotermal akışkandan yararlanılmasına yönelik olarak araştırmalar yapılmış ve sondaj kuyuları açılmıştır. İlk çalışmalar, Lebrüchner (1953) tarafından yapılan 1/ 100.000 ölçekli jeolojik harita alımı ile başlamıştır.

- Serruya (1963), Kozaklı Hamamorta alanında 1/ 25.000 ölçekli jeoloji haritası alımı çalışmalarını gerçekleştirerek, jeolojik istif, yapısal çizgiler üzerinde ayrıntılı olarak durmuştur. Bu kapsamda, 50'den fazla çıkış yerinde gözlediği sıcak su kaynaklarının sıcaklık ve debi ölçümleri ile bunların hidrojeokimyasal analizlerini de yaparak 90°C sıcaklıklı akışkanın 3.000 m derinliklerden yüzeylendiğini savunmuştur.
- Tezcan (1963) tarafından Kozaklı Strüktürü ile ilgili gravite, rezistivite ve jeotermal gradyan etütlerine ilişkin olarak; gradyan profilleri, strüktür kesitleri, gradyan haritası ve temperatur profilleri, manyetik düşey bileşen haritası, Gravite Bouguer ve ikinci türev haritaları hazırlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, sıcak akışkan içeren ana rezervuar kayanın Kozaklı İlçe Merkezi'nin altına isabet eden strüktür üzerinde ve ortalama 500 m derinlikte olabileceği görüşüne yer verilmiştir.
- Niehoff (1965) yaptığı çalışma ile Kozaklı ve çevresinde 1/ 5.000 ve 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası alımlarının yanısıra 1/1.000 ölçekli traverten teşekkülleri haritasını da hazırlamıştır. Yöre ile ilgili olarak jeolojik istifi belirlemiş, genç yapısal özellikler ve rezervuar kaya hakkında görüşler ortaya koyarak, potansiyel belirleme kapsamında ortalama 120 m derinlikli 12 adet sondaj kuyusu önermiştir.

- Şamilgil (1965), daha önceki çalışmaların ışığında, ayrıntılı bir jeoloji etüdü gerçekleştirmiştir. Alanın ayrıntılı jeolojik istifinin, yapısal özelliklerinin, havza paleocoğrafyasının yer aldığı araştırmada; 3.000 m derinliğinde bir araştırma sondajı yapılması durumunda büyük bir olasılıkla buhar elde edilebileceği görüşüne yer verilmiştir.
- Niehoff (1965) tarafından önerilmiş olan 12 adet sondaj kuyusundan 10 tanesi 1965 yılında açılmıştır. Derinlikleri 70-120 m arasında değişen kuyuların dördünden 49°-92°C sıcaklıklı ve 1.1-80 lt/sn debili sıcaqsu üretimi sağlanmıştır (Sonuç raporu Enerji Hammadde Etüt Araştırma Dairesi arşivindedir).
- Erişen (1967) tarihli araştırmada Kozaklı Jeotermal Alanı'nın; elektrik üretimine yönelik olarak programlanan "Birleşmiş Milletler Batı Anadolu Jeotermal Enerji Aramaları Projesi" kapsamında ele alındığı, bu amaçla rezistivite anomalilerinin olduğu kesimlerde üç adet gradyan kuyusunun açılması sonucunda 0.7-0.8 °C/10 m mertebesinde gradyan değerlerinin elde edildiği belirtilmiştir.
- Dominco (1967) yine, yukarıda sözü edilen proje kapsamında yapılan saha jeokimyası araştırması sonucunda, yörenin buhar ve buna bağlı olarak elektrik üretimi açısından yeterli olabileceğini ifade etmiştir.
- Özbek (1975) Kozaklı Yöresi'nin jeolojik istifi, yapısal özellikleri ve hidrojeolojik nitelikleri hakkında görüşler ortaya koymuş, sahanın koruma alanları haritasını çizmiş ve koruma kurallarına ilişkin önerilerde bulunmuştur. Ayrıca yazar, 1.000 m'den daha derine sondaj kuyusu açılması halinde buhar bulma olanağının olabileceğini savunmuş ve 2.970 m derinlikli jeotermal enerji araştırma sondajı önermiştir.
- esislere sıcak su sağlamak amacıyla 153 m derinlikli SSK-1 sıcak su sondaj kuyusu açıldığı ve kuyudan 93 °C sıcaklıklı ve 95 lt/sn debili akışkan üretimi sağlandığı belirtilmiştir.
- Erişen ve diğerleri (1993), Orta Anadolu'nun en sıcak noktası olan Kozaklı Jeotermal Alanı'nın kent ve sera ısıtmacılığı ile endüstriyel kullanım açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca yazarlar, sahada ana üretim zonunun 500-600 m derinliklerdeki Kırşehir Masifi'nin ikincil permeabiliteli zonları (kristalize kireçtaşı, mermer, kuvarsit vb.) olabileceğini, beklenen rezervuar

sıcaklığının ise $120\pm 10^{\circ}\text{C}$ dolayında bulunabileceğini savunmuşlar, buna bağlı olarak derinlikleri 700 ± 100 m olacak üretim sondaj veya sondajlarına yönelik projelendirme çalışmalarının yapılmasını önermişlerdir.

- Göçtü ve diğerleri (1995), jeofizik çalışmaların sonuçlarına dayanarak kaplıca çevresinde temel yükseliminin bulunduğunu, sahada magma sokulumunun göstergesi olabilecek herhangi bir manyetik anomaliye ise rastlanmadığını belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca, elde edilen yeraltı verileri doğrultusunda, olası kırık hatlarını da dikkate alarak belirledikleri lokasyonda 600 m derinlikli bir sondajın yapılmasını savunmuşlardır.
- Koçak (1997) doktora tezinde; Kozaklı Jeotermal Sistemi'nde sıcak akışkanın kimyasal karakteri, hidrojeokimyasal süreçler, rezervuar sıcaklığı, hidrotermal alterasyon, akışkan mineral dengesi ve ısı kaynağının derinliğine ilişkin araştırmalara yer vermiştir. Yazar, yöredeki rezervuar sıcaklığının 105°C - 125°C dolayında olabileceğini belirlemiş ve bu rezervuara ulaşmak için 1.400 m derinlikli sondaj kuyusu açılmasını önermiştir.
- Kara (1997) yaptığı çalışma ile, Paleozoyik yaşlı Kırşehir Masifi metamorfitlelerini ve bunları uyumsuzlukla örten Alt Eosen-Kuvaterner yaşlı sedimanter ve volkanik birimleri haritalamış ve formasyon adlamaları yapmıştır.
- Özgür ve diğerleri (1997), Kozaklı Belediyesi adına kent ve sera ısıtmasına yönelik olarak sıcak su üretiminin sağlanması amacıyla açılan 205 m derinlikli K-1 sıcak su üretim sondaj kuyusundan 90°C sıcaklıklı ve 4-11 lt/sn debili sıcak akışkan üretiminin sağlandığı belirtilmiştir.

5.2. Kozaklı Jeotermal Alanının Olanakları

Jeotermal akışkanın depolanmasını sağlayan rezervuar kaya, depolanan akışkanın ısı kaybını önleyen örtü kaya ve jeotermal enerjinin oluşumunda ısı gücü yaratan ısı kaynağının olumluluk göstermesi hidrotermal sistemlerin oluşmasında ve entalpiinin yükselmesinde büyük önem taşır.

Buna bağlı olarak, Orta Anadolu Bölgesi'nde yakın zamanlara kadar etkinliğini sürdürmüş genç volkanizmanın yanı sıra, rezervuar kaya ve örtü kaya olanakları açısından olumluluk arz eden çok sayıda sıcak nokta bulunmaktadır. Kozaklı

Jeotermal Alanı da söz konusu sıcak noktaların en önemlisidir. Alan; rezervuar kaya, örtü kaya ve ısıtıcı varlığı yönünden hidrotermal sistem oluşturmalarını sağlayacak olumlu özelliklere sahiptir (MTA, 2012).

5.2.1. Rezervuar Kaya

Kırşehir Masifi'ne ilişkin metamorfizmler kapsamında yer alan kristalize kireçtaşı, mermer ve kuvarsitler yoğun kırıklı-çatlaklı olup ana rezervuar kayayı oluştururlar. Ana rezervuar kayanın Kozaklı jeotermal kaynaklarının bulunduğu Bağlıca Vadisi dolaylarında 350-550 m derinlerde olabileceği belirlenmiştir (Göçtü, 1995).

Kırşehir Masifi üzerine uyumsuzlukla oturan kireçtaşı-kumtaşı-konglomera-marn birimine (e) ait kireçtaşı-kumtaşı ve konglomeralar da rezervuar kaya niteliği gösterirler. Özellikle, tektonik etkenlerde oluşan kırık ve çatlaklar sonucunda, ikincil permeabilite kazanmış nummunitli kireçtaşları önemli üretim zonu durumundadır. Nitekim açılan SSK-1 ve K-1 sondaj kuyularındaki sıcak akışkan üretimi, söz konusu nummunitli kireçtaşı rezervuarından sağlanmıştır. Yaklaşık 100 m kalınlığa sahip bu rezervuarlar Bağlıca vadisi içinde 103 m derinlikte kesilmiştir (MTA, 2012).

5.2.2. Örtü Kaya

Kireçtaşı-kumtaşı-konglomera-marn biriminin (e) marnlardan oluşan düzeyleri örtü kaya özelliği gösterir. Bu düzeyler şelf karakterli olduğu için birim içerisinde kireçtaşları ile yanal ve düşey geçişli olabileceği gibi doğrudan temel üzerinde de bulunabilir. Bu bakımdan, jeofizik etütler sonucunda, özellikle temel derinleşmesinin belirlediği alanlarda örtü kaya özellikli söz konusu marnlardan sonra ana rezervuar kayaya inilebileceği düşünülmelidir. Sahada diğer örtü kayaları, marn-kil-konglomera-kumtaşı-jips biriminin (ol) marn ve killeri ile kireçtaşı-marn-marnlı kireçtaşı-tüf biriminin (n) marnları ve tüfleri oluşturur. Çevre sahalarda 1.000 m kalınlığa ulaşan birimlerin, Bağlıca Vadisi'nde en fazla 100 metre kalınlıkta olduğu yapılan sondajlar sonunda belirlenmiştir (MTA, 1999).

5.2.3. Isıtıcı Varlığı

Kozaklı Bölgesi'nde herhangi bir ısıtıcı kayayı işaret eden volkanik çıkış merkezi yoktur. Yapılan manyetik etütler sonucunda, sığ derinliklerde bir magma sokulumunun olmadığı da ortaya çıkmıştır. Bu hususlar dikkate alındığında, ısı

iletiminin derinlere uzanan faylar ve/veya açılma çatlakları vasıtasıyla sağlandığı öngörülmüştür. Bağlıca Vadisi boyunca vadi yamaçlarında oluşmuş ve oluşmakta olan travertenlerin geometrisi ve sıcak su üretim debi değerlerinin yüksek olması da bu düşüncüyü desteklemektedir (MTA, 2012).

5.2.4. Jeofizik Değerlendirme

Yeraltı yapısını ortaya çıkarmak, örtü kaya kalınlığını ve jeotermal sistemin yanal ve düşey boyutlarını belirlemek amacıyla gravite, manyetik, rezistivite ve doğal potansiyel etütleri yapılmıştır. Gravite değerlendirmesine göre; alanın güneydoğusundaki Akpınar Köyü dolaylarında gravite değerlerinin maksimum mertebede bulunuşu, bu alanda bir temel yükselimini işaret eder. Halaka Köyüne doğru ondülasyonlar yaparak derinleşen söz konusu temel, Bağlıca Vadisi ve yakın çevresinde olası bir horstun temsilcisi olabilecek yeni bir yükselim halinde ortaya çıkar. Sıcak su kaynaklarının çıkış noktaları bu yükselimle uyumluluk gösterir. Manyetik haritaların değerlendirilmesi sonucunda; yörede magmatik sokulumun temsilcisi olabilecek herhangi bir anomalinin olmadığı görülür. Bağlıca Vadisi'nin kuzeyinde GB-KD istikametinde yer alan konturlardaki sıkışmanın varlığı, süreksizlik zonu (olası fay zonu) göstergesi olabilir. Ayrıca, yukarıda sözü edilen süreksizlik zonunun güneybatısında, ara ara yükselen ve düşen değerler temel ondülasyonları ile bağlantılı olmalıdır. Yire aynı sıkışma zonunun kuzeyinde beliren iki anomali, Eski Kozaklı Köyü'nün kuzeyinden itibaren kuzeydoğuya doğru uzanan bir hatla ayrılmakta olup, bu husus bir fay olasılığını güçlendirmektedir. Söz konusu fayı, yüzey verileri de desteklemektedir.

Jeoelektrik öz direnç değerlendirmeleri çerçevesinde, taban topoğrafya haritası incelendiğinde; Bağlıca Vadisi'nde JfF-1 ve JfF-2 fayları arasında bir yükselimin olduğu ve yükselimin 350-550 m derinliklerde yerleşmiş bulunduğu anlaşılır. Söz konusu temel güneydoğuya doğru derinleşir. Yükselimin kuzey ve kuzeybatısına doğru temel, JfF-3, JfF-9 ve JfF-4 çizgiselliklerinin etkisiyle bir grabeni andırır. Elektrik yapı kesitlerine bakıldığında yine basamaklı faylar ve graben benzeri yapının varlığı izlenir. Doğal Potansiyel (sp) haritasında; sıcak akışkanın yüzeylendiği alanlarda (+) kutuplaşmanın bulunduğu görülür. Yaygın (+) kutuplaşmaların derinlerden gelen sıcak akışkanın, ikincil permeabiliteli birimlerin içindeki hareketliliğe bağlı olarak geliştiği düşünülebilir. Güney kesimlerde gözlenen

Batı-Doğu uzanımlı +10 mV ve üzerindeki değerlerle temsil edilen alanların sıcak su çıkış noktaları ile uyum içinde olması da bu görüşü destekler (MTA, 1999).

5.2.5. Hidrojeokimyasal Değerlendirme

Hidrojeokimyasal değerlendirmeye esas olmak üzere yöredeki sıcaksu kaynakları ve sondajlar vasıtasıyla yüzeylenen sıcak akışkanın değerlerinden yararlanılmaktadır.

5.2.5.1. Doğal Sıcak Su Kaynakları

Sıcak su kaynakları karmaşık bir yapısal özellik gösteren Bağlıca Vadisi içinde yüzeylenmiştir. 1960'lı yıllarda 100'den fazla çıkış noktası ile temsil edilen sıcak su kaynakları mevcut iken sahada açılan sondajları yüzünden bugün kaynakların tamamı kurumuştur. 1974 yılında yapılan debi ölçümlerinde sıcak su kaynaklarının toplam debisi 94.2 lt/sn olarak tespit edilmiştir. Bugün ise kaynakların tamamı kurumuştur. Yiğitler Köyü güneybatısında tespit edilmiş bulunan sıcak su kaynağı 29°C sıcaklık ve yaklaşık 10 lt/sn debi değerine sahiptir.

5.2.5.2. Sondajlı Çalışmalar

1965 yılında, Bağlıca Vadisi içinde 11 tane, 1967 yılında ise Ada Tepe yöresinde üç tane olmak üzere toplam 14 gradyan kuyusu açılmış ve bu kuyuların Bağlıca Vadisi içinde açılan dört tanesinden sıcak su üretimi sağlanmıştır. Yine, Bağlıca Vadisi batı yamacında 1992 yılında SSK-1 ve 1997 yılında K-1 sıcak su üretim kuyularının gerçekleştirilmesi sonucu yüksek sıcaklık ve debili akışkan üretimi sağlanmıştır (MTA, 2012).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nevşehir iline bağı Kozaklı ilçesinde son zamanlarda önemli bir istihdam alanı olan ve söz konusu ilçenin önemli gelir kaynaklarından biri olan jeotermal enerjiden elektrik üretimi hususundaki araştırmalar sürmektedir. Kozaklı'da bulunan jeotermal enerji; ısınma, termal ve seracılık alanında artarak kullanıldığı görülmektedir.

Çalışmada da sözü edildiği üzere Kozaklı'da 1963 yılından beri, belirli periyotlarla sürdürülmektedir. Jeotermal alanda yapılan sondajlardan alanın düşük sıcaklıklı olduğu tespit edilmiştir. Kozaklı jeotermal sahasında 1992 yılında proje çalışmalarının kapsamında jeotermal enerji ile ilgili bazı yeni veriler elde edilerek jeotermal model seçenekleri ortaya konmuştur. Bu açıdan jeotermal akışkan konut ısıtmacılığı, sera ısıtmacılığı ve termal turizm amaçlı kullanılmaktadır. Kullanım sebeplerinin farklı olmasından dolayı jeotermal akışkan farklı ellerden kontrolsüz bir şekilde kullanılmaktadır. Söz konusu bu kontrolsüz kullanım, rezervuar basıncını düşürmekte, jeolojik birimlerin karstlaşmaya uygun oluşu, belediyece yapılmış olan dolgunun ek maliyete neden olması ve yakın zaman içerisinde merkezi Kozaklı olan bir depremin olması, bu alandaki karstik çöküntü sonucunda obruğun ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir.

Kozaklı sahasında jeotermal akışkanın benzer biçimde kullanımı sürdüğü müddetçe yeni çöküntülerin olma ihtimali oldukça yüksektir. Söz konusu bu çöküntülerin yerleşim birimlerini etkileyerek büyük sorunlara mahal verme ihtimali yüksektir. Bu problemlerin önlenmesi amacıyla düzenli periyotlarla üretim yapılacak sahada tespit edilen 15-20 farklı noktada topografik kot ölçümü yapılarak herhangi bir değişimin varlığından haberdar olunması gerekmektedir. Kotta belirgin düzeyde bir farklılaşma görüldüğünde, üretime ara verilerek bu farklılaşmanın ve değişimin nedenleri araştırılarak analiz edilmesi gerekmektedir. Isıtma projesi amacı dışında kuyu açılmasına izin verilmemeli ve yeni açılacak kuyuların sondaj tekniğini uygun olarak açılması, kontrolsüz akıtılan kuyuların kapatılması gerekmektedir. Yeni açılmış olan yerlerde üretim ile ilgili testler yapılarak, ortaya çıkan sonuca göre üretim kontrol

altında tutularak sıcak su dağıtımı ve üretimi alan bazında resmi bir kurumun denetiminde sayılı noktalardan tek bir elden yapılmalıdır.

Kozaklı jeotermal sahasında açılmış olan kuyuların derinlikleri birbirine yakın düzeylerde olmakta ve 15-215 metre arasında değişmektedir. Kuyulardan üretim muhtemelen aynı rezervuardan yapılmaktadır. Bu nedenle alanda kontrolsüz su kullanımı ve düşük beslenmeye bağlı olarak kuyulardaki üretimin azalacağı göz önünde bulundurularak daha derin kuyular açılmalı ve alanda da muhtemel ikinci rezervuarın varlığı ve potansiyeli de araştırılmalıdır. Ayrıca rezervuar parametrelerinin korunması ve çevreye jeotermal akışkanın atılmaması için re-enjeksiyon mutlaka yapılmalıdır. Uluslararası kuruluşların jeotermal enerji konusunda Türkiye’de yatırım yapmaları özendirilmelidir. Yerel yönetimlerin uluslararası kuruluşlar ile ortaklık kurabilmesi özendirilmeli ve destek sağlanmalıdır. Yukarıdaki tavsiyelere ilaveten aşağıdaki önerilerinde dikkate alınması, söz konusu sahada yapılacak işlemler açısından yararlı olacaktır.

- 1) Bu araştırma Nevşehir’in en sıcak jeotermal noktası olan Kozaklı Jeotermal Alanı’nda gerçekleştirilmiştir,
- 2) Çalışma kapsamında; Jeolojik, Jeomorfolojik ve Jeofizik etütlerin yanısıra, hidrojeokimyasal değerlendirmeler de yapılarak yörenin jeotermal alan olanakları ortaya konulmuştur,
- 3) Jeomorfolojik incelemeler çerçevesinde; Neotektonik dönemde gelişen ana jeomorfolojik birimler ve derine gömülme evreleri belirlenerek haritalanmıştır,
- 4) Yöredeki jeolojik istif Paleozoyik (Üst Paleozoyik) yaşlı metamorfikler ile bunları uyumsuzlukla örten Senozoyik yaşlı çökellerin oluşturduğu belirlenmiştir,
- 5) Çalışma alanında, eğim atımlı normal faylar, olası açılma çatlakları ile yine yapısal evrelere bağlı olarak gelişmiş kıvrım yapılarının yer aldığı anlaşılmıştır,
- 6) Bu çalışmaların ışığında alanın rezervuar kaya, örtü kaya ve ısıtıcı varlığı ortaya konularak bir jeotermal model tasarlanmıştır.

Bu kapsamda;

- 1) Alanın rezervuar kaya, örtü kaya ve ısıtıcı varlığı açısından ısıtmacılıkta yararlanılabilecek nitelikler gösterdiği,
- 2) Kırşehir Masifi'ne ilişkin metamorfitlet kapsamında yer alan kristalize kireçtaşı, mermer ve kuvarsitlerin ana rezervuarı oluşturduğu,
- 3) Kırşehir Masifi üzerine uyumsuzlukla oturan kireçtaşı-kumtaşı-konglomera-marn birimine (e) ait kireçtaşı (nümmünitli)-kumtaşı ve konglomeraların da önemli rezervuar kaya özelliği taşıdığı,
- 4) Kireçtaşı-kumtaşı-konglomera-marn biriminin (e) marnlardan oluşan düzeyleri ile marn-kil-konglomera-jips biriminin (ol) marn ve kil düzeylerinin örtü kaya temsilcileri olduğu,
- 5) Yöre ve yakın çevresinde herhangi bir ısıtıcı kaya mevcut olmadığı dikkate alındığında, derinlere kadar inen faylar, açılma çatlakları yoluyla ısı iletiminin olabileceği,
- 6) Gravite değerlendirmelerine göre Akpınar Köyü ve Bağlıca Vadisi dolaylarında temel yükselimlerinin bulunduğu,
- 7) Manyetik çalışmalar sonucunda yörede bir manyetik sokulumun temsilcisi olabilecek bir anomalinin saptanamadığı,
- 8) Özdirenç çalışmalarına göre Bağlıca Vadisi'nde bir yükselimin yer aldığı ve bunun 350-550 m derinliklerde yerleştiği,
- 9) Yöredeki sıcak akışkanın kireçlendirici özelliğinin bulunduğu,
- 10) Jeotermometre uygulamaları açısından alandan 105°-126°C arasında rezervuar sıcaklığının beklenebileceği,
- 11) Üretilen jeotermal akışkanda bor konsantrasyonu düşük olmakla beraber, toplam mineralizasyon ve spesifik konduktivite değerlerinin yüksek olması nedeniyle geri basınç sondajlarına gereksinim olabileceği,
- 12) Düşünülen spekülative jeotermal modele göre derinlerde yerleşmiş bulunan pekişmiş magma odasının ısıl gücün kaynağını oluşturduğunu, bu ısıl gücün derinlere inen faylar veya açılma çatlakları aracılığı ile rezervuar kayalarda depolanmış bulunan meteorik suların ısınmasını ve mineral konsantrasyonu bakımından zenginleşmesini sağlamış olabileceği,

- 13) Yöredeki düşey potansiyelin ortaya çıkarılabilmesi için 600 ± 100 m derinlikli sondaj veya sondajların açılması gerekeceği,
- 14) Düşey potansiyele ilişkin çalışmalardan olumlu sonuç alınması halinde, alanın yatay sınırlarının belirlenmesi amacıyla sığ ve derin sondaj kuyularının açılmasının gerekeceği anlaşılmıştır.
- 15) Açılacak kuyular sonucunda düşey ve yatay sınırları belirlenecek olan alanda, üretim testleri yapılması önem taşımaktadır. Maksimum ve ortalama üretim debisi, üretimin düşüş koşulları tüm kuyular beraber test edilerek belirlenmelidir,
- 16) Alandaki üretim potansiyeli ortaya çıkarıldıktan sonra kullanma-koruma dengeleri de dikkate alınarak ısıtma-soğutma yapılabilirlik projeleri hazırlanmalıdır,
- 17) Üretilen Jeotermal akışkan Kozaklı İlçesi'nin ısıtılması için uygun niteliklere sahiptir. Yeterli üretimin elde edilmesi halinde Kozaklı İlçesi'nin yanısıra Karasenir-Kanlıca-Fakılı ve Topaklı gibi çevre yerleşim merkezlerinin de jeotermal akışkanla ısıtılması mümkün görülmektedir,
- 18) Gerek akışkanın özellikleri, gerekse arazi yapısının uygunluğu nedeniyle Kozaklı Sera Köyü kapsamında örtü altı tarımı ve tarla balıkçılığı uygulaması gerçekleştirilebilir. Elde edilecek ürün için pazar olanakları mevcuttur. Çünkü yöre hem Yozgat-Kayseri-Kırşehir-Nevşehir gibi önemli il merkezlerine uygun karayolu ağı ile bağlı, hem de Ankara-Sivas-Erzincan-Erzurum-Kars Demiryolu'nun sadece 5.5 km uzağında bulunmaktadır,
- 19) Kış şartlarının ağır geçtiği yörede yollarda ve ara sokaklardaki kar eritmeciliğinin yanısıra sebze ve meyve konserveçiliği, üzüm kurutmacılığı gibi endüstriyel kullanımda da jeotermal kaynak kullanım olanakları araştırılmalıdır,
- 20) Yüzeylenen sıcak akışkanda belirlenen en olumsuzluk kabuklaşma sorunu olarak gözlenmemektedir. Söz konusu sorun inhibitör kullanımı, kuyu içi ve kuyu başı eşanjör sisteminin devreye sokulması ile giderilmektedir ve bu işlem yüksek bir maliyet de getirmemektedir,
- 21) Toplam mineralizasyon ve spesifik konduktiviteye ilişkin olumsuzluğun ise geri basım kuyuları ile önlenmesi mümkün görülmektedir,

- 22) Yukarıdaki hususlar dikkate alındığında Kozaklı Jeotermal Alanı akışkan potansiyeli açısından Orta Anadolu Bölgesi için yararlanılması gereken bir alan olarak ortaya çıkmaktadır. Yapılacak sondaj çalışmalarından sonra, alanın jeotermal potansiyelinin belirlenmesi ve alınacak sonucun ışığında, yörenin koruma-kullanma dengeleri de gözetilerek "Termal Kent" ve "Seraköy" olarak geliştirilmesinin önemli yararlar sağlayacaktır.
- 23) Mevcut termal tesis ve seraların kullandığı jeotermal kuyularda sarfiyat belli değildir. Bu nedenle kuyulara sayaç takılarak su seviyelerinin düzenli aralıklarla ölçülmesinde Kozaklı jeotermal sahasının kapasitesinin belirlenmesine önemli katkıları olacaktır.
- 24) Merkezi ısıtma sistemi ve Bağyazıoğlu seranın dönüş sularının jeotermal sahaya reenjeksiyonun yapılması, jeotermal sahadaki su seviyesindeki düşüşü durdurduğu tespit edilmiştir. Ancak yeni termal otel inşaatları ve ileride yapılacak tesisleri düşündüğümüzde, sahadaki kuyuların kapatılarak jeotermal su dağıtımının tek elden yapılması ve dönüş suyunun da reenjeksiyon yapılmasında yarar vardır.

7. KAYNAKLAR

AKÜST, M. 2007. Sınırsız Enerjinin Sırrı. Alındığı tarih: 09.12.2012, Adres: <http://www.alternaturk.org/haber11.php>

CANİK, B., ÇELİK, M. ve ARIGÜN, Z. 2000. Jeotermal Enerji. Ankara Üniversitesi Fen Bölümleri Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No: 59, Ankara.

CANİK, B. ve ÇÖREKÇİOĞLU, I. 1985. The formation of sinkholes (Obruk) between Karapınar and Kızören-Konya. Karst Water Resour IAHS Publication. 161:193-205.

ÇELİK, M. ve AFŞİN, M. 1998. The role of hydrogeology in solution-subsidence development and its environmental impacts; a case-study for Sazlıca (Niğde, Turkey), Environmental Geology.

DAĞISTAN, H. 2011. Türkiye Jeotermal Kaynak Aramaları, Kullanımı ve Sürdürülebilirliğinin Sağlanması. Alındığı tarih: 20.03.2015, Adresi: http://www.mta.gov.tr/v2.0/birimler/redaksiyon/ekonomi-bultenleri/2012_15/1.pdf

DERELİ S. 2001. Rüzgâr Enerjisi, Tübitak Yayınları, Ankara,2001.

ERİŞEN, B. ve ÖZGÜR, R. 1999. Kozaklı (Nevşehir) Alanının Jeotermal Enerji Olanaklarına İlişkin Değerlendirme Raporu, MTA Derleme Rapor No:10376.

KARA, İ. 2009. Nevşehir-Kozaklı MTA-K4 Jeotermal Araştırma Sondajı Kuyu Bitirme Raporu, MTA Yayınları, Ankara.

KOÇAK, A. 2007. Türkiye'de Jeotermal Enerji Aramaları ve Potansiyeli. Alındığı tarih: 15.03.2015, Adresi: http://www.emo.org.tr/ekler/e7b33fdea3adc80_ek.pdf

KIRBAŞ, İ., ÇİFTÇİ, B. ve İŞYARLAR, B. 2013. Burdur İli Güneşlenme Oranı ve Güneş Enerjisi Potansiyeli, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4 (2): 20-23, Burdur.

MTA.1999. Kozaklı (Nevşehir) Alanı'nın Jeotermal Enerji Olanaklarına İlişkin Değerlendirme Raporu , MTA Yayınları, Ankara.

MTA. 2012. Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli. Alındığı tarih: 15.03.2015, Adresi:http://www.mta.gov.tr/v2.0/dairebaskanliklari/enerji/index.php?id=jeotermal_potansiyel

PEKKAN, E. 2004. Konya kapalı havzasında karstik çöküntü yapıları olan obrukların oluşumunu etkileyen hidrojeokimyasal süreçlerin incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

T.C. RESMÎ GAZETE, 5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu. (26551), 13.06.2007,1.

TÜRKER, E.A. ve YILDIZ, A. 2008. Termal ve Maden Suları Konferansı, Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayın No: 68, Sözkese Matbaacılık, Ankara.

TÜRKYILMAZ, O. 2014. Türkiye Enerji Görünümü ve Geleceği, Ege Sanayicileri ve İşadamları Derneği (ESİAD), Şubat 2014. Alındığı tarih: 18.02.2015, Adresi: <http://esiad.org.tr/wp-content/uploads/2014/02/Oğuz-Türkyılmaz-Türkiyenin-Enerji-Görünümü-ve-Geleceği.pdf>

URL-1 <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/jeo_enerji_nedir.aspx >, alındığı tarih: 17.04.2015.

URL-2 <<http://jeotermal.balikesir.edu.tr/jeotermalnedir.php>>, alındığı tarihi: 17.04.2015.

URL-3 <http://www.emo.org.tr/ekler/ad00a3749a894b3_ek.pdf>, alındığı tarih: 15.04.2015.

URL-4 <<http://www.bilgiustam.com/yenilenebilir-enerji-ve-kaynaklari-nelerdir/>>, alındığı tarih: 15.04.2015.

URL-5 <<http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/3ElektrikBilgisi/unite03.pdf>>, alındığı tarih: 15.04.2015.

URL-6 <<http://www.enerjiansiklopedisi.com/gunes-enerjisi-2/>>, alındığı tarih: 17.04.2015.

- URL-7 <<http://www.gunessistemleri.com/potansiyel.php>>, alındığı tarih: 18.04.2015.
- URL-8 <<http://www.koronaenerji.com.tr/?/ruzgar-enerjisi-nedir>>, alındığı tarih: 18.04.2015.
- URL-9 <<http://www.enerjiatlasi.com/ruzgar/>>, alındığı tarih: 18.04.2015.
- URL-10 <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx>, alındığı tarih: 19.04.2015.
- URL-11<<http://tarim.com.tr/Haber/18247/Turkiye-nin-Hidroelektrik-potansiyeli.aspx>>, alındığı tarih: 19.04.2015.
- URL-12 <http://eng.harran.edu.tr/~ccetiner/biyokutle_enerjisi_6.pdf>, alındığı tarih: 19.04.2015.
- URL-13 <http://www.turkcebilgi.com/jeotermal_enerji>, alındığı tarih: 19.04.2015.
- URL-14 <http://eng.harran.edu.tr/~ccetiner/jeotermal_enerji_5.pdf>, alındığı tarih: 19.02.2015.
- URL-15 <<http://www.notdenizi.com/jeotermal-enerjisinin-kullanim-alanlari-1889/>>, alındığı tarih: 20.02.2015.
- URL-16 <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/jeo_kullanim_alanlari.aspx>, alındığı tarih: 21.02.2015.
- URL-17 <http://tr.wikipedia.org/wiki/Jeotermal_enerji>, alındığı tarih: 22.04.2015.
- URL-18 <http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/20ad4d76fe97759_ek.pdf>, alındığı tarih: 22.02.2015.
- URL-19 <<http://basyazicioglutarim.com.tr/Gallery>>. Alındığı tarih: 20.09.2015

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı :Ramazan ÖZER

Doğum Tarihi ve Yeri:18/11/1970 Kozaklı

E-posta adresi :rozer70@hotmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans :Yıldız Teknik Üniversitesi Müh. Fak. İnşaat Müh. Böl.

Yüksek Lisans :

Doktora :

MESLEKİ DENEYİM

- 2011 - **Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü (Ankara)**
İnşaat Emlak ve Proje Şube Müdürü
- 2010 - 2011 **Kozaklı Belediye Başkanlığı (Nevşehir/Kozaklı)**
Fen İşleri Müdürü
- 2004 - 2010 **Kozaklı Belediye Başkanlığı (Nevşehir/Kozaklı)**
Fen İşleri Müdür Vekili
- 2004 - 2002 **Özerler Mim.Müh. İnş. Eml. San.Ve Tic. Ltd. Şti. (Ankara)**
Şirket Müdürü (Taahhüt ve Proje İşleri)
- 2000 - 2002 **Elversan Ltd. Şti. (Ankara)**
Mühendis ve Pazarlama Elemanı (Çelik Kalıp ve İskele İşleri)
- 1997 - 1999 **Nuhoğlu İnş A.Ş. (İstanbul)**
Şantiye Şefi (Askeri Lojman ve Hayvanat Bahçesi İşleri)
- 1996 - 1996 **Mogasen A.Ş. (Ankara)**
Saha Mühendisi (Altyapı İşleri)

1994 - 1995	Yapı-Sel İnş. A.Ş. (Kozaklı) Şantiye Şefi (Konut ve Lojman İşleri)
1993 - 1994	Akın İnş. Ltd. Şti. (İstanbul) Saha Mühendisi (Park ve Bahçe İşleri ile Altyapı İşleri)