



Elazığ İlinin Jeotermal Varlığının  
Sektörlere Göre Yatırım İmkânlarının Belirlenmesi ve  
Söz Konusu Jeotermal Varlıklar Özelinde Yatırım Ön Fizibilitelerinin Çıkarılması

**SONUÇ RAPORU**



ELAZIĞ İLİNİN JEOTERMAL VARLIĞININ  
SEKTÖRLERE GÖRE YATIRIM İMKÂNLARININ BELİRLENMESİ VE  
SÖZ KONUSU JEOTERMAL VARLIKLAR ÖZELİNDE YATIRIM ÖN FİZİBİLİTELERİNİN  
ÇIKARILMASI

**DETA Araştırma & Danışmanlık Tarafından Hazırlanmıştır.  
Aralık 2018**

<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>3</b>
Şekiller Dizini .....	5
Tablolar Dizini .....	6
Resimler Dizini .....	7
Kısaltmalar .....	8
<b>YÖNETİCİ ve GİRİŞİMCİ ÖZETİ</b> .....	<b>9</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>15</b>
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	16
1.2. Çalışma Yöntemi .....	16
1.3. Çalışma Kapsamında Gerçekleştirilen Faaliyetler.....	17
<b>2. JEOTERMAL ENERJİ</b> .....	<b>18</b>
2.1. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları .....	19
<b>3. KARAKOÇAN KIZILCA JEOTERMAL SAHASI</b> .....	<b>22</b>
3.1. Ruhsat Alanı ve Çevresine Ait Önceki Çalışmalar .....	24
3.2. Jeoloji .....	25
3.2.1. Stratigrafi .....	25
3.2.1.1. Solhan Formasyonu(Mivs) .....	27
3.2.1.2. Traverten(Qtr) .....	28
3.2.1.3. Alüvyon(Qal) .....	28
3.2.2. Yapısal Jeoloji .....	30
3.2.3. Faylar .....	30
3.2.4. Jeofizik Çalışmalar .....	30
3.2.4.1. Rezistivite Çalışmaları .....	30
3.2.5. Su Kimyası Çalışmaları .....	33
3.2.5.1. Su Kaynakları .....	33
3.2.5.2. Suların Sınıflandırılması .....	35
<b>4. TERMAL TURİZM YATIRIMI ÖN FİZİBİLİTESİ</b> .....	<b>39</b>
4.1. Talep Analizi .....	40
4.2. İşletme Yapısı .....	42
4.3. Yatırım Maliyetleri .....	43
4.4. İşletme Gelir/Giderleri .....	43
4.5. Ekonomik Analiz .....	45
4.6. Finansal Analiz .....	46
4.7. Risk Değerlendirmesi .....	47
<b>5. JEOTERMAL SERA YATIRIMI ÖN FİZİBİLİTESİ</b> .....	<b>49</b>
5.1. Talep Analizi .....	52
5.2. İşletme Yapısı .....	54
5.3. Yatırım Maliyetleri .....	56
5.4. İşletme Gelir/Giderleri .....	59
5.5. Ekonomik Analiz .....	60
5.6. Finansal Analiz .....	61
5.7. Risk Değerlendirmesi .....	62
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	<b>63</b>
<b>7. EKLER</b> .....	<b>67</b>
<b>8. KAYNAKLAR</b> .....	<b>72</b>

## DİZİNLER

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Jeotermal Sistemin Elemanları .....	21
Şekil 2. Çalışma Alanı Yer Bulduru Haritası .....	23
Şekil 3. Çalışma Alanı Jeoloji Haritası .....	26
Şekil 4. Çalışma Alanına Ait Genelleştirilmiş Dikme Kesit.....	26
Şekil 5. Peri Suyu Havzası Fay Haritası .....	31
Şekil 6. AR: 07 No.lu Ruhsat Alanında Alınan DES Ölçü Noktaları ve Profillerine Ait Lokasyon Haritası .....	32
Şekil 7. Çalışma Alanı (Ruhsat Sahası) İle Bağın ve Karakoçan Kaplıcalarının Konumunu Gösteren Uydu Görüntüsü .....	35
Şekil 8. Çalışma Kapsamında Örneklenen Sulara Ait Piper Diyagramı .....	36
Şekil 9. Çalışma Kapsamında Örneklenen Sulara Ait Yarı Logaritmik Schoeller diyagramı .....	36

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.1</b> Lindal Diagramına Göre Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Alanları .....	19
<b>Tablo 2.1</b> AR: 07 No.lu Jeotermal Kaynak Arama Ruhsat Alanı .....	24
<b>Tablo 2.2</b> AR: 07 No.lu Jeotermal Kaynak Arama Ruhsat Alanının Koordinatları .....	24
<b>Tablo 2.3</b> AR: 07 No.lu Jeotermal Kaynak Arama Ruhsat Sahasında Önerilen Jeotermal Enerji Araştırma Sondajına Ait Lokasyon Bilgileri ve Muhtemel Derinlik .....	32
<b>Tablo 2.4</b> Çalışma Alanında Yerinde Ölçüm Gerçekleştirilen ve Numune Alınan Kuyu ve Kaynaklar ile Bunlara Ait Kuyu/Kaynak Başı Sıcaklık ve Elektriksel İletkenlik (EC) Değerleri ve Lokasyon Bilgileri .....	34
<b>Tablo 2.5</b> Proje Kapsamında Örneklenen Su Numunelerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları .....	37
<b>Tablo 2.6</b> Proje Kapsamında Örneklenen Su Numunelerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları .....	38
<b>Tablo 3.1.</b> Turizm İşletme Belgeli Konaklama Tesislerinde Geceleme, Ortalama Kalış Süresi ve Doluluk Oranlarının İllere e İlçelere Göre Dağılımı .....	41
<b>Tablo 3.2</b> Termal Tesis İçin Tam Kapasite Yıllık Tahmini Gelir Gider Tablosu .....	44
<b>Tablo 3.3</b> İşletmenin Yatak Başına Birim Maliyetleri .....	44
<b>Tablo 3.4</b> Termal Tesis %55 Doluluk Oranı ile Gelir Gider Tablosu .....	44
<b>Tablo 3.5</b> Termal Tesis Tam Kapasite Kâr Tablosu .....	45
<b>Tablo 3.6</b> Termal Tesis %55 Kapasite Kâr Tablosu .....	45
<b>Tablo 3.7</b> Termal Tesis Yatırım Kârlılığı Tablosu .....	46
<b>Tablo 3.8</b> Termal Tesis Yatırım Geri Dönüş Süresi Tablosu .....	46
<b>Tablo 3.9</b> Termal Tesis %55 Kapasite Yatırım Değerleri .....	47
<b>Tablo 3.10</b> Termal Tesis Tam Kapasite Yatırım Değerleri .....	47
<b>Tablo 4.1</b> Elazığ İklim Tablosu .....	51
<b>Tablo 4.2</b> Sebzelerin Üretim Miktarları .....	53
<b>Tablo 4.3</b> Sabit Yatırım Maliyetleri .....	59
<b>Tablo 4.4</b> Personel Giderleri Tablosu .....	60
<b>Tablo 4.5</b> Sera Yatırımı Gider Kalemleri ve Yıllık Giderler .....	60
<b>Tablo 4.6</b> Sera Yatırımı Tam Kapasite Kâr Tablosu .....	60
<b>Tablo 4.7</b> Sera Yatırımı- Yatırım Kârlılığı Tablosu .....	61
<b>Tablo 4.8</b> Sera Yatırım Geri Dönüş Süresi Tablosu .....	61
<b>Tablo 4.9</b> Sera Yatırımı Tam Kapasite Yatırım Değerleri .....	61

## RESİMLER DİZİNİ

<b>Resim 1.</b> Solhan Formasyonu İçerisinde Yer Alan Volkanik Seviyelere Ait Bir Görünüm ( <i>Hamzalı Köyü Güneyi, Kuzeybatıya Bakış</i> ) .....	27
<b>Resim 2.</b> Solhan Formasyonu İçerisindeki Marn ve Tüf Seviyelerine Ait Bir Görünüm ( <i>Çayrgülü Köyü Kuzeyi, Doğuya Bakış</i> ) .....	27
<b>Resim 3.</b> Solhan Formasyonu İçerisindeki Bazalt Seviyelerine Ait Bir Görünüm ( <i>Kızılca Köyü Kuzeydoğusu, Doğuya Bakış</i> ) .....	28
<b>Resim 4.</b> Travertenlerden Bir Görünüm ( <i>Kızılca Köyü Güneyi, Batıya Bakış</i> ) .....	28
<b>Resim 5.</b> Travertenlerden Bir Görünüm ( <i>Kızılca Köyü GB'i</i> ).....	29
<b>Resim 6.</b> Gotik Tipi Plastik Jeotermal Seradan Bir Görünüm .....	56
<b>Resim 7.</b> 13.03.2018 Tarihinde Gerçekleştirilen Saha Ziyareti Çalışmaları .....	69
<b>Resim 8.</b> Ruhsat Sahası İçerisinde Özellikle MTA Tarafından Sürdürülen Sondaj Çalışmasının Yapıldığı Bölgede Açık Maden İşletmeciliği Yapılan Traverten Oluşumları .....	70
<b>Resim 9.</b> MTA Tarafından Sahada Sürdürülen Sondaj Çalışması .....	71
<b>Resim 10.</b> MTA Tarafından Sahada Sürdürülen Sondaj Çalışması .....	71

## KISALTMALAR

- MTA:** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü  
**DES:** Rezistivite-düşey elektrik sondaj  
**SP-Türev:** Standart Profil Türev  
**Mivs:** Jeolojik olarak ayırtlanmış Solhan Formasyonu  
**Qtr:** Jeolojik olarak ayırtlanmış traverten birimi  
**Qal:** Jeolojik olarak ayırtlanmış alüvyon birimi  
**KAF:** Kuzey Anadolu Fayı  
**DAF:** Doğu Anadolu Fayı  
**Ca<sup>+2</sup>:** Suda çözünmüş olarak bulunan kalsiyum iyonu  
**Mg<sup>+2</sup>:** Suda çözünmüş olarak bulunan magnezyum iyonu  
**Na<sup>+</sup>:** Suda çözünmüş olarak bulunan sodyum iyonu  
**K<sup>+</sup>:** Suda çözünmüş olarak bulunan potasyum iyonu  
**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:** Suda çözünmüş olarak bulunan bikarbonat iyonu  
**CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>:** Suda çözünmüş olarak bulunan karbonat iyonu  
**Cl<sup>-</sup>:** Suda çözünmüş olarak bulunan klor iyonu  
**SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>:** Suda çözünmüş olarak bulunan sülfat iyonu  
**EC:** Suyun elektriksel iletkenlik değeri  
**T:** Suyun sıcaklığı (°C olarak)  
**IAH:** Uluslararası Hidrojeologlar Birliği



# YÖNETİCİ ve GİRİŞİMCİ ÖZETİ

## YÖNETİCİ/GİRİŞİMCİ ÖZETİ

Pazardaki sürekli değişim, girişimcileri, kullanıcıların beklentilerini karşılamak üzere, daha sistematik düşünmeye zorlamaktadır. Yapılan projelerin ölçekleri büyümekte, buna bağlı olarak riskleri de artmaktadır. Bu nedenle girişimciler, riskleri azaltmak için yatırımın realizasyonu öncesinde yapılan çalışmalara daha fazla önem vermek zorunda kalmışlardır.

Yatırım projelerini konu edinen fizibilite araştırmaları, belirlenmiş mal ya da hizmetlerin üretimi için kaynakların tahsisi durumunda, elde edilecek avantaj ve dezavantajların değerlendirilmesini mümkün kılacak bilgileri derlemek amacıyla yapılan çalışmalar olarak kabul edilmektedir.

Potansiyel başarı derecelerine göre öncelikleri belirlenen ürün ya da proje fikirleri için fizibilite etüdüne başlamadan önce bir ön fizibilite çalışması yapmak gerekir. Ön fizibilite, mevcut yayınlanmış bilgi kaynaklarından, ilgili kişi ve kuruluşlardan sağlanacak bilgiler ışığında, projenin teknik, ekonomik ve mali yapılabilirliğinin yatırım fikrinin temel değişkenlerin dahil edilerek incelenmesi olarak tanımlanabilir.

Proje hakkında kesin bir kararın verilmesini sağlayacak fizibilite etüdü, zaman alıcı ve pahalı bir iş olduğundan, doğrudan buna başvurulmaz; daha az iş gerektiren, daha az zaman alan ve dolayısıyla daha ekonomik bir çalışma olan ön fizibilite etüdü hazırlanır.

Ön fizibilite etüdü sonucunda;

- ▷ Proje fikrinin çok cazip bulunması halinde, yatırım kararı, ön fizibilite çalışması aşamasında oluşturulan bilgilere dayanarak alınabilir.
- ▷ Projenin, fizibilite etüdü ile daha ayrıntılı biçimde analizine ihtiyaç duyulabilir.
- ▷ Projenin, pazar araştırması, laboratuvar denemeleri, pilot tesis denemeleri gibi işlevsel yada destek çalışmalar gibi kritik unsurları için ayrıntılı araştırmalar yapılması gerekebilir.
- ▷ Bilgiler, proje fikrinin yapılabilir/sürdürülebilir bir öneri olmadığını ya da girişimci için yeterince cazip olmadığını gösterebilir.

Ön fizibilite ve fizibilite etüdlerinde ele alınan konu başlıkları hemen hemen aynıdır. İkisi arasındaki temel fark, incelemenin ayrıntısı ve dolayısıyla güvenilirlik derecesidir. Ön fizibilite çalışmalarının yatırımcı tarafından olumlu bulunması durumunda daha ayrıntılı bir çalışma olan fizibilite çalışmasına geçiş yapılır.

## Projenin Gerekçesi

Elazığ ili, Karakoçan İlçesi, Kızılca Bölgesi'nde bulunan jeotermal varlığın tespit edilmesine yönelik MTA tarafından yapılan etüdler sonucunda tespit edilen jeotermal varlığın ekonomik olarak değerlendirilmesi amacıyla, uygun kullanım alanlarının tespit edilerek somut yatırım önerilerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu jeotermal enerji potansiyeline bağlı olarak yapılabilecek kamu ve özel sektör yatırımlarına yol göstermesi amacıyla "Elazığ ilinin jeotermal varlığının sektörlere göre yatırım imkânlarının belirlenmesi amacıyla teknik, ekonomik ve mali açılardan inceleme ve değerlendirme çalışmaları yapılmış ve bu ön fizibilite etüdü DETA Danışmanlık, Eğitim, Tanıtım ve Organizasyon Tic. Ltd. Şti. tarafından hazırlanmıştır.

## Değerlendirme Sonuç ve Önerileri:

Yatırımcılar, İl Özel İdaresi'ne başvuru yaparak Jeotermal Arama Ruhsatını İşletme Ruhsatına çevirmelidirler. İşletme Ruhsatı aşamasında 5686 sayılı Jeotermal Yasası gereği Koruma Alanı Etüt Raporu yapılması zorunludur. Koruma alanı haritasındaki koruma zonları Belediye tarafından imar planlarına işlenmek zorundadır. İmar planlarındaki değişiklikler yapıldıktan sonra termal turizm yatırımı için T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın ilgili birimlerine başvurular yapılmalıdır. Sera yatırımı başlangıcı için hiçbir kurumdan izin belgesine ihtiyaç yoktur. Sera yatırımı yapılırken ve bitiminde Tarım ve Sağlık bakanlıklarının ilgili birimlerinden kontroller yapılmaktadır.

Elazığ İli Karakoçan İlçesi'nde jeotermal kaynaktan enerji elde edilmesi ve uygun kullanım alanlarının belirlenmesi ön fizibilite çalışmalarının sonucunda, jeotermal kaynağın ısı değerleri yeterli olmadığından elektrik üretimi projesi elenmiştir.

Termal tesis projesinin ise en iyi proje olduğu kanaatine varılmıştır. Detaylı fizibilite etüdü hazırlanarak ve özellikle pazarlama alanında detaylı araştırma yapılarak, müşteri potansiyeli araştırılmalıdır.

Sahada yapılan sondaj çalışmaları sonucu bulunan 42°C sıcaklıktaki jeotermal akışkan **takviye ısıtmaya gerek olmadan 10 dönümlük** jeotermal sera yatırımı kullanılabilir. Ancak detaylı bir fizibilite ile Pazarlama imkanları, satış fiyatları ve maliyet bileşenleri araştırılmalıdır.

Karakoçan Kızılca'da bulunan 42°C jeotermal akışkan sahasında **termal turizm yatırımı** en optimum seçenek olacaktır. Bu tesisler konaklama, dinlenme, eğlence ile 12-21 gün sürebilen kür tedavi uygulamalarının tüm yıl boyunca yapılabileceği tesislerdir.

Termal turizm yatırımları için 42°C sıcaklık ve 35-40 litre/saniye debi aralığında değerlere sahip **1 adet kuyu** yeterli olacaktır. Bir kuyudan elde edilecek bu değerler ile **ortalama 1000 yatak kapasiteli** termal turizm yatırımlarının akışkan ihtiyacı karşılanabilir.

Termal turizm yatırımlarında en önemli unsur jeotermal akışkan yönetiminin tek elden olmasıdır. Böylece kontrollü ve ihtiyaç kadar üretim sağlanarak ruhsat alanındaki suyun israfı önlenecek ve rezervuarın uzun ömürlü olması sağlanacaktır.

Turizm sektöründe hizmet kalitesi en önemli etkidir. Bu nedenle yatırımın istihdama ve gelir düzeyinin artmasına olumlu etkileri olması beklenmektedir. Termal turizmde müşteri memnuniyetinin sağla-

nabilmesinin; ulaşım, altyapı, güvenlik, tesis kalitesi, fiyatlama, vb. gibi birçok ön koşulu bulunmaktadır. Bölgenin yeterince tanıtılması talebi etkileyecek önemli bir unsurdur. Özellikle, yaşlı ve satın alma gücü yüksek yerli ve yabancı turistlere yönelik pazarlama anlayışı ön planda olmalıdır. Tüm bu çabaların sistemli bir şekilde yapılması durumunda tesisin ekonomik, teknik ve mali açıdan yapılabilir nitelikte olacağı düşünülmektedir.

Karakoçan Kızılca'da bulunan 42°C jeotermal akışkan sahasında, **termal turizm yatırımı** ve **jeotermal sera yatırımı** projelerinin optimum seçenekler olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Her iki proje ile ilgili özet değerlendirme sonuçları aşağıda verilmiştir.

**Projenin Adı: Termal Turizm Yatırımı**

**Tesisin Kurulu Kapasitesi: 200 Yatak**

**Toplam Yatırım Tutarı: 20.506.800 TL**

TAM KAPASİTEDE (TL)	
TOPLAM GELİR	12.866.250
TOPLAM GİDER	4.667.620
BRÜT KAR	8.198.630
VERGİLER %25	2.049.657
NET KAR	6.148.973

%55 KAPASİTEDE (TL)	
TOPLAM GELİR	7.076.437
TOPLAM GİDER	4.194.324
BRÜT KAR	2.882.113
VERGİLER %25	720.528
NET KAR	2.161.585

**Yatırımın Sağlayacağı İstihdam:** Kurulacak tesiste toplam 28 kişinin istihdam edileceği öngörülmüştür.

**Yatırımın Karlılığı;**

**Tam Kapasitede = %30,0**

**%55 Kapasite Kullanımında = %10,5**

**Yatırımın Geri Dönüş Süresi;**

**Tam Kapasitede = 3,3 yıl**

**%55 Kapasite Kullanımında = 9,5 yıl**

**Projenin Adı: Jeotermal Sera Yatırımı**

**Tesisin kurulu Kapasitesi: 560 Ton/Yıl**

**Toplam Yatırım Tutarı: 4.684.000 TL**

<b>TAM KAPASİTEDE (TL)</b>	
<b>TOPLAM GELİR</b>	<b>1.484.000</b>
<b>TOPLAM GİDER</b>	<b>865.120</b>
<b>BRÜT KAR</b>	<b>618.880</b>
<b>VERGİLER%25</b>	<b>154.720</b>
<b>NET KAR</b>	<b>464.160</b>

**Yatırımın Sağlayacağı İstihdam:** Kurulacak tesiste toplam 13 kişinin istihdam edileceği öngörülmüştür.

**Yatırımın Karlılığı; %9,9**

**Yatırımın Geri Dönüş Süresi;10,08 yıl**

Karakoçan Kızılca jeotermal sahasından elde edilecek 42 °C sıcaklıktaki jeotermal akışkan **takviye ısıtma yöntemleri ile (kömür, doğalgaz, vb.) minimum 60°C sıcaklığa** ısıtılarak jeotermal sera yatırımında kullanılabilir. Bu şekilde kullanılacağı varsayılırsa, tek üretim kuyusu ile yaklaşık 20-25 dönüm aralığında bir sera alanı ısıtılabilir. **20-25 dönümlük** bir sera yatırımı için 1 adet üretim kuyusu ve 1 adet reenjeksiyon kuyusu başlangıç için yeterli olacaktır. Ancak MTA verilerine göre bölgede çıkan jeotermal akışkan hiçbir ısı takviyesi gerektirmeden 10 dönüm serayı ısıtabilir.

Söz konusu yatırım emek yoğun bir yatırımdır. Bu nedenle yatırımın istihdama ve gelir düzeyinin artmasına olumlu etkileri olması beklenmektedir. Bu çerçevede yatırımla ilgili yapılan ön analizler neticesinde pazarlama çabalarının sistemli bir şekilde planlanması durumunda tesisin ekonomik, teknik ve mali açıdan yapılabilir nitelikte olacağı düşünülmektedir.

# GİRİŞ

## Jeotermal Enerji

1

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Enerjide dışa bağımlı olan ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli oldukça yüksek olup, mevcut potansiyelin değerlendirilmesine yönelik talep ve ihtiyaç her geçen gün artmaktadır.

Elazığ İli Karakoçan İlçesi Kızılca Bölgesi'nde bulunan jeotermal varlığın tespit edilmesine yönelik etüt çalışmaları MTA tarafından yürütülmüş ve raporları hazırlanmıştır. Bu kapsamda, söz konusu çalışmalar sonucunda tespit edilen jeotermal varlığın ekonomik olarak değerlendirilmesi amacıyla, uygun kullanım alanlarının tespit edilerek somut yatırım önerilerinin ortaya çıkarılması amacı ile bu ön fizibilite etüdü hazırlanmıştır.

Çalışmanın kapsamı; Elazığ İli Karakoçan İlçesi'nde jeotermal kaynaktan enerji elde edilmesi ve uygun kullanım alanlarının teknik, ekonomik ve mali yönlerden değerlendirilerek tespit edilmesidir.

### 1.2. Çalışmanın Yöntemi

Çalışmalar aşağıdaki yöntem uygulanmak sureti ile gerçekleştirilmiştir.

- ▷ Jeotermal enerjinin oluşumu, jeotermal sistem elemanları, jeotermal enerjinin genel kullanım alanları ve jeotermal kaynakların sınıflandırılması konusunda genel bilgiler derlenmiş ve raporun Jeotermal Enerji başlığı altında açıklanmıştır.
- ▷ Literatür çalışması: Bölgede yapılmış daha önceki çalışmalar araştırılmış ve raporun Ruhsat Alanı ve Çevresine Ait Önceki Çalışmalar başlığı altında özetlenmiştir.
- ▷ Çalışma alanı olarak belirlenmiş olan Elazığ İl Özel İdaresi adına kayıtlı AR: 07 no.lu jeotermal kaynak arama sahasının; stratigrafisi, yapısal jeolojisi ve fayları hakkında bilgi içeren jeolojisi araştırılmış ve Jeoloji başlığı altında açıklanmıştır.
- ▷ Jeotermal potansiyelin ve olası sondaj lokasyonunun tespit edilmesinde önemli bir yöntem olan rezistivite değerlendirmelerini içeren jeofizik çalışmalar araştırılmış ve jeofizik çalışmalar başlığı altında açıklanmıştır.
- ▷ Ruhsat sahasında ortaya çıkarılması muhtemel jeotermal akışkanın özelliklerinin ortaya konulabilmesi amacıyla ruhsat sahası çevresinde yer alan su kaynakları incelenmiştir. Bu kaynakların sıcaklık ve elektriksel iletkenlik değerleri belirlenerek kimyasal analizleri yapılmıştır. Oluşturulan piper ve schoeller diyagramları yardımı ile su kimyası çalışmaları değerlendirilmiş ve Su Kimyası Çalışmaları başlığı altında açıklanmıştır.

Elazığ İl Özel İdaresi'ne ait AR:07 no.lu Karakoçan Kızılca jeotermal sahasına ilişkin en optimum yatırım seçenekleri belirlenerek, bunlara ilişkin teknik ve ekonomik bilgilere rapor içerisinde ilgili başlıklar altında yer verilmiştir.



tarafından yapılmış olan jeoloji, jeofizik ve jeokimya çalışmaları detaylı olarak incelenmiştir. Ruhsat alanı ve çevresinde geçmiş yıllarda yapılan diğer çalışmalar da gözden geçirilmiştir. Tüm bu çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda proje ekibimiz tarafından varılan kanaatlere “Proje Ekibinin Bölgeye İlişkin Tespitleri” başlığı altında yer verilmiştir.

### **1.3. Çalışma Kapsamında Gerçekleştirilen Faaliyetler**

MTA Genel Müdürlüğü ile Elazığ İl Özel İdaresi arasında 01.08.2017 tarihinde imzalanan sözleşme gereği ücretli işler kapsamında gerçekleştirilen 2017.33.43 proje özel kod no.lu “Elazığ İl Özel İdaresi Adına Karakoçan Kızılca Jeotermal Sahasında Jeotermal Etüd Çalışması Projesi” ile Elazığ İl Özel İdaresi’ne ait AR: 07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsat sahasında jeotermal enerji arama ve sondaj lokasyonlarını belirleme amaçlı bir çalışma yapılmıştır.

Raporun jeoloji, jeofizik ve su kimyası çalışmalarının değerlendirilmesinde bu rapordan yararlanılmıştır.

Ruhsat alanında çalışmalar yapmak üzere 13.03.2018 tarihinde bir saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında Fırat Kalkınma Ajansı yetkili uzmanları ile yaklaşık iki saat süren bir proje açılış toplantısı gerçekleştirilmiştir. Toplantıya DETA Danışmanlık, Eğitim, Tanıtım ve Organizasyon Tic. Ltd. Şti. adına Proje Koordinatörü ve Proje Yürütücüsü katılmıştır. Toplantıda Elazığ İli, Karakoçan İlçesi, Kızılca Bölgesinde yapılacak olan çalışma ile ilgili olarak Uygulayıcı Kuruluş yetkililerine bilgiler aktarılmış ve ilgililerden yapılacak çalışmanın sonucuna dair beklentileri tespit edilmiştir.

Proje sahasında yakın zamanda MTA Bölge Müdürlüğü tarafından bir sondaj çalışmasının yapılmaya başlandığı ve bu çalışmanın 300 m. derinlikte iken yaklaşık 30 °C sıcaklığa sahip bir kaynağın tespit edildiği bilgilerine ulaşılmıştır. Başlatılan çalışmanın tahminen 1-1,5 ay içerisinde tamamlanacağı ve bu çalışma neticesinde oluşturulacak raporların da DETA Danışmanlık, Eğitim, Tanıtım ve Organizasyon Tic. Ltd. Şti. proje ekibine sunulacağı belirtilmiştir.

Proje ekibi tarafından 14 Mart 2018 tarihinde Karakoçan Kaymakamlığı’na ziyarette bulunulmuştur. Karakoçan Kaymakamı Mehmet KOCABEY, makamında ziyaret edilerek proje hakkında bilgi verilmiştir. Karakoçan İlçe Özel İdare Müdürü Selçuk HAVUÇGİLden bilgiler, çeşitli veri ve dokümanlar alınmıştır. Proje sahasında MTA’nın alanda yapmış olduğu sondaj çalışması ve ruhsat alanı hakkında MTA Proje Başkanı Orhan KILINÇ ve MTA yetkilileri ile görüşülerek detaylı bilgiler toplanmıştır.

Elazığ İl Özel İdaresi mühendisleri Ergün ATABAY ve Ramazan BULUT’tan İl Özel İdaresinin alanda yapmış olduğu çalışma hakkında bilgi alınmıştır.

Elazığ Valisi Sayın Çetin Oktay KALDIRIM ve beraberindeki heyetle DETA Danışmanlık, Eğitim, Tanıtım ve Organizasyon Tic. Ltd. Şti. tarafından üstlenicisi olunan proje ile ilgili müzakerelerde bulunulmuştur. Proje sahası içerisindeki belli noktalar gözlemlenmiş ve çalışmalara dayanak olacak görsel kayıtlar oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen saha ziyaretinde ruhsat sahası içerisinde yer alan jeolojik birimler arazide incelenmiştir.

## 2

## JEOTERMAL ENERJİ

## 2. JEOTERMAL ENERJİ

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları atmosferik sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su, buhar ve gazlardan oluşan akışkandan elden edilen enerji olarak tanımlanabilir. Bunun yanında herhangi bir akışkan içermeden bazı teknik yöntemlerle yeraltındaki ısıdan yararlanılması da jeotermal enerji kaynağı olarak görülmektedir.

### 2.1. Jeotermal Enerjinin Kullanım Alanları

Jeotermal enerji elektrik üretimi, ısıtma (bölgesel, konut, termal tesis, sera vb.), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, bitki ve kültür balıkçılığı, termal turizm vb. alanlarda kullanılmaktadır. Ülkelere göre değişik sınıflandırmalar olmasına rağmen jeotermal enerji kaynakları; düşük (20-70°C), orta (70-150 °C) ve yüksek (150 °C'dan yüksek) entalpili (sıcaklıklı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Düşük ve orta sıcaklıklı sahalar bugünkü teknolojik ve ekonomik koşullar altında, başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, bina, zirai kullanımlar), endüstride (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayiinde, dericilikte, soğutma tesislerinde), kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, akışkandaki CO<sub>2</sub>'den kuru buz eldesinde) kullanılmaktadır. Yüksek entalpili sahalardan elde edilen akışkandan elektrik üretiminin yanı sıra entegre olarak diğer alanlarda da kullanılabilir. Bunun yanında orta entalpili sahalardaki akışkanlardan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

Jeotermal enerjinin akışkan sıcaklığına bağlı olarak doğrudan kullanım alanları Tablo 1.1'de verilmiştir.

**Tablo 1.1.** Lindal Diagramına Göre Jeotermal Akışkanın Sıcaklığına Göre Kullanım Alanları

Sıcaklık (°C)	Kullanım Alanları	
180	Yüksek konsantrasyon solüsyonunun buharlaşması, amonyum absorpsiyonu ile soğutma	Flash Sistem ile elektrik üretimi
170	Hidrojen sülfid yolu ile ağırsu eldesi, diatomitlerin kurutulması	
160	Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması	Binary Sistem ile elektrik üretimi
150	Bayer's yöntemiyle alüminyum eldesi	
140	Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (konservecilikte)	
130	Şeker endüstrisi, tuz eldesi	
120	Temiz su eldesi, tuzluluk oranının artırılması	
110	Çimento kurutulması	
100	Organik maddeleri kurutma, (yosun, et, sebze vb.) yün yıkama ve kurutma	
90	Balık kurutma	
80	Ev ve sera ısıtma	
70	Soğutma	
60	Kümes ve ahır ısıtma	
50	Mantar yetiştirme, balneolojik banyolar	
40	Toprak ısıtma	
30	Yüzme havuzları, fermantasyon, damıtma, sağlık tesisleri	
20	Balık çiftlikleri	

Jeotermal enerjinin kullanım alanları arttıkça tanımlamaları da genişlemekte ve çevre ile ilişkileri kurulmaktadır. Jeotermal enerjinin çevre ile olan olumlu ilişkileri göz önünde tutularak, teknik tanımların yanı sıra son zamanlarda sembolleşen pratik tanımları da bulunmaktadır. Bunları maddeler halinde şu şekilde sıralamak mümkündür;

1. Çevre dostu enerjidir,
2. Ucuz enerjidir,
3. Yenilenebilir enerjidir.

Jeotermal sistem üç ana unsurdan oluşmaktadır: Isı kaynağı, rezervuar ve ısıyı taşıyan akışkan (Şekil 1).

Isı kaynağı yüksek sıcaklıklı (>600 °C) ve yüzeye yakın kısımlara ulaşabilen (5–10 km) magmatik sokulumlar olabileceği gibi, düşük sıcaklıklı sistemlerde de derinlikle birlikte artan normal sıcaklık (jeotermik gradyan -ortalama 2,5–3 °C/100 m) olabilir.

Rezervuar ise ısıyı taşıyan sıvının devir-daim edebileceği çatlaklı (permeable) kayalardır. Rezervuarların üzerinde genellikle geçirimsiz tabakalar bulunmaktadır.

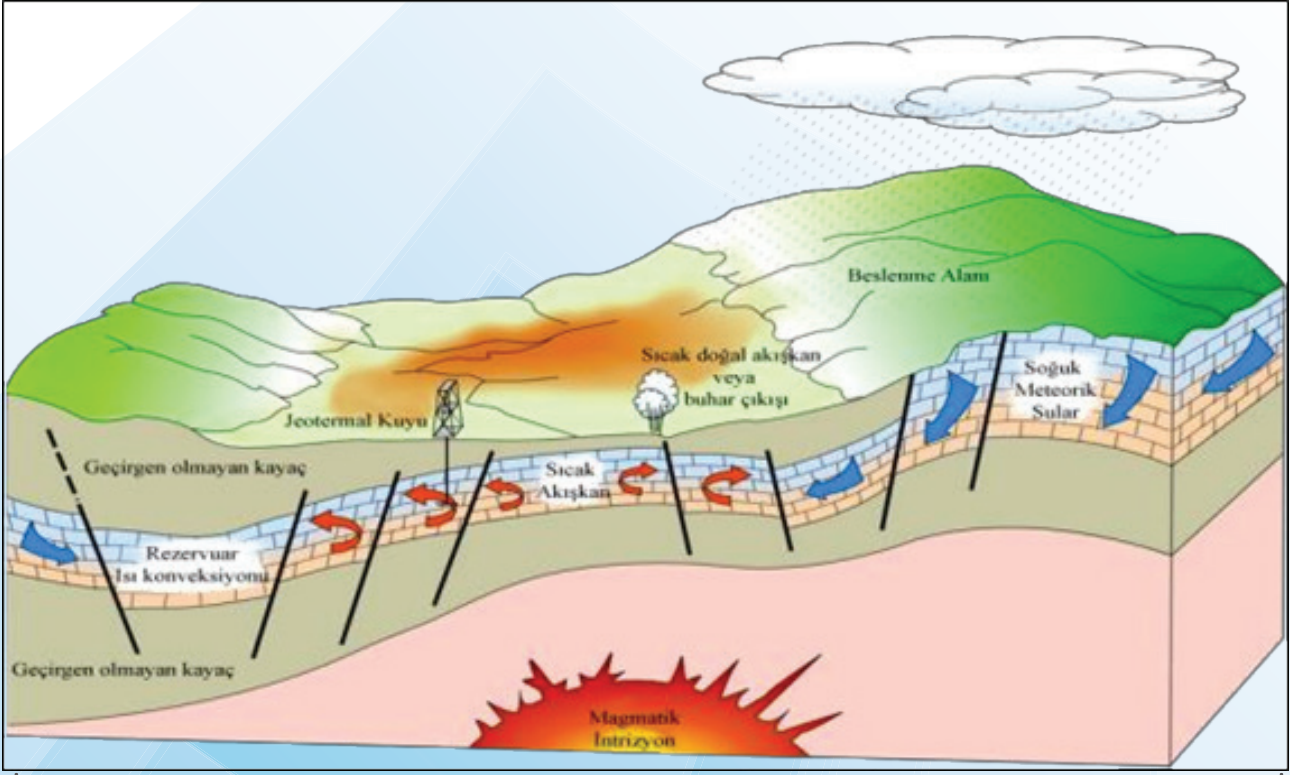
Jeotermal akışkan ise çoğu durumda meteorik sudur ve rezervuarda sıcaklık ve basınca bağlı olarak buhar veya sıvı haldedir. Bu su genellikle bazı kimyasal maddeler ve gazlar (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S gibi) içerir. Düşük ve orta sıcaklıktaki jeotermal kaynaklar çok farklı alanlarda kullanılabilir. Sıcaklığı 20°C'den daha düşük olan jeotermal kaynaklardan, ısı pompaları ile ısıtma ve soğutma uygulamalarında yararlanılmaktadır. Lindal diyagramı, jeotermal kaynaklardan yararlanmanın iki önemli yönünü gösterir. Birincisi, kullanılan akışkanın sıcaklığına bağlı olarak ikinci bir uygulamada kullanılması yoluyla jeotermal kaynakların kullanılabilirliğini artırması; ikincisi ise jeotermal kaynağın sıcaklığının mümkün kullanıma alanını sınırlandırmasıdır (Kılıç 1998).

Yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynakların (>100°C) en önemli kullanım alanı elektrik üretimidir. Düşük ve orta sıcaklıklı jeotermal kaynaklar (<100 °C) çok farklı kullanım alanlarına sahiptir. Klasik Lindal diyagramı farklı sıcaklıklara bağlı olarak jeotermal kaynağın kullanılabilir alanlarını göstermektedir. Bu diyagrama son yıllarda 85°C'nin üzerindeki jeotermal kaynakların binary cycle santrallerinde elektrik üretiminde kullanılması da eklenebilir.

Lindal diyagramı jeotermal kaynaklardan faydalanmanın iki önemli yönünü gösterir:

- a) Faydalanılan akışkanın sıcaklığına bağlı olarak ikinci bir işte kullanılması jeotermal kaynakların kullanılabilirliğini artırır.
- b) Jeotermal kaynağın sıcaklığı mümkün kullanım alanlarını sınırlar.

Jeotermal enerji, yeni ve yenilenebilir enerjidir. Yenilenebilir özelliği fosil yakıtlara ekonomik üstünlük sağlamaktadır ve çevre dostu bir enerjidir. Bu enerji kaynağının tüm Dünyada kullanımı önemli boyutlara ulaşmıştır. Bugün jeotermal enerji ile ısıtılan konut sayısı 1.000.000, tüm ısı uygulaması 2.000.000 konut eşdeğerdedir.



Anonim kaynaktan alınmıştır.

Şekil 1. Jeotermal Sistemin Elemanları

Jeotermal enerjinin ısıtmada, seracılık ve termal turizm 'de kullanılmasını başlıca 3 şekilde açıklamak mümkündür;

- Jeotermal akışkanın hiçbir aracı olmadan direkt kaynaktan alarak kullanımı,
- Üretim sahasına kurulacak ısı eşanjörü vasıtasıyla, ısıtılan suyun kullanım yeri ile saha arasında pompalanması ve jeotermal atığın jeotermal saha içinde çözümü,
- Jeotermal akışkanın kullanım yerine kadar pompalanması ve ısı eşanjörünün kullanım yerine kurulması ve atık akışkanın kullanım yerinde çözülmesi alternatifleridir.

Direkt kullanım yöntemi, jeotermal enerjiden faydalanmanın en eski, çok yönlü ve çok genel kullanım alanlarından biridir. Yer ve bölge ısıtmacılığı, tarımsal uygulamalar, balneolojik uygulamalar ve endüstri uygulamaları jeotermal enerjiden faydalanmanın en çok bilinen yöntemleridir.

Jeotermal enerji ile ısıtma, günümüzde en uygun ısıtma yöntemi olup, elektrikle ısıtmaya göre 10-14 kat, fuel-oil ile ısıtmaya göre 4-8 kat, kömürle ısıtmaya göre 6-8 kat daha avantajlıdır. Jeotermal enerji entegre kullanımda (elektrik, ısıtma, termal tesislerde, tarımda) daha da ekonomik olmaktadır.

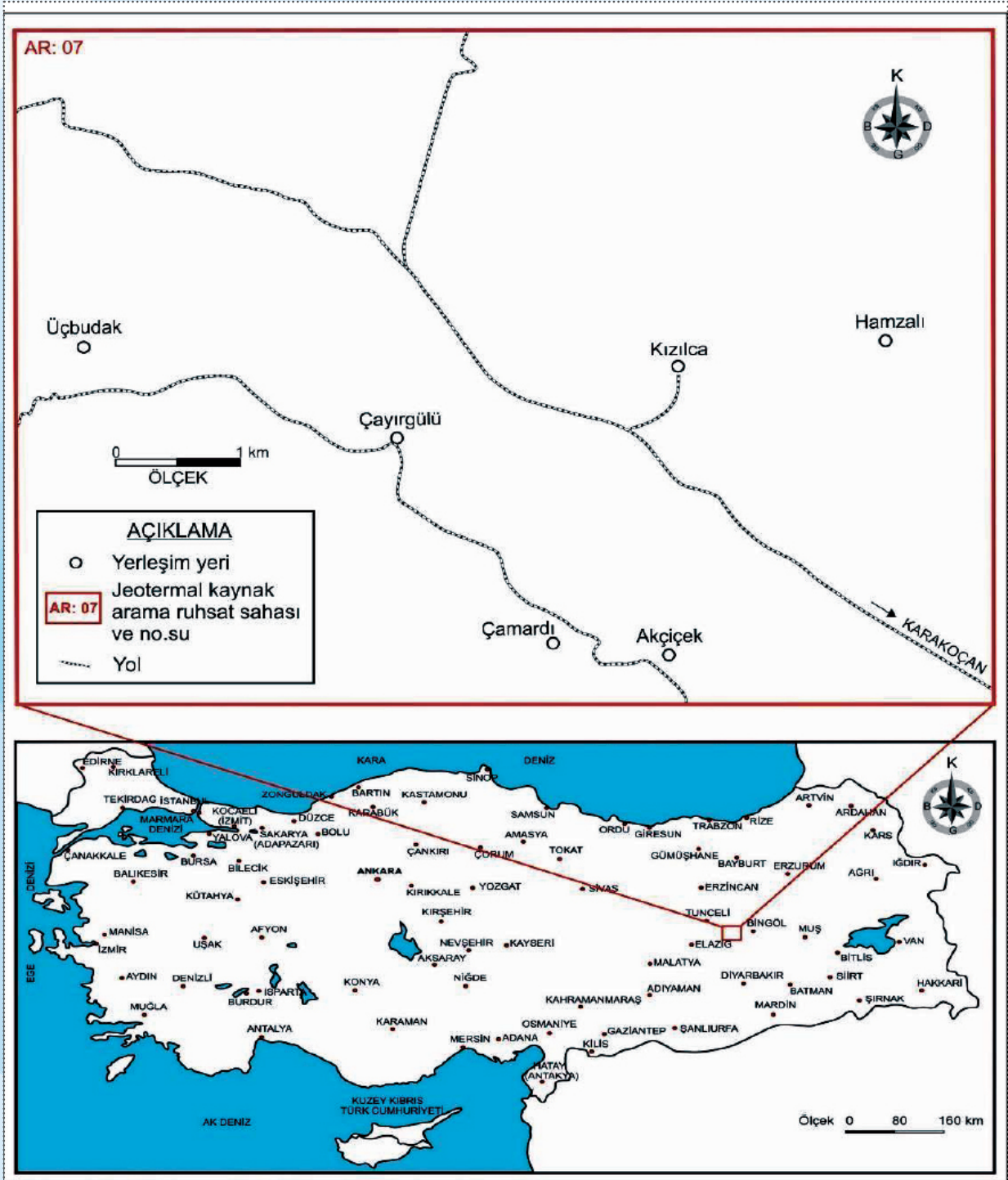
Jeotermal enerjinin kullanım safhasında çeşitli sorunları (kabuklaşma, korozyon, reenjeksiyon) bulunmaktadır. Ancak bu sorunlar önceden fizibilite yapılarak kullanım şekli ve yatırım yaparken göz önüne alınacak parametreler iyi belirlendiğinde ekonomikliğini koruyacaktır.

# 3

## KARAKOÇAN KIZILCA JEOTERMAL SAHASI

## 1. KARAKOÇAN KIZILCA JEOTERMAL SAHASI

Çalışmalarına konu olan Elazığ İl Özel İdaresi'ne ait AR:07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsatı, Karakoçan (Elazığ) ilçe merkezine yaklaşık 2,5 km mesafede olup, 1/25.000 ölçekli Elazığ J43- c3, J44-d4, K43-b2 ve K44-a1 paftaları içinde yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma Alanı Yer Bulduru Haritası

Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Şekil 2’de bilgileri verilmiş olan AR: 07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsat sahasındaki tüm jeotermal etüt çalışmaları, yaklaşık 50 km<sup>2</sup>’lik bir alan içerisinde gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 2.1.** AR: 07 No.lu Jeotermal Kaynak Arama Ruhsat Alanı

<b>İli</b>	<b>: Elazığ</b>
<b>İlçesi</b>	<b>: Karakoçan</b>
<b>Köy</b>	<b>: Kızılca</b>
<b>Kaynağın Cinsi</b>	<b>: Jeotermal kaynak</b>
<b>Ruhsat Numarası</b>	<b>: 07</b>
<b>Ruhsatın Yürürlüğe giriş tarihi</b>	<b>: 18.12.2014</b>
<b>Ruhsat Süresi Bitimi</b>	<b>: 18.12.2017</b>
<b>Ruhsat alanı(hektar)</b>	<b>: 4.814,11</b>
<b>Ruhsat sahibi</b>	<b>: Elazığ İl Özel İdaresi</b>
<b>Vergi Daire/No</b>	<b>: Harput V.D., No:6850053236</b>
<b>Ruhsatın Ait Olduğu Pafta</b>	<b>: K43-b2, J43-c3, K44-a1, J44-d4</b>
<b>Ruhsat Koordinatları</b>	<b>: Tablo 2.2</b>

**Tablo 2.2.** 07 No.lu Jeotermal Kaynak Arama Ruhsat Alanının Koordinatları

	1. Nokta	2. Nokta	3. Nokta	4. Nokta
Y (sağa)	588015	580005	580011	588020
X (yukarı)	4314188	4314181	4320194	4320196

### 3.1. Ruhsat Alanı ve Çevresine Ait Önceki Çalışmalar

Şaroğlu ve Güner (1981), Doğu Anadolu’nun tektoniği ile ilgili çalışmalarında, bu bölgenin Orta Miyosen’de başlayan neotektonik dönemde K-G doğrultulu sıkışma gerilmesinin etkisinde kaldığını ve buna bağlı olarak D-B doğrultulu kuzeye ya da güneye eğimli 39 yüksek açılı bindirmeler, eksenleri D-B doğrultulu kıvrımlar, KD-GB doğrultulu sol yönlü, KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, K-G doğrultulu açılma çatlakları geliştiğini ve alanda bu çatlaklardan çıkan volkanitlerin yer aldığını belirtmiştir.

Yazgan (1981, 1983, 1984), Pütürge-Malatya-Elazığ-Baskil ve Keban dolaylarında yaptığı incelemelerde, bölgenin jeotektonik evrimini levha tektoniği kuramıyla açıklamaya çalışmıştır. Araştırmacı, petrografik ve petrolojik sonuçları esas alarak, bölgede Üst Kretase ve Orta Eosen’de iki aktif kıta kenarının etkin olduğunu, bunlardan ilkinin Yüksekova Karmaşığı’nı ikincisinin ise Maden Karmaşığı’nı oluşturduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, bölgede kuzeyden güneye doğru sırası ile Pütürge, Elazığ ve Keban-Malatya naplarının varlığını kabul etmekte ve Pütürge Napı’nın tabanını Kenar Kıvrımları Kuşağı’nın sınırladığını belirtmektedir.



Bingöl (1982, 1984, 1988), Elazığ-Pertek-Kovancılar çevresinde yaptığı çalışmalarda, Yüksekova Karmaşığı'nın petrografi ve petrolojisini inceleyerek, karmaşığın oluşum ortamını açıklamaya çalışmıştır. Araştırmacı, Yüksekova Karmaşığı'nı, kalkalkali bir magmadan türemiş ada yayı ürünü olarak değerlendirmiş ve karmaşığın, Üst Kretase sonu tektonik hareketler ile Keban Metamorfileri tarafından üzerlendiğini belirtmiştir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1984), neotektonik dönemin Doğu Anadolu Bölgesinde, Orta Miyosen'de ve Neotetis'in kapanması sonucu meydana gelen kıta-kıta çarpışması ile başladığını, bu çarpışmanın bölgede sıkışma tektonik rejimi ile karakterize edilen bir kıta içi deformasyona neden olduğunu belirtip, neotektonik dönem boyunca Doğu Anadolu'da gelişen yapıları 5 alt başlık halinde toplamışlardır:

- (1) D-B doğrultulu, yüksek açılı bindirmeler,
- (2) K- G doğrultulu açılma çatlakları,
- (3) D-B doğrultulu kıvrımlar,
- (4) KKD-GGB veya KD-GB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar, (5) BKB-DGD veya KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar.

Şaroğlu vd. (1987), "Türkiye'nin Diri Fayları" adlı çalışmalarında Doğu Anadolu Fayı (DAF)'nın Karlıova-Bingöl arasındaki bölümünü ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Yazarlar bu çalışmalarında DAF'ın Karlıova doğusunda, Kargapazarı yöresinde Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile kesişme noktasından başladığını ve buradan itibaren KD-GB yönünde Bingöl il merkezi doğusundaki Tarbasan köyüne kadar 65 km'lik bir alanda belirgin olarak izlendiğini ifade etmişlerdir. Fay boyunca fay breşi, fay aynası, ezik zonlar, sıcak su kaynakları ve traverten oluşuklarının ve doğrultu atımlı fay morfolojisinin çok belirgin olduğunu ifade etmektedirler.

2017.33.43 proje özel kodu ile "Elazığ İl Özel İdaresi Adına Karakoçan Kızılca Jeotermal Sahasında Jeotermal Etüt Çalışması Projesi" kapsamında yürütülen çalışmalarda, ruhsat alanını kapsayan 50 km<sup>2</sup> lik bir alanda jeotermal amaçlı jeolojik etüt gerçekleştirilmiş ve 1/25.000 ölçekli, ruhsat alanı jeoloji haritası tamamlanmıştır. Jeofizik DES yöntemi olan Schlumberger elektrot dizilimi ile 50 noktada rezistivite-düşey elektrik sondaj (DES) ölçüsü alınmıştır. Uygulamalar esnasında, konuşlandırılan DES lokasyonları arasındaki mesafeler, jeofizik verilere ve topoğrafik koşullara bağlı olarak 250-1.000 m arasında değişmiş olup 500- 2.750 m'ye kadar olan derinlikler kuramsal olarak araştırılmıştır. Ayrıca jeofizik çalışmalar kapsamında toplam uzunluğu 10.000 m olan 3 profil üzerinde SP-Türev çalışması yapılmıştır. Çalışmalar kapsamında inceleme alanı ve yakın civarında sıcaklıkları 14,0-40,0 °C arasında değişen 10 adet kuyu ve kaynaktan tam kimyasal amaçlı numune alınmış ve MTA Genel Müdürlüğü Laboratuvarları'nda yapılan analiz sonuçları değerlendirilerek, bu suların kökeni hakkında yorumlar yapılmıştır.

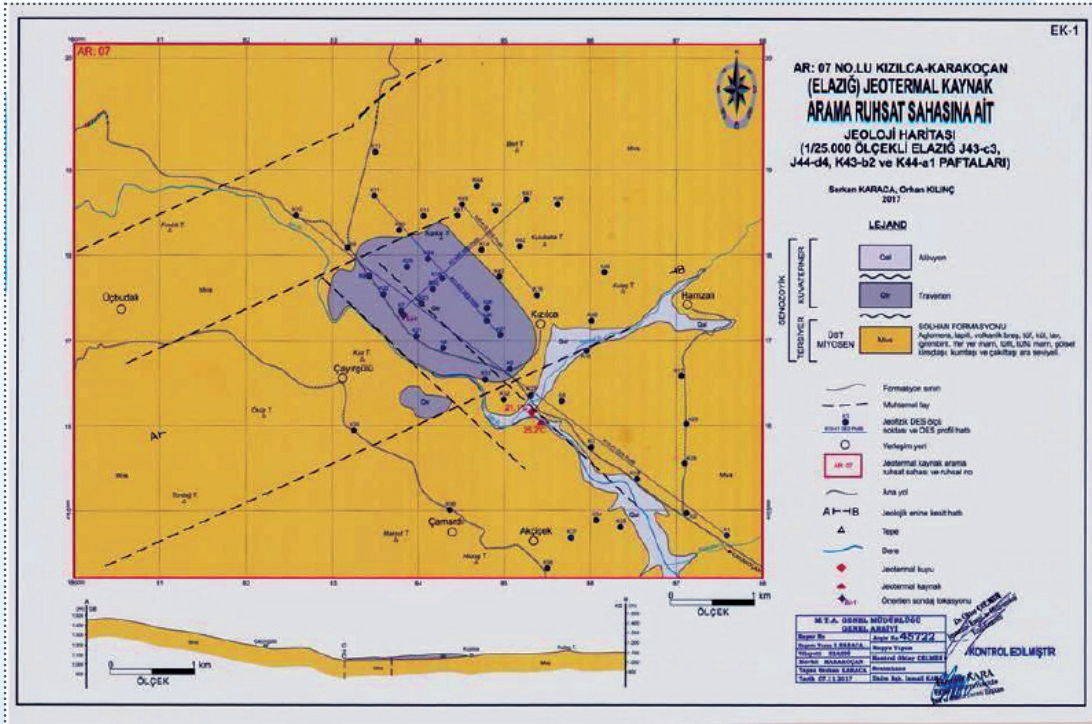
## 3.2. Jeoloji

### 3.2.1. Stratigrafi

Çalışma alanında stratigrafik olarak en altta genel olarak aglomera, lapilli, volkanik breş, tüf, kül, lav ve ignimbiritlerden oluşan ve yer yer marn, tüfit, tüflü marn, gösel kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltaşı ara sevi-

yeleri içeren Üst Miyosen yaşlı Solhan formasyonu yer almaktadır. Bu birimin üzerine Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyonlar gelmektedir.

Çalışma alanına ait jeoloji haritası Şekil 3'de, stratigrafik dikme kesit ise Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Çalışma Alanı Jeoloji Haritası

Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

ÜST SİSTEM		SİSTEM	SERİ	FORMASYON	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
SENOZOYİK	KUVATERNER				Qal		Alüvyon
	KUVATERNER				Qtr		Traverten
	TERSİYER	NEOJEN	MİYOSEN	ÜST	SOLHAN	Mivs	Aglomera, lapilli, volkanik breş, tuf, kül, lav, ignimbirit. Yer yer marn, tüfit, tüflü marn, gösel kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltaşı ara seviyeli.

**ÖLÇEKSİZ**

Şekil 4. Çalışma Alanına Ait Genelleştirilmiş Dikme Kesit

Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

### 3.2.1.1. Solhan Formasyonu (Mivs)

Çalışma alanının genelinde, alüvyon ve travertenlerin dışında kalan alanın tamamında gözlenir (Şekil 3).

Formasyonun yaygın kaya türünü piroklastik kayalar (aglomera, volkanik breş, lapilli, tüf, kül) ve lav (bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit, trakit, trakiandezit, dasit- riyolit), ignimbirit oluşturur. Yer yer ince-orta tabakalı marn, tüfit, tüflü marn, gösel kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltaşı ara katkılarını içerir (Resim 1, Resim 2 ve Resim 3). Üzerine uyumsuzlukla Kızılca köyü çevresinde travertenler gelmektedir (Şekil 4).

Değişik araştırmacılar tarafından yapılan yaş tayinlerine göre birim Üst Miyosen yaşındadır (MTA, 2007).



Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Resim 1. Solhan Formasyonu İçerisinde Yer Alan Volkanik Seviyelere Ait Bir Görünüm (Hamzalı Köyü Güneyi, Kuzeybatıya Bakış)



Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Resim 2. Solhan Formasyonu İçerisindeki Marn ve Tüf Seviyelerine Ait Bir Görünüm (Çayırgülü Köyü Kuzeyi, Doğuya Bakış)



Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Resim 3. Solhan Formasyonu İçerisindeki Bazalt Seviyelerine Ait Bir Görünüm (Kızılca Köyü Kuzeydoğusu, Doğuya Bakış)

### 3.2.1.2. Traverten (Qtr)

Kızılca Köyü yakın civarında yüzeyler (Şekil 3). Yer yer kiremit renkli ve laminalı olan birim çalışma alanında Solhan formasyonu üzerine uyumsuzlukla gelmektedir (Şekil 4, Resim 4. ve Resim 5. )

### 3.2.1.3. Alüvyon (Qal)

Ohi Dere ve Hamzalı Dere boyunca yaygın olarak gözlenen birim, çakıl, kum, kil depolanmaları şeklindedir (Şekil 3).



Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Resim 4. Travertenlerden Bir Görünüm (Kızılca Köyü Güneyi, Batıya Bakış)



Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Resim 5. Travertenlerden Bir Görünüm (Kızılca Köyü GB'i)

### 3.2.2 Yapısal Jeoloji

İnceleme alanını içine alan bölgede Üst Maestrihtiyen öncesi ve Alt-Orta Miyosen zaman aralıklarında olmak üzere iki farklı jeolojik evrede K-G sıkışma kuvvetleri ile kıvrımlanma, ekaylı, naplın ve bindirmeli yapılar gelişmiştir (Tarhan 1989, 1991a, b, 1992; MTA 1997a, b). Bölgede Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) sistemlerine bağlı faylar etkili olmuştur. Ayrıca KAF ve DAF fayları bölgede dağınık ve sıçramalı olarak kendilerini göstermektedirler (Şekil 5).

### 3.2.3 Faylar

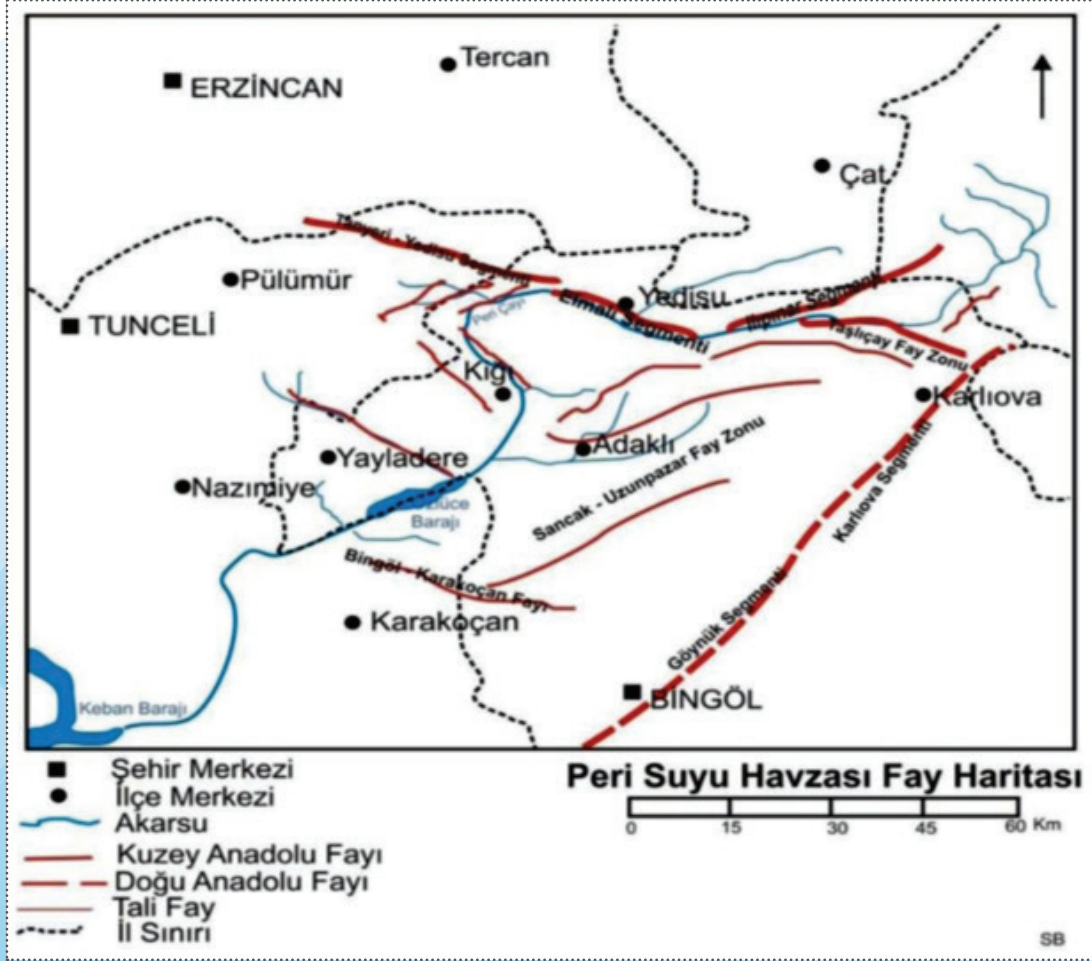
İnceleme alanında KB-GD doğrultulu faylar ve bu fayları yaklaşık olarak dik kesen ve aynı zamanda hidrotermal dolaşım ve traverten çökeline de neden olan makaslama zonlarının yapısal olarak önem teşkil ettiği düşünülmektedir.

### 3.2.4 Jeofizik Çalışmalar

Elazığ İl Özel İdaresi'ne ait AR: 07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsat alanında jeotermal enerji arama ve sondaj lokasyonu/lokasyonları belirleme amaçlı gerçekleştirilen proje çalışmaları kapsamında, jeofizik çalışmalar AR: 07 no.lu sahanın sınırları içinde gerçekleştirilmiştir. Jeotermal enerji olanaklarını araştırmak, geliştirmek ve sondaj lokasyonu/lokasyonları belirleme amacıyla gerçekleştirilen bu jeofizik elektrik etüdünde rezistivite (DES) ve SP-Türev yöntemleri ile uygulamalar yapılmıştır. Saha uygulamalarında 50 farklı lokasyonda rezistivite-düşey elektrik sondaj (DES) ölçüsü alınmış, ayrıca, toplam uzunluğu 10.000 m olan 3 profil üzerinde SP-Türev çalışması yapılmıştır.

#### 3.2.4.1. Rezistivite Çalışmaları

Jeofizik elektrik arazi uygulamaları kapsamında yapılan düşey elektrik sondaj (DES) ölçüleri, yanal etkilerden daha az etkilenen ve düşey çözünürlüğü daha etken olan Schlumberger elektrot dizilimi ile alınmıştır. Potansiyel fonksiyonunun gradient değerinin ölçüldüğü bu sistemde, hem her zaman istenen etkin penetrasyon derinliği sağlanmakta hem de jeotermal aktivitenin elektrik parametrelere yaptığı etkiler daha iyi saptanabilmektedir. Yapılan anizotropi (yön bağımlılığı) çalışmaları ile hem akım yönüne bağlı anizotropi hem de elektriksel anizotropi (stratigrafi ve tektoniğe bağlı) ihmal edilebilecek boyuta indirgenmiştir. Bunun için açılım yönleri muhtemel faylara paralel profillerde faya dik seçilerek sahadaki jeotermal aktivite etkisinin en belirgin olması sağlanmıştır.



Şekil 5. Peri Suyu Havzası Fay Haritası (Bayram, 2017)

Topografyanın uygun olduğu ölçüde açılım yönü KB-GD seçilmiştir. Toplam 50 lokasyonda araştırma amacına yönelik DES ölçüsü alınmıştır. Uygulamalar esnasında, konuşlandırılan DES lokasyonları arasındaki mesafeler, jeofizik verilere ve topoğrafik koşullara bağlı olarak 250-1.000 m arasında değişmektedir.

Araştırmalar esnasında yapılan rezistivite düşey elektrik sondaj (DES) çalışmalarında kuramsal derinlik (AB/2) genellikle arazideki koşullarının izin verdiği ve gerektiği oranda uygulanır. Bu sahada da genel olarak 500-2.750 m'ye kadar olan derinlikler kuramsal olarak araştırılmıştır.

Sahadaki jeofizik elektrik uygulama ve değerlendirme lokasyonları Şekil 6'da verilmiştir.

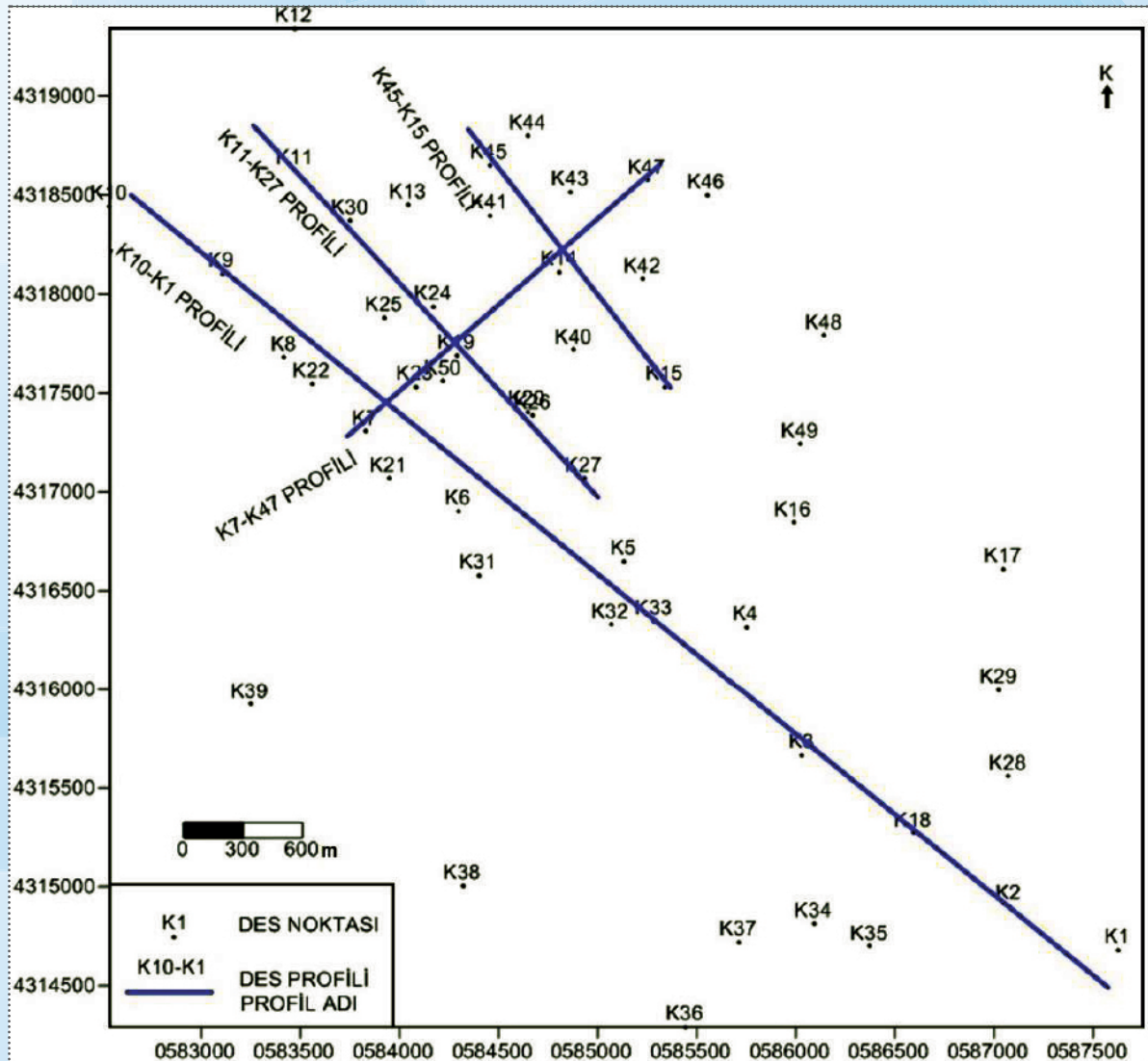
Çalışma alanında gerçekleştirilen jeofizik çalışmalarla elde edilen veriler kullanılarak, jeolojik istif modellenmiştir. AR: 07 no.lu Karakoçan-Kızılca jeotermal kaynak arama ruhsat sahasında görünür eş rezistivite seviye haritaları, görünür eş rezistivite ve jeoelektrik yapı kesitleri ile SP-Türev grafikleri hazırlanmıştır. Jeotermal enerji aktivitesini kısmen yansıttığı düşünülen K7 DES noktası ve yakın çevresinin anomali alanı olduğu düşünülmüştür. Bu alan SP yönteminde de anomali olarak algılanmıştır. Sınırlı,

rezistivite kontrastı içeren ve tektonik yapı ile ilişkili olan düşük özdirençli zonlar jeotermal açıdan önemli görülerek, K7 DES noktasına yakın bir noktada, rezervuar kayaç ve süreksizlikler hedeflenerek 800±100 m derinliğinde 1 adet jeotermal sondaj lokasyonu (SJ-1) önerilmiştir.

Önerilen sondaj lokasyonuna (SJ-1) ait lokasyon bilgileri ve muhtemel kuyu derinliği 2.3'de verilmiştir.

Tablo 2.3. AR: 07 No.lu Jeotermal Kaynak Arama Ruhsat Sahasında Önerilen Jeotermal Enerji Araştırma Sondajına Ait Lokasyon Bilgileri ve Muhtemel Derinlik.

Önerilen Sondaj Lokasyonu	Pafta	Koordinatlar			Muhtemel Derinlik (m)
		Y (sağa)	X (yukarı)	Z (kot) (m)	
SJ-1	K43-b2	0583830	4317300	1.116	800±100



Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Şekil 6. AR: 07 No.lu Ruhsat Alanında Alınan DES Ölçü Noktaları ve Profillerine Ait Lokasyon Haritası.



### 3.2.5. Su Kimyası Çalışmaları

#### 3.2.5.1. Su Kaynakları

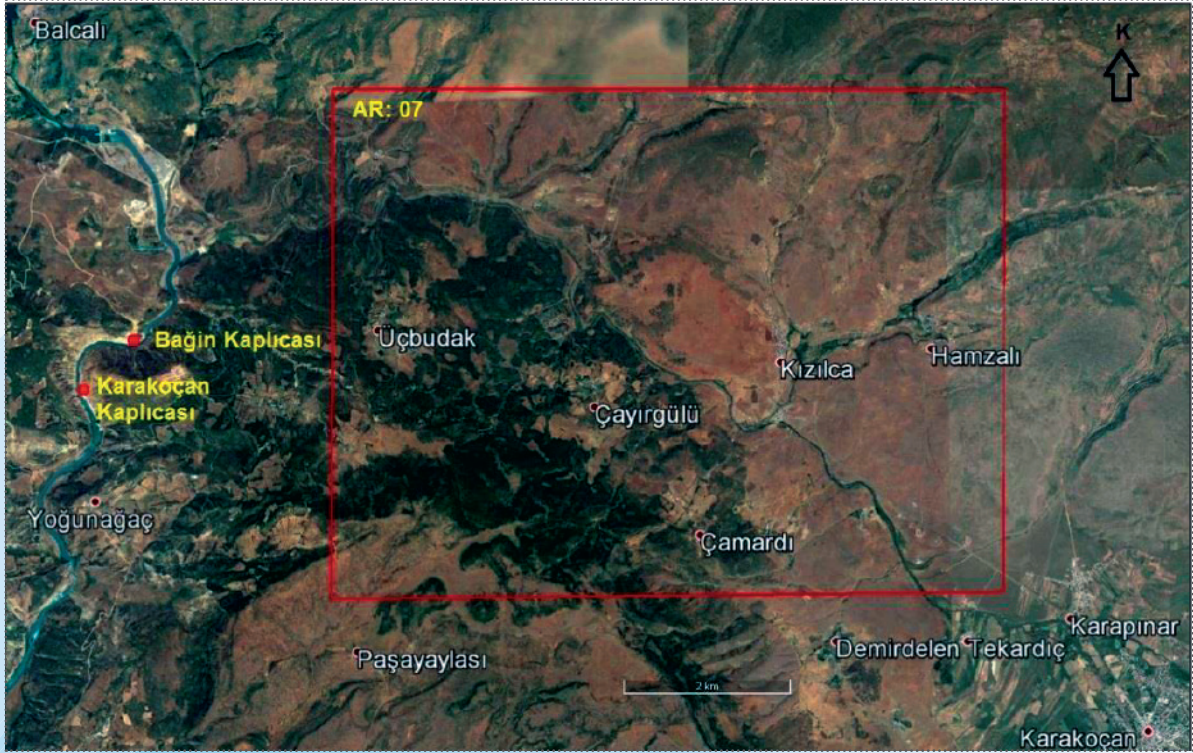
AR: 07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsat alanının batısında, sırasıyla yaklaşık 2,5 km ve 3 km uzaklıklarda Bağın ve Karakoçan kaplıcaları bulunmaktadır. Karakoçan Kaplıcası günümüzde kullanılmamaktadır. Bağın Kaplıcası'nda ise 42 °C sıcaklığa sahip sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Ayrıca ruhsat sahası dışında, yaklaşık 3 km GD'inde Karakoçan şifalı suyu (23,6°C) yer almaktadır (Şekil 7). Proje çalışmaları sırasında ruhsat sahası içinde ise 21,1 °C sıcaklığa sahip bir kuyu ve 25,2°C sıcaklığa sahip bir kaynak tespit edilmiştir (Şekil 3).

Proje çalışmalarına konu olan Elazığ İl Özel İdaresi'ne ait AR: 07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsat sahası içinde ve yakın civarında bulunan 1 adet kuyu ve 9 adet kaynaktaki yerinde ölçümler yapılmış ve numuneler alınarak kimyasal analizleri yaptırılmıştır (Tablo 2.4, Tablo 2.5 ve Tablo 2.6).

Su içinde bulunan eriyik minerallerin doğurduğu elektrik iletkenliğini gösteren iletkenlik (EC) değeri; toplam eriyik miktarı ile belli bir orantıdadır. Yerinde ölçümü yapılan kaynak ve kuyulara ait suların EC değerleri 348-3.820  $\mu\text{mho/cm}$ , sıcaklıkları ise 14,0-40,0°C arasında değişmektedir (Tablo 2.4).

Tablo 2.4. Çalışma Alanında Yerinde Ölçüm Gerçekleştirilen ve Numune Alınan Kuyu ve Kaynaklar İle Bunlara Ait Kuyu/Kaynak Başı Sıcaklık ve Elektriksel İletkenlik (EC) Değerleri ve Lokasyon Bilgileri

Kuyu/Kaynak Adı (Numune No.)	Pafta	Y (sağa)	X (yukarı)	Z (m)	Derinli k (m)	EC ( $\mu\text{mho/cm}$ )	T ( $^{\circ}\text{C}$ )
Bağın kaplıca kaynağı (EK-1)	J43-c3	0577531	4317225	851	Kaynak	3.820	40,0
Demirdelen kaynağı (EK-2)	K43-b3	0585982	4313265	1.155	Kaynak	450	16,5
Çayırgülü köy kaynağı (EK-3)	K43-b3	0582650	4316470	1.162	Kaynak	580	17,5
Üçbudak köy kaynağı (EK-4)	J43-c3	0580985	4316970	1.224	Kaynak	580	14,0
Çimento santrali kuyusu (EK-5)	K43-b3	0585280	4316170	1.043	60	1.350	21,1
Karakoçan şifalı su (EK-6)	K44-a1	0590765	4312695	1.090	Kaynak	721	23,6
Çimento santrali kaynağı (EK-7)	K43-b3	0585415	4316020	1.041	Kaynak	2.780	25,2
Traverten ocağı kaynağı (EK-8)	K43-b3	0584768	4316593	1.058	Kaynak	445	17,0
Traverten KB kaynağı (EK-9)	J43-c3	0583150	4318070	1.078	Kaynak	575	19,5
Kızılca köy kaynağı (EK-10)	K43-b3	0585380	4317105	1.077	Kaynak	348	18,6



Şekil 7. Çalışma Alanı (Ruhsat Sahası) İle Bağın ve Karakoçan Kaplıcalarının Konumunu Gösteren Uydu Görüntüsü.

Karaca ve diğ. (2017)den alınmıştır.

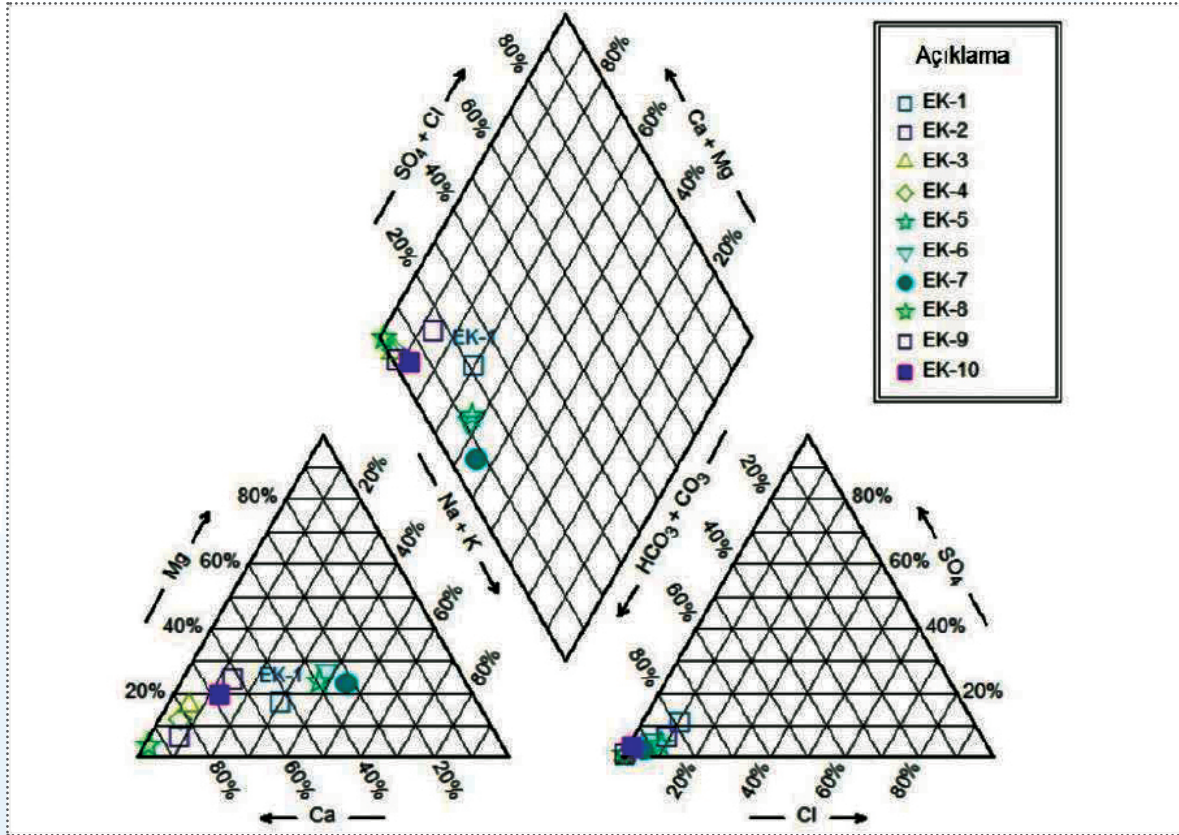
### 3.2.5.2. Suların Sınıflandırılması

Çalışma alanında yer alan kuyu ve kaynaklardan 10 adet tam kimyasal analiz amaçlı su numunesi alınmış ve kimyasal analizleri yaptırılmıştır.

Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (IAH) sınıflamasına göre ruhsat sahası batısında yer alan Bağın kaplıca kaynağına ait EK-1 suyu kalsiyumlu, sodyumlu, bikarbonatlı, mineralce zengin, sıcak su; ruhsat sahası dışından örneklenen EK-2 suyu kalsiyumlu, magnezyumlu, bikarbonatlı, mineralce fakir, soğuk su; ruhsat sahası içinde örneklenen EK-3, EK-4, EK-8, EK-9 ve EK-10 suları kalsiyumlu, bikarbonatlı, mineralce fakir, soğuk su; yine ruhsat sahası içinde örneklenen EK-5 ve EK-7 suları kalsiyumlu, sodyumlu, magnezyumlu, bikarbonatlı, mineralce zengin, sıcak su ve ruhsat sahası dışında, yaklaşık 3 km GD'inde kalan Karakoçan şifalı suyundan örneklenen EK-6 no.lu numune ise kalsiyumlu, sodyumlu, magnezyumlu, bikarbonatlı, mineralce fakir, sıcak sular sınıfına girmektedir.

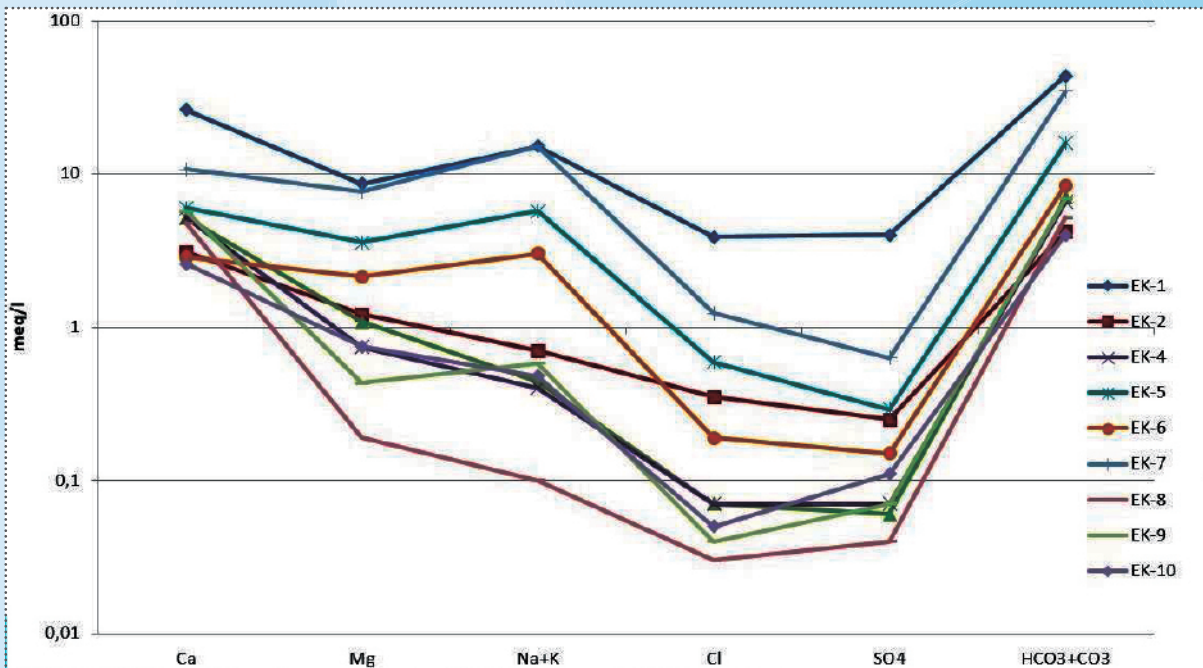
Sıcak su kaynaklarının litoloji ile ilişkileri ve dolaşım sisteminde geçirdiği hidrokimyasal süreçler ve birbirleri ile olan kökensel ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla sıcak su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları yarı logaritmik Schoeller diyagramı ve Piper diyagramı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Sular için hazırlanan Piper diyagramına göre örneklenen tüm sular birbirleriyle benzerlik göstermektedir (Şekil 8). Bu sulara karbonat sertliği %50'den fazladır. Yani karbonat sertliği karbonat olmayan sertlikten büyüktür. Bu sulara toprak alkaliler, alkalilerden fazla olup, bunlar karbonatlı ve sülfatlı sulardır. Buna göre bu sulara  $Ca^{+2} + Mg^{+2} > Na^{+} + K^{+}$  şeklindedir ve zayıf asit kökleri, kuvvetli asit köklerinden fazla olup,  $HCO_3^{-} + CO_3^{-2} > Cl^{-} + SO_4^{-2}$ dir.



Şekil 8. Çalışma Kapsamında Örneklenen Sulara Ait Piper Diyagramı

Yarı logaritmik Schoeller diyagramına göre, çalışma alanında örneklenen suların (EK- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10) tamamı  $\text{CaHCO}_3$ 'lü sular sınıfına girmektedir. Çalışma alanında alınan akışkanların analiz sonuçlarına göre hazırlanan yarı logaritmik Schoeller diyagramına göre bütün sulara, hakim katyon Ca, hakim anyon ise  $\text{HCO}_3$  'dür (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışma Kapsamında Örneklenen Sulara Ait Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı

Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Karaca ve diğ. (2017)'den alınmıştır.

Tablo 2.5. Proje Kapsamında Örneklenen Su Numunelerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları

Numune No	EK-1			EK-2			EK-3			EK-4			EK-5				
Numune Alım Yeri	Elazığ-Karakoçan			Elazığ-Karakoçan			Elazığ-Karakoçan			Elazığ-Karakoçan			Elazığ-Karakoçan				
Laboratuvar No	17-D-201307			17-D-201308			17-D-201309			17-D-201310			17-D-201311				
Analiz Tarihi	11-10-2017			11-10-2017			11-10-2017			11-10-2017			11-10-2017				
Sıcaklık-EC	40°C-3.820 µS/cm			16,5°C-450 µS/cm			17,5°C-580 µS/cm			14,0°C-580 µS/cm			21,1 °C-1.350µS/cm				
PAFTA: J43-c3, K43-b3	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z		
	4317225	0577531	851 m	4313265	0585982	1155 m	4316470	0582650	1162m	4316970	0580985	1224 m	4316170	0585280	1043m		
KATYONLAR	mg/l	mval/l	%mval/l	mg/l	mval/l	%mval/l	mg/l	mval/l	%mval/l	mg/l	mval/l	%mval/l	mg/l	mval/l	%mval/l		
	K <sup>+</sup>	84,4	2,16	4,3	9,57	0,24	4,8	1	0,03	0,45	2,48	0,06	0,95	18,7	0,48	3,13	
	Na <sup>+</sup>	299	13	25,9	10,5	0,46	9,2	9,47	0,41	6,11	7,91	0,34	5,37	121	5,26	34,33	
	Ca <sup>++</sup>	530	26,4	52,6	62	3,09	61,80	104	5,19	77,35	104	5,19	81,99	120	5,99	39,1	
	Mg <sup>++</sup>	105	8,63	17,2	14,7	1,21	24,20	13,1	1,08	16,09	8,94	0,74	11,69	43,7	3,59	23,44	
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>																
	Fe (total)																
	As (total)																
	B (total)																
	Mn (total)																
	Li <sup>+</sup>																
	Al <sup>+++</sup>																
<b>Toplam</b>	<b>1.018,40</b>	<b>50,19</b>	<b>100</b>	<b>96,77</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>127,57</b>	<b>6,71</b>	<b>100</b>	<b>123,33</b>	<b>6,33</b>	<b>100</b>	<b>303,4</b>	<b>15,32</b>	<b>100</b>		
ANYONLAR	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2.662	43,6	84,64	257	4,21	87,52	428	7,01	98,18	401	6,57	97,92	969	15,9	94,75	
	CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	<10	-	-	<10	-	-	<10	-	-	<10	-	-	<10	-	-	
	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	193	4,02	7,81	11,9	0,25	5,2	3,08	0,06	0,84	3,45	0,07	1,04	14,1	0,29	1,73	
	Cl <sup>-</sup>	138	3,89	7,55	12,3	0,35	7,28	2,42	0,07	0,98	2,58	0,07	1,04	21	0,59	3,52	
	I <sup>-</sup>																
	F <sup>-</sup>	1,9			0,1			0,3			0,2			0,1			
	S <sup>-</sup> (TITRASYON)																
	Br <sup>-</sup>	0,5			<0,1			<0,1			<0,1			<0,1			
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	<0,05			<0,05			<0,05			<0,05			<0,05			
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<0,1			29			1,07			3,52			3,08			
	PO <sub>4</sub> (TOTAL)	<0,1			1,3			<0,1			0,2			<0,1			
	OH <sup>-</sup>																
<b>Toplam</b>	<b>2.995,40</b>	<b>51,51</b>	<b>100</b>	<b>311,60</b>	<b>36,56</b>	<b>100</b>	<b>434,87</b>	<b>7,14</b>	<b>100</b>	<b>410,95</b>	<b>6,98</b>	<b>100</b>	<b>1.007,28</b>	<b>16,78</b>	<b>100</b>		
Diğer Eleman	SiO <sub>2</sub>	30,9			55,7			34,9			31			73,3			
	CO <sub>2</sub>																
Toplam Mineralizasyon	<b>4.044,7</b>			<b>464,07</b>			<b>597,34</b>			<b>565,28</b>			<b>1.383,98</b>				
pH(21,2°C)	6,6			6,8			7,6			7			6,1				
Sp.Kond(20,0°C)	3.400 µmho/cm			414 µmho/cm			518 µmho/cm			500 µmho/cm			1.190 µmho/cm				
Sp.Gravite(25°C)	- gr/cm <sup>3</sup>			- gr/cm <sup>3</sup>			- gr/cm <sup>3</sup>			- gr/cm <sup>3</sup>			- gr/cm <sup>3</sup>				
Buh.Kalıntısı(180°C)	- mg/l			- mg/l			- mg/l			- mg/l			- mg/l				
Toplam Sertlik	- A°			- A°			- A°			- A°			- A°				
Geçici Sertlik	- A°			- A°			- A°			- A°			- A°				
Kalcı Sertlik	- A°			- A°			- A°			- A°			- A°				

Tablo 2.6. Proje Kapsamında Örneklenen Su Numunelerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları

Numune No	EK-6			EK-7			EK-8			EK-9			EK-10			
Numune Alım Yeri	Elazığ-Karakoçan			Elazığ-Karakoçan			Elazığ-Karakoçan			Elazığ-Karakoçan			Elazığ-Karakoçan			
Laboratuvar No	17-D-201312			17-D-201313			17-D-201314			17-D-201315			17-D-201316			
Analiz Tarihi	11-10-2017			11-10-2017			11-10-2017			11-10-2017			11-10-2017			
Sıcaklık-EC	23,6°C-721µS/cm			25,2°C-2.7801µS/cm			17,0°C-445µS/cm			19,5°C-575µS/cm			18,6°C-348µS/cm			
PAFTA: J43-c3, K43-b3, K44-a1	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
	4312695	0590765	1090m	4316020	0585415	1041m	4316593	0584768	1058m	4318070	0583150	1078m	4317105	0585380	1077m	
	mg/l	mval/l	%mval/l	mg/l	mval/l	%mval/l	mg/l	mval/l	%mval/l	mg/l	mval/l	%mval/l	mg/l	mval/l	%mval/l	
KATYONLAR	K <sup>+</sup>	12,7	0,32	4	45,1	1,15	3,43	<1,00	-	-	<1,00	-	-	1,71	0,04	1,04
	Na <sup>+</sup>	62,4	2,71	33,83	321	14,00	41,78	2,28	0,1	1,97	13,3	0,58	8,59	10,2	0,44	11,49
	Ca <sup>++</sup>	57,1	2,85	35,58	215	10,7	31,93	95,9	4,79	94,29	115	5,74	85,04	52,1	2,6	67,89
	Mg <sup>++</sup>	25,9	2,13	26,59	93,1	7,66	22,86	2,31	0,19	3,74	5,19	0,43	6,37	9,1	0,75	19,58
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>															
	Fe (total)															
	As (total)															
	B (total)															
	Mn (total)															
	Li <sup>+</sup>															
	Al <sup>+++</sup>															
<b>Toplam</b>	<b>158,1</b>	<b>8,01</b>	<b>100</b>	<b>674,2</b>	<b>33,51</b>	<b>100</b>	<b>100,49</b>	<b>5,08</b>	<b>100</b>	<b>133,49</b>	<b>6,75</b>	<b>100</b>	<b>73,11</b>	<b>3,83</b>	<b>100</b>	
ANYONLAR	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	514	8,42	96,12	2117	34,7	94,91	319	5,2	97,93	419	6,87	98,42	245	4,02	96,17
	CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	<10	-	-	<10	-	-	<10	-	-	<10	-	-	<10	-	-
	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	6,97	0,15	1,71	30	0,63	1,72	1,98	0,04	0,75	3,5	0,07	1,01	5,22	0,11	2,63
	Cl <sup>-</sup>	6,59	0,19	2,17	43,8	1,23	3,37	1,14	0,07	1,32	1,41	0,04	0,57	1,84	0,05	1,2
	I <sup>-</sup>															
	F <sup>-</sup>	0,2			0,2			0,2			0,1			0,1		
	S <sup>--</sup> (TİTRASYON)															
	Br <sup>-</sup>	<0,1			0,2			<0,1			<0,1			<0,1		
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	<0,05			<0,05			<0,05			<0,05			<0,05		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<0,1			<0,1			8,26			4,2			3,6		
	PO <sub>4</sub> (TOTAL)	<0,1			<0,1			<0,1			<0,1			<0,1		
	OH <sup>-</sup>															
<b>Toplam</b>	<b>527,76</b>	<b>8,76</b>	<b>100</b>	<b>2.191,20</b>	<b>36,56</b>	<b>100</b>	<b>328,58</b>	<b>5,31</b>	<b>100</b>	<b>428,21</b>	<b>6,98</b>	<b>100</b>	<b>255,76</b>	<b>4,18</b>	<b>100</b>	
Diğer Eleman	SiO <sub>2</sub>	101			112			18,3			40,1			48		
	CO <sub>2</sub>															
Toplam Mineralizasyon	<b>786,86</b>			<b>2.977,4</b>			<b>447,37</b>			<b>601,80</b>			<b>376,87</b>			
pH(21,2°C)	6			6,6			7,1			7,3			7			
Sp.Kond(20,0°C)	646 µmho/cm			2.470 µmho/cm			403 µmho/cm			521 µmho/cm			311 µmho/cm			
Sp.Gravite(25°C)	- gr/cm <sup>3</sup>			- gr/cm <sup>3</sup>			- gr/cm <sup>3</sup>			- gr/cm <sup>3</sup>			- gr/cm <sup>3</sup>			
Buh.Kalıntısı(180°C)	- mg/l			- mg/l			- mg/l			- mg/l			- mg/l			
Toplam Sertlik	- A°			- A°			- A°			- A°			- A°			
Geçici Sertlik	- A°			- A°			- A°			- A°			- A°			
Kalcı Sertlik	- A°			- A°			- A°			- A°			- A°			

# TERMAL TURİZM YATIRIMI ÖN FİZİBİLİTESİ

4

## 4. TERMAL TURİZM YATIRIMI ÖN FİZİBİLİTESİ

### 4.1. Talep Analizi

Türkiye jeotermal kaynaklar açısından Dünya çapında bir potansiyele sahip olup, Avrupada kaynak potansiyeli açısından birinci, kaplıca uygulamaları konusunda ise üçüncü sırada bulunmaktadır. Termal su potansiyelinin yüksek mineralizasyon içeriği sayesinde etkin tedavi edici özelliklere sahip olması yanında, zengin kültürel, doğal ve iklimsel özelliklerle birleşmesi termal sağlık turizmi yanı sıra ileri yaş turizmi ve wellness ortamının oluşmasını sağlamaktadır.

Termal sağlık turizminde yükselen maliyetler ve daha kaliteli sağlık hizmeti alma isteği, hastalıklarına şifa arayan Avrupadaki potansiyelin tercihlerinin Avrupa ve Amerika'dan dünyanın farklı bölgelerine kaymasına neden olmaktadır. Termal tedavi görmek isteyen bu potansiyelin kaydığı ülkelerin başında Türkiye ve Macaristan gelmektedir. Ülkemizin coğrafi konumu, deniz, kayak vs. turizm çeşitlerinin yapılabileceği bir konuma sahip olması, eşsiz doğal ve tarihi zenginlikleri ile uygun iklim koşulları ve dünyaca bilinen konukseverliği ile Macaristan'a göre daha avantajlı bir durumdadır. (<http://saglikturizmi.gov.tr/TR,175/saglik-turizmi-hakkinda.html>)

Karakoçan Kızılca sahasında 42°C bir akışkan bulunmaktadır. Elde edilen bu sıcaklıktaki akışkan ile **fizik tedavi merkezi (hastane) ve termal turizm yatırımının yapılması** en optimum seçenek olacaktır. Bu tesisler konaklama, dinlenme, eğlence ile 12-21 gün sürebilen kür tedavi uygulamalarının tüm yıl boyunca yapılabileceği tesislerdir.

Termal turizm yatırımları için 42 °C sıcaklık ve 35-40 litre/saniye debi aralığında değerlere sahip 1 adet kuyu yeterli olacaktır. Bir kuyudan elde edilecek bu değerler ile **ortalama 1000 yatak kapasiteli** termal turizm yatırımlarının akışkan ihtiyacı karşılanabilir.

#### 4.1.1. Coğrafi konum

Karakoçan toprakları içinden akmakta olan Peri Çayı üzerinde Özlüce ve Kalecik Barajları bulunmaktadır. Karakoçan ilçesinde Anıtsal Kültür Varlıkları arasında; Ziyaret Tepesi ve Urartu Kaya Mezarı (Hz. Kureyş'in İkametgâhı) bulunmaktadır. İlçe turizm açısından zengin doğal güzelliklere sahiptir. İlçenin batısında Yoğunağaç Köyü'nde Peri Çayı'nın yanı başında Golan Kaplıcaları bulunmaktadır (<http://elazigkulturturizm.gov.tr/TR-58511/karakocan.html>).

İlçenin toplam nüfusu 2017 yılı adrese dayalı nüfus sayımına göre 27.705'dir ([https://www.nufusu.com/ilce/karakocan\\_elazig-nufusu](https://www.nufusu.com/ilce/karakocan_elazig-nufusu)).

Karakoçan ilçesi coğrafi olarak birçok ile oldukça yakın ve merkezi konumda bulunduğundan, ulaşım konusunda birçok alternatif mevcuttur. Termal tesis alanı olan Kızılca Köyü ise Karakoçan'a 6 km'dir. İlçe, Elazığ-Bingöl Karayolunun 100. km'sindeki kavşağın 4 km kuzeyindedir Elazığ iline 104 km, Bingöl iline 46 km uzaklıktadır. En yakın havaalanı Bingöl Havaalanı olup, uzaklık 48 km'dir. İklimi karasal iklimdir. Yazları sıcak-kurak, kışları ise soğuk ve uzun geçer. Kışları karlı, ilkbahar ve sonbahar aylarında ise yağmurludur.



İlçedeki Golan Kaplıcaları 120 yatak kapasitesine sahiptir. Golan Kaplıcasında, mülkiyeti Kaymakamlığa ait tesis, yap-ışlet-devret modeliyle özel sektöre 20 yıllığına kiralanmış durumdadır. 36 adet çift kişilik oda, mutfak ve banyodan oluşan tam donanımlı apart daireler, bay-bayan havuzu ile açık havuz bulunan kaplıcanın suyunun, Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı raporuna göre romatizma, nevrit, poli-nevrit, kırık-çıkık, kadın hastalıkları ve cilt hastalıklarına iyi geldiği belirlenmiştir (golan-koyu.com). Tesislerde herhangi bir sağlık personeli istihdam edilmemekte ve acil tıbbi müdahale için herhangi bir altyapı bulunmamaktadır. Golan Kaplıcası tesislerinin yakınındaki kamu sağlık kurumlarının, bu tesislerdeki sağlık uygulamalarına yönelik bilimsel içerikli herhangi bir çalışması yoktur. Ayrıca Golan Kaplıcası'nda, termal suların dış etkilerden korunabilmesi için gerekli olan kaptaj sistemi oluşturulmamıştır (Akgün ve Oğuzöncül 2014).

**Tablo 3.1.** Turizm İşletme Belgeli Konaklama Tesislerinde Geceleme, Ortalama Kalış Süresi ve Doluluk Oranlarının İllere ve İlçelere Göre Dağılımı (2017)

İl	İlçeler	GECELEME			ORTALAMA KALIŞ SÜRESİ			DOLULUK ORANI(%)		
		Yabancı	Yerli	Toplam	Yabancı	Yerli	Toplam	Yabancı	Yerli	Toplam
Elazığ	<b>Merkez</b>	10 021	198 353	208 374	2,59	1,54	1,57	1,66	32,86	34,52
	<b>Sivrice</b>	166	7 466	7 632	2,44	1,32	1,34	0,27	12,13	12,40
	<b>Karakoçan</b>	100	6 355	6 455	2,13	1,58	1,58	0,32	20,53	20,85
	<b>Toplam</b>	<b>10 287</b>	<b>212 174</b>	<b>222 461</b>	<b>2,58</b>	<b>1,53</b>	<b>1,56</b>	<b>1,48</b>	<b>30,47</b>	<b>31,95</b>

Kaynak: [kulturturizm.gov.tr](http://kulturturizm.gov.tr)

Golan Kaplıcası balneolojik özellikleri açısından kullanımı uygun olabilecek ve olmayacak pek çok hastalığın tedavisi için kullanılmaktadır. Buna rağmen tesisin doluluk oranı %21'dir. Doluluğun çok düşük seviyede olmasının sebepleri;

- ▷ Alt yapının iyi düzeyde olmaması,
- ▷ Finansman yersizliği,
- ▷ Halkın turizm bilincinin gelişmemiş olması,
- ▷ Turist güvenliğindeki yetersizlikler,
- ▷ Doğal, kültürel ve tarihi mirasın yeterince korunmaması,
- ▷ Coğrafi konum nedeniyle yakın çevrede yaşanan terör olayları,
- ▷ Otelin kalifiye personel bulamaması şeklinde sıralanabilir.

Bu sebeple, her ne kadar çalışma konusu alanda 1000 yatak kapasiteli tesis kurulumu için yeterli su varlığı var ise de bölgeye yatırım yapmak isteyen girişimcilerin detaylı bir fizibilite yaptırımları gerekmektedir. Özellikle Golan kaplıcalarının düşük doluluk oranı ile çalışma nedenleri iyi analiz edilip, gerekli önlemler alındıktan sonra modern balneoloji prensipleri çerçevesinde bir tesis kurulması uygun olacaktır.

Bu kapsamda, hem bölge istihdamına katkı sağlanması hem de ekonomik olması açısından 200 yatak kapasiteli ve 4 yıldızlı bir tesis örneği sunulmuştur.

## 4.2. İşletme Yapısı

Termal turizm yatırımlarında en önemli unsur jeotermal akışkan yönetiminin tek elden olmasıdır. Böylece kontrollü ve ihtiyaç kadar üretim yapılarak, ruhsat alanındaki suyun israfı önlenmiş ve rezervuarın uzun ömürlü olması sağlanmış olacak, ihtiyaç kadar su çekileceği için yedek termal su depolama ihtiyacı olmayacaktır.

Termal enerji taşınması ve dağıtımı için kuyu veya kuyulardan termal tesislere boru hatlarının döşenmesi yeterli olacaktır.

Termal turizm tesislerinin ihtiyacı olan jeotermal kaynak için açılması gerekli kuyu sayısı tesislerin oda ve yatak kapasitesine göre değişkenlik gösterebilir.

Termal tesis kurulması düşünülen arazi, mevcut kuyu ya da açılacak kuyulara ne kadar yakın olursa taşıma hattı yatırım maliyeti o derece düşük olacaktır.

Bu çalışmada, Karakoçan'ın termal zenginliğinin yanı sıra pazar koşulları da dikkate alınarak 200 yataklı termal otel projesi değerlendirilmiştir.

Tesiste, odalar içerisinde 32 inch TV, klima, çalışma masası, kanepeler, ütü ve ütü masası, duş ve küvet, saç kurutma makinesi, minibar, elektrikli su ısıtıcısı, telefon, büyüteçli ayna, gardırop, puf, sehpa, komodinler, abajurlar, çöp sepetleri, yastıklar, battaniyeler, yatak, perde, havlu, yastık kılıfı, yatak örtüsü, pike, çarşaf, lavabo, klozet, kasa, yangın dedektörü, bavulluk ve tabloların yer alacağı öngörülmektedir.

Termal tesislerde;

- ▷ Ön Büro-Rezervasyon Halkla İlişkiler Housekeeping,
- ▷ Çamaşırhane F&B ve Mutfak,
- ▷ Teknik Bakım Hizmetleri,
- ▷ SPA ve Termal Kaplıca Hizmetleri,
- ▷ Personel & Güvenlik Eğlence ve Animasyon,

Bölümleri için toplam 28 kişinin istihdam edilmesi öngörülmektedir

Kurulması hedeflenen termal tesis, aşağıdaki ünitelerden oluşmaktadır:

**Termal Otel:** Termal özellikler göz önünde tutularak dört yıldızlı standart ve konforda inşa edilecektir.

**SPA Merkezi:** Fizik tedavi ve rehabilitasyona gereksinim duyan kişilerin termal ve kür tedavileri ön

planda olmak üzere yine dört yıldızlı standart ve konfora sahip olacak biçimde inşa edilecektir.

**Türk Hamamları:** Türk hamam mimarisi özelliklerini taşıyacak olan hamamlar.

**Kapalı Yüzme Havuzları:** SPA merkezine bağlı kapalı yüzme havuzu mevcuttur.

**Otoparklar:** Otel misafirlerinin ve SPA merkezini kullanacak olan misafirlerin araçlarına hizmet edecek genişlikte ve güvenlikte olacaktır.

### 4.3. Yatırım Maliyetleri

Termal turizm yatırımlarında kuyuya en yakın olan arazi yatırım yapılacak yer olarak seçilir. Ancak arazi mülkiyetleri bu seçimde belirleyici olur. Tercihen kamu arazilerinin tahsis edilmesi, kiralanması gibi yöntemler seçilmelidir. Ancak kuyu etrafında kamu arazisi bulunmaması durumunda şahıs arazilerinin satın alınması gereklidir ve bu da ek bir maliyet getirir. Bu maliyet şu aşamada belirsizdir. En yakın kamu arazisinin tahsis edildiği düşünülerek hareket edilirse termal enerji taşınması ve dağıtımını için boru hatlarının döşenmesi maliyeti maksimum 1 km için 250.000 TL dir.

Tesisin kurulum maliyetleri;

Turizm bakanlığının 2018 yatak başı birim maliyetler tablosundan yararlanılarak,

Yatak başı 101.284 TL \* 200 Kişi = 20.256.800 TL olarak hesaplanmıştır. (<http://yigm.kulturturizm.gov.tr/Eklenti/56512,2018birimmaliyetlerlistesipdf.pdf?0>).

### 4.4. İşletme Gelir/Giderleri

Termal turizmin bütün yıl boyu devam etme özelliğinin olması, diğer turizm türleri ile her zaman entegre bir şekilde çalışma ve uygulama kolaylığı sayesinde; termal merkezlerin yıllık doluluk oranlarının %70'lerin üzerinde gerçekleşebilmekte ve sürekli istihdam ve karlılık açısından avantaj elde edilmektedir.

Bu oran, en kötü koşullarda %55 olarak dikkate alındığında, yıllık doluluk 201 güne karşılık gelmektedir.

Golan'daki termal otelin dönemsel yatak fiyatlarının analizi sonucunda proje için yıllık ortalama yatak ücreti 140 TL olarak belirlenmiştir. Buna göre günlük konaklama geliri:

Günlük Konaklama Geliri: 200 Yatak \* 140 TL = 28.000 TL olarak hesaplanmıştır.

Pazar araştırmaları sonucunda elde edilen verilere göre bir otelin yıllık tahmini gelir ve giderleri olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Tam Kapasitede Yıllık Tahmini Gelir Gider Tablosu

Gelir Kalemleri	Yıllık Gelirler (TL)
<b>Konaklama Geliri (140 TL *200 Yatak*365 Gün)</b>	<b>10.220.000</b>
<b>Türk Hamamları Gelirleri (36.500 kişi x 10 TL)</b>	<b>365.000</b>
<b>Yüzme Havuzu (36.500 kişi x 10 TL)</b>	<b>365.000</b>
<b>Kür Merkezi (18.250 kişi x 75 TL)</b>	<b>1.368.750</b>
<b>Restoran (Günlük Ort. Ciro 1500 TL x 365 Gün)</b>	<b>547.500</b>
<b>Toplam</b>	<b>12.866.250</b>
Gider Kalemleri	Yıllık Giderler (TL)
<b>(200 Yatak x 63,94 TL x 365 Gün)</b>	<b>4.667.620</b>
<b>Toplam</b>	<b>4.667.620</b>

Tablo 3.3. İşletmenin Yatak Başına Birim Maliyetleri (TL)

Hammadde Maliyeti	Genel Giderler Maliyeti	Personel Maliyeti	Toplam Birim Maliyeti
14,43	10,97	38,55	63,94

Tablo 3.4. %55 Doluluk Oranında Tahmini Gelir Gider Tablosu

Gelir Kalemleri	%55 DOLULUK	Yıllık Gelirler (TL)
<b>Konaklama Geliri (140 TL *200 Yatak*365 Gün)*%55</b>		<b>5.621.000</b>
<b>Türk Hamamları Gelirleri (36.500 kişi x 10 TL)*%55</b>		<b>200.750</b>
<b>Yüzme Havuzu (36.500 kişi x 10 TL)*%55</b>		<b>200.750</b>
<b>Kür Merkezi (18.250 kişi x 75 TL)*%55</b>		<b>752.812</b>
<b>Restoran (Günlük Ort. Ciro 1500 TL x 365 Gün)*%55</b>		<b>301.125</b>
<b>Toplam</b>		<b>7.076.437</b>
Gider Kalemleri		Yıllık Giderler (TL)
<b>(14,43*110) + (49,52*200)</b>		<b>4.194.324</b>
<b>Toplam</b>		<b>4.194.324</b>

#### 4.5. Ekonomik Analiz

Tablo 3.5. Tam Kapasitede Tahmini Kar/Zarar Tablosu

<b>TAM KAPASİTE (TL)</b>	
<b>TOPLAM GELİR</b>	<b>12.866.250</b>
<b>TOPLAM GİDER</b>	<b>4.667.620</b>
<b>BRÜT KAR</b>	<b>8.198.630</b>
<b>VERGİLER%25</b>	<b>2.049.657</b>
<b>NET KAR</b>	<b>6.148.973</b>

Tablo 3.6. %55 Doluluk Oranında Tahmini Kar/Zarar Tablosu

<b>%55 DOLULUK ORANI (TL)</b>	
<b>TOPLAM GELİR</b>	<b>7.076.437</b>
<b>TOPLAM GİDER</b>	<b>4.194.324</b>
<b>BRÜT KAR</b>	<b>2.882.113</b>
<b>VERGİLER%25</b>	<b>720.528</b>
<b>NET KAR</b>	<b>2.161.585</b>

#### 4.6. Finansal Analiz

Yatırımın Karlılığı= Ortalama Vergi Sonrası Kar / Sabit Yatırım

Tablo 3.7. Yatırımın Karlılığı Tablosu

TAM KAPASİTE	
Ortalama Vergi Sonrası Kar	6.148.973 TL
Sabit Yatırım Tutarı	20.506.800 TL
Yatırımın Karlılığı	%30
%55 DOLULUK ORANI	
Ortalama Vergi Sonrası Kar	2.161.585 TL
Sabit Yatırım	20.506.800 TL
Yatırımın Karlılığı	%10,5

Yatırımın Geri Dönüş Süresi = Toplam Sabit Yatırım Tutarı / Yıllık Net Gelir

Tablo 3.8. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

TAM KAPASİTE	
Toplam Sabit Yatırım Tutarı	20.506.800 TL
Yıllık Net Gelir	6.148.973 TL
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	3,3 Yıl
%55 DOLULUK ORANI	
Toplam Sabit Yatırım Tutarı	20.506.800 TL
Yıllık Net Gelir	2.161.585 TL
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	9,5 Yıl

**Tablo 3.9.** Termal Tesis Tam Kapasite Yatırım Değerleri

Yatırım Değerleri	Sonuç
İlk Faaliyet Yılı İtibariyle Kapasite Kullanım Oranı	%100
İlk Faaliyet Yılı İtibariyle İstihdam Kapasitesi	28 Kişi
Toplam Yatırım Tutarı	20.506.800
Yatırımın Karlılığı	%30
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	3,3 Yıl

**Tablo 3.10.** Termal Tesis %55Kapasite Yatırım Değerleri

Yatırım Değerleri	Sonuç
İlk Faaliyet Yılı İtibariyle Kapasite Kullanım Oranı	%55
İlk Faaliyet Yılı İtibariyle İstihdam Kapasitesi	28 Kişi
Toplam Yatırım Tutarı	20.506.800 TL
Yatırımın Karlılığı	%10,5
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	9,5 Yıl

#### 4.7. Risk Değerlendirmesi

Turizm sektöründe risk; sektörün ya da bazı işletmelerin, kontrol edilemeyen doğal afetler, sosyo-ekonomik değişimler, terör ve çatışma, yanlış politikalar veya yönetim hatalarıyla büyük zararlara uğraması, hatta iflas tehlikesi ile karşı karşıya kalması ve bu sorunları çözmek için yeni bir organizasyon yapısı arayışı içine girmesi durumu olarak tanımlanabilir. Karakoçan İlçesi'nin Bingöl'e sınır olması, terör riskini gündeme getirmektedir.

Turizm sektöründe "hizmet kalitesi" en önemli etken, "güven" ise en önemli boyuttur. Güven boyutu "termal tesis çalışanlarının bilgili ve müşterilerde güven duygusu uyandırabilme becerileri ile müşterilere nazik davranmaları" olarak ifade edilebilir. Termal turizm işletmelerinde sunulan hizmetin doğrudan insan yaşamı ile ilgili olması, hizmetin uzman kişiler tarafından açıklayıcı ve bilgilendirici bir şekilde verilmesi gerekliliği, "güven" boyutunun ancak nitelikli personel ile verilebileceğini göstermektedir. Bu nitelikleri sağlayabilecek elemanların bulunması da bir diğer risk grubunu oluşturmaktadır.

Termal turizmde müşteri memnuniyetinin sağlanabilmesinin ulaşım, altyapı, güvenlik, tesis kalitesi, fiyatlandırma, vb. gibi birçok ön koşulu bulunmaktadır. Ulaşım olarak ana karayollarına olan uzaklıktan dolayı bölge yeterli ilgiyi alamayabilir. Bölgenin yeterince tanıtılmaması da talebi etkileyecek önemli risklerdendir.

Turizm ekonomisi alanında ise turizm sektörünün özellikleri üzerinde arz- talep analizleri dikkate alınmalıdır. Öncelikle doğal kaynaklar (termal su kaynağı) kısıtlaması altında arz talep dengesi mutlaka sağlanmalıdır. Doğal termal su kaynaklarının belirlediği potansiyel yatak veya turist sayısından daha fazla kapasite oluşturulmasının önlenmesi gereklidir. Talep cephesinde ise en önemli faktör tanıtım ve pazarlamadır. Bu alandaki başarısızlık tesisin kapasite kullanım oranını düşürecektir. Özellikle yaşlı fakat satın alma gücü yüksek yerli ve yabancı turistlere yönelik pazarlama anlayışı öncelikli olmalıdır.

Bölgesel turizm sektörünü etkileyecek riskler şunlardır;

- ▷ Türkiye'nin turizm potansiyelini etkileyecek tüm ekonomik ve siyasi gelişmeler.
- ▷ Bingöl havaalanının kış aylarında buzlanma riski.
- ▷ Yöre halkının yeterli turizm bilincine sahip olmaması ve buna önem vermemesi.



# JEOTERMAL SERA YATIRIMI ÖN FİZİBİLİTESİ

5

## 5. JEOTERMAL SERA YATIRIMI ÖN FİZİBİLİTESİ

Elazığ İl Özel İdaresi'ne ait AR:07 no.lu Karakoçan Kızılca jeotermal sahasından elde edilecek 42 °C sıcaklıktaki jeotermal akışkan, **takviye ısıtma yöntemleri ile (kömür, doğalgaz, vb.) minimum 60 °C sıcaklığa yükseltilerek** jeotermal sera yatırımında kullanılabilir.

Elde edilecek jeotermal akışkanla, takviye ısıtma yöntemlerinin kullanılması halinde 20-25 dönüm arasında bir sera alanını ısıtmak mümkün iken, jeotermal akışkanın doğrudan kullanımı durumunda ancak 10 dönümlük bir serayı ısıtmak mümkün olmaktadır.

10 dönümlük bir sera yatırımı için 1 adet üretim kuyusu ve 1 adet reenjeksiyon kuyusu başlangıç için yeterli olacaktır. Kapasite arttırılmak istenirse yeni kuyular açılması gerekmektedir.

Sıcaklık kaybını en aza indirmek için, jeotermal kuyu veya kuyulara yakın olacak şekilde sera projesi yeri seçilmelidir. Maksimum 1 km'yi geçmemelidir. Geçerse çok fazla ısı kaybı yaşanabilir. Mesafe ne kadar kısa olursa borulama maliyeti (gidiş-dönüş) o kadar az olacaktır.

10 dönümlük bir jeotermal serada Üretim Şefi, Pazarlamacı, Teknik personel, Güvenlik Görevlisi, Yetiştiriciler ve İşçiler olmak üzere toplam 13 kişiye ihtiyaç vardır. 10 dönümlük bir jeotermal sera yatırımının tamamlanma süresi yaklaşık 3 aydır. Serada ilk dikim yapıldıktan 3 ay sonra ilk hasadın gerçekleşmesi ön görülmektedir.

### İklim

Seralardan, kaliteli ürün ve yüksek verim elde edilebilmesi için gerekli olan, sıcaklık, nem, ışık ve CO<sub>2</sub> gibi gelişim etmenlerinin optimum düzeyde tutulması zorunludur. Seralarda yetiştirilen bitki türlerinin büyük çoğunluğu sıcak mevsim bitkileridir ve söz konusu bitkilerin iklim istekleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Baytorun A.N. 2016).

- ▷ Günlük ortalama sıcaklığın 12°C'nin altına düşmesi durumunda, seralar özellikle gece saatlerinde ısıtılmalıdır.
- ▷ İyi bir bitki gelişimi için gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı 5°C-7°C arasında olmalıdır.
- ▷ Dış sıcaklığın 27°C'nin üstüne çıkması durumunda, seralarda evaporatif soğutma sistemlerinin (Pad&Fan) kurulması gereklidir.
- ▷ Günlük toplam radyasyon değeri 2.300 Wh/m<sup>2</sup>.gün olmalıdır. Bitki büyümesi için toplam güneş radyasyonunun alt sınırı 1.000 Wh/m<sup>2</sup>.gün'dür. Bu koşullarda serada üretim için ek aydınlatmaya ihtiyaç vardır.
- ▷ Minimum toprak sıcaklığı 15°C olmalıdır.
- ▷ Hava neminin %70-90 arasında olması güvenilir aralık olarak kabul edilir.

Tablo 4.1. İklim Tablosu Elazığ

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-1.6	0	5.1	11.1	16.2	21.3	25.9	25.7	21.5	14.6	7.3	1.4
Min. Sıcaklık (°C)	-4.7	-3.5	0.9	6.3	10.7	15.1	19.3	18.9	14.8	9	3	-1.5
Max. Sıcaklık (°C)	1.5	3.6	9.3	15.9	21.7	27.6	32.5	32.5	28.2	20.2	11.6	4.4
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.5	3.5	4.9	6.4	8.7	11.0	11.6	10.9	9.2	6.7	4.4	2.3

Tablo 4.1 incelendiğinde ortalama sıcaklık değerlerine göre **Elazığ'da seraların Kasım- Nisan**, döneminde ısıtılması gerektiği görülmektedir. Ancak Elazığ ilinde ortalama sıcaklık değerleri Aralık-Mart döneminde 7°C'nin altına düştüğünden gündüz saatlerinde de serada ısıtma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bitki gelişimini etkileyen en önemli iklim etmenlerinden bir diğeri güneş ışınımı ve güneşlenme süresidir. Elazığ bölgesinin ortalama aylık güneşlenme süreleri, Kasım-Nisan dönemi boyunca Türkiye'nin aylık ortalamalarından daha düşüktür. İklim parametreleri dikkate alındığında, seraların belirli dönemlerde ısıtılması, havalandırılması ve soğutulması gereklidir.

## Sera Tipi

Seralar rüzgara, yağmura, kar yağışına ve serada üretilen bitkilerin oluşturdukları yüklere karşı dayanıklı olmalıdır.

Sera dizaynında iklim parametrelerine ek olarak, üreticinin tercihi (küçük aile işletmesi, orta ölçekli işletme veya büyük endüstriyel işletmeler), pazar, ihtiyaç duyulan yapı malzemelerine ulaşılabilirlik ve fiyatları da karar verme aşamasında önemli rol oynamaktadır. Küçük aile işletmelerinde maliyet nedeniyle seraların donanım açısından daha basit ve ucuz olması tercih edilmektedir.

Seranın tipi, yüksekliği, örtü malzemesi ve blok olarak inşa edilen seralardaki bölme sayısı, sera ortam iklimini (sıcaklık, nem, CO<sub>2</sub> ve ışık) etkiler. Büyük hacimli seralarda havalandırma kabiliyeti oldukça yüksektir. Ancak yüksek seraların dezavantajı ortaya çıkan rüzgar kuvvetlerinin büyük olması ve artan yüzey alanı nedeniyle ısı gereksiniminin yükselmesidir. Belirtilen nedenle sera tipinin seçilmesinde bölge ikliminin dikkate alınması büyük önem arz etmektedir.

Türkiye'de son yıllarda kurulan modern seraların büyük çoğunluğunda gotik çatılı blok sera yapıları tercih edilmektedir (Resim 6). Kurulan bu seraların açıklıkları genelde 6,4 - 8,0 veya 9,6 m olup yan duvar yükseklikleri 4,00 - 5,00, mahya yükseklikleri 6,50 - 7,50 m'dir. Oldukça geniş bir hacme sahip olan bu seralarda çatı havalandırma açıklıkları bulunmaktadır. Seraların dışa bakan yan duvarlarında 2,50 m aralıklı kolonlar kullanılırken, iç bölmelerde bulunan ara kolonlar arasındaki mesafe 5,00 m'dir.

Yukarıdaki verilerin ışığında, bölgede kurulacak seralar, gotik çatılı, yan duvar yüksekliği 4,5 m, bölme genişliği 9,60 m olan blok seralar halinde inşa edilmeli, blok olarak inşa edilecek seralarda havalandırma açıklıkları çatıda olacak şekilde projelendirilmelidir.

## 5.1. Talep Analizi

Seralar, iklime bağlı çevre koşullarının denetim altına alınmasıyla, bitki yetiştirilmesine uygun ortam yaratan ve bitkisel üretimi yılın her mevsimine yayabilen tesisler olarak tanımlanabilir. Seraların daha geniş tanımı ise şöyle yapılabilir: İklimle ilgili çevre koşullarına tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, ışık, nem ve CO<sub>2</sub> gibi faktörler denetim altında tutularak bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileri ile bunların tohum, fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak, sergilemek amacıyla cam veya plastik gibi ışık geçirebilen malzeme ile kaplanarak değişik biçimlerde inşa edilen yüksek sistemli bir örtü altı yetiştiriciliği yapısıdır. (Emekli vd, 2008:27).

Seracılıkta en önemli unsur, istenilen sıcaklığı sağlayacak koşulların oluşturulmasıdır. Sıcaklığın, iklim şartları ile sağlanamaması durumunda, üretimin kesintiye uğramaması için ısıtma gerekmekte, bu durum ise maliyetlerde artışa neden olmaktadır. Jeotermal enerjinin tarımsal üretim alanlarında kullanılması, bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklığı sağlama yanında, aşırı sıcak dönemler hariç üretimin kesintiye uğramadan yılın her döneminde yapılabilmesine imkan tanımaktadır.

Seracılık işletmelerinde ısıtma giderleri, yetiştirme mevsimi, bölge ve ürün tipine bağlı olarak değişmekle birlikte toplam maliyetin %40 ile %80'ini oluşturmaktadır.

Ülkemizde, sıcaklığı genellikle 70 °C ve üzerinde olan jeotermal kaynaklar seracılıkta kullanılır (Titiz, 2004: 22).

Türkiye'deki seraların dikey sınırı 1.100-1.200 metre olup, şayet termal kaynaklardan yararlanma olanağı varsa 1.600-1.650 metrelere kadar çıkabilmektedir. Coğrafi dağılımı belirleyen temel faktör iklimdir. Karakoçan'da sıcaklık ortalamaları yükselti, enlem ve karasallık nedeniyle ülkemizin yoğun bir şekilde seracılık yapılan Akdeniz ve Ege kıyılarına göre daha düşük olup seracılık açısından yeterli değildir. Ancak yöredeki jeotermal kaynaklar sayesinde seracılık yapılabilir.

Serada ürün çeşidi olarak öncelikle salkım domates üretilmesi uygun olacaktır. Elde edilen ürün yurt içinde ve yurt dışında (Almanya, Hollanda, Rusya) piyasaya verilebilir.

Seracılık faaliyetlerini etkileyen en önemli iklim elemanı sıcaklıktır (Yenmez, 2004:100). Domates bitkisi gece ve gündüz arasında 10-15 °C sıcaklık farkının bulunduğu geçiş yörelerinde ideal gelişme gösterir (Zengin ve Özbahçe, 2011:18). Elazığ sıcaklık değerleri incelendiğinde sıcaklığın kısa mesafelerde değiştiği dikkat çekmektedir. Nitekim yıllık ortalama sıcaklık değeri Elazığ merkez ilçede 12,4 °C iken Karakoçan'da 10,4 °C 'ye kadar inmektedir.

TÜİK'in 2017 yılı verilerine göre seracılıkta 12.750.000 ton ile domates ve 1.827.782 ton ile hıyar üretimi başı çekmektedir. Seracılıkta domates ve hıyardan başka karpuz, çilek, marul, biber gibi sebzeler de yetiştirilmektedir. Ancak domatesin pazarı yaygın olduğu için üretime domates ile başlanılarak, pazarlama imkanları ölçüsünde diğer sebzeler de yetiştirilebilir.

Tablo 4.2. Türkiye’ de Sebzelerin üretim miktarları (Seçilmiş ürünlerde)

	(Ton )				
	Domates	Hıyar	Kavun	Karpuz	Soğan (Kuru)
	Tomatoes	Cucumbers	Melon	Water melon	Onion (Dry)
2001	8 425 000	1 740 000	1 775 000	4 020 000	2 150 000
2002	9 450 000	1 670 000	1 820 000	4 575 000	2 050 000
2003	9 820 000	1 783 120	1 735 000	4 215 000	1 750 000
2004	9 440 000	1 725 000	1 750 000	3 825 000	2 040 000
2005	10 050 000	1 745 000	1 825 000	3 970 000	2 070 000
2006	9 854 877	1 799 613	1 765 605	3 805 306	1 765 396
2007	9 936 552	1 670 459	1 661 130	3 796 680	1 859 442
2008	10 985 355	1 682 776	1 749 935	4 002 285	2 007 118
2009	10 745 572	1 735 010	1 679 191	3 810 205	1 849 582
2010	10 052 000	1 739 191	1 611 695	3 683 103	1 900 000
2011	11 003 433	1 749 174	1 647 988	3 864 489	2 141 373
2012	11 350 000	1 741 878	1 688 687	4 022 296	1 735 854
2013	11 820 000	1 754 613	1 699 550	3 887 324	1 904 846
2014	11 850 000	1 780 472	1 707 302	3 885 617	1 790 000
2015	12 615 000	1 822 636	1 719 620	3 918 558	1 879 189
2016	12 600 000	1 811 681	1 854 356	3 928 892	2 120 581
2017	12 750 000	1 827 782	1 813 422	4 011 313	2 131 513

Kaynak: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Ülkemizdeki jeotermal enerji kaynakları, örtü altı yetiştiricilikte yararlanılacak en önemli fırsattır. Uygulamalar jeotermal enerji ile ısıtılan seraların daha ekonomik olduğunu göstermektedir. Bu nedenle jeotermal kaynakların bulunduğu yerlerde sera domates yetiştiriciliği gelişme göstermiştir. Jeotermal seraların %90,98’inde domates yetiştirilmektedir. (Hasdemir M ve diğerleri 2014).

Serada yetiştirilen domates ilk etapta Elazığ merkez ve ilçelerine pazarlanabilir. Daha sonra üretilen ürünler yakın illere ve yurtdışı pazarlarına da ihraç edilebilir. Karakoçan ilçesindeki perakende satış noktaları domatesi direkt seradan alabilirler. Elazığ kentine gönderilen domates komisyoncular vasıtasıyla pazarlanmaktadır. Üretilen ürünün bir kısmı da komisyoncular vasıtasıyla diğer illere pazarlanabilir. Üretilen ürünün fiyatı Elâzığ ve Antalya ilindeki sebze hali fiyatları baz alınarak belirlenebilir. Yakın çevrede büyük bir tüketici kitlesinin bulunması pazarlamada büyük bir kolaylık sağlayacaktır. Raf ömrü 22-30 gün arasında değişen domatesin önemli bir kısmının hiç bekletilmeden yakın çevrede pazarlanması bozulma riskini önemli ölçüde azaltacaktır.

Yakınlık pazarlamada önemli rol oynamaktadır. Elazığ iline genellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinden sebze ve meyvenin geldiği düşünüldüğünde Karakoçan’da üretilen domatesin il genelinde dağıtımını mesafeyi oldukça kısaltmaktadır. Düşük ulaşım giderlerinin maliyet üzerinde olumlu etki yapması ve ürünün tüketiciye daha uygun fiyatlarla ulaşması beklenmektedir.

Karakoçan İlçesi’nin 2017 yılı ADNKS verilerine göre nüfusu 27.705 kişi olup bunun 13.421 (%49)’u ilçe merkezinde 14.284 (%51)’i ise köylerde yaşamaktadır. İlçenin yıllık nüfus artış hızı -%7.8 olup, bu oran İlçede, işsizlik ve geçim kaynaklarının sınırlı oluşu nedeniyle büyük bir göç yaşandığını göstermektedir. Bu durum ilçenin sahip olduğu kaynakları verimli bir şekilde kullanarak yeni iş alanlarının açılması zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

İlçe halkının belli başlı geçim kaynakları tarım ve hayvancılıktır. Küçük çapta sanat ve ticaret faaliyetlerinin de olduğu görülmektedir. Ayrıca yurt dışında çalışan çok sayıda işçi ilçe ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Karakoçan'da 527 hektar tarım arazisi bulunmaktadır. Buralarda buğdaydan sonra, nohut, arpa, kuru soğan, ayçiçeği, şeker pancarı ve mısır tarımı yapılmaktadır. Ekstansif metotlarla yapılan tarım, daha çok kendi ihtiyaçlarını karşılamaya yöneliktir. Karakoçan'da özellikle Ohi Çayı tabanındaki sulanabilen arazilerde aileler ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla sebzeçilik faaliyetleri yapmaktadırlar. Ayrıca bu arazilerde elma, armut, ceviz gibi meyve yetiştiriciliği yanında nadiren kavak yetiştiriciliği de yapılmaktadır. İlçede, topoğrafik yapısı bakımından tarıma elverişli olmayan arazilerin çokluğu nedeniyle halk, daha çok hayvancılığa yönelmiştir(Atasoy, 2011).

İlk etapta 10 dönüm araziye kurulabilecek ve jeotermal enerjiyle ısıtılan seralarda, yılın her ayı salkım domates üretilebilecektir.

Serada üretimi yapılacak domates yaz bitkisidir. Bu bağlamda ürüne yaz şartlarını sağlamak gerekir. Yani dış hava ne olursa olsun içerdeki sıcaklık 22-30 °C olmalıdır. Nem için de aynı durum söz konusudur ve nem değerleri korunmalıdır. Yazın yüksek sıcaklık ve düşük nem durumlarında iklimlendirmenin bir parçası olan sisleme devreye girer ve nemin yükselmesine yardımcı olur.

Yılda bir kez dikim yapılan serada m<sup>2</sup>'ye dört fide dikilir. Dikilen domates fidesinin ömrü yaklaşık 11 ay civarında olup (bir fidenin) yıllık ortalama verimi yaklaşık olarak 15 kg kadardır. İlk fidenin dikiminden yaklaşık 80 gün sonra ilk ürün alınır ve daha sonraki süreçte her hafta hasat yapılır. Yaklaşık 37.000 domates fidesinin dikileceği varsayılmaktadır. Seradan beklenen yıllık domates üretimi ise 555 ton civarındadır.

## 5.2. İşletme Yapısı

Jeotermal serada topraksız üretim yapılması daha uygun olacaktır. Topraksız tarım sayesinde, bitki fizyolojisine bağlı kalarak toprak yerine torf, perlit, ağaç kabuğu, kokopit (cocopeat) diye bilinen hindistan cevizi kabuğunun preslenmiş hali kullanılmaktadır. Hijyenik ve daha lezzetli ürünler yetiştirme imkânının dışında, gübreleme, ilaçlama, aşırı sulama gibi faktörlere gerek duymayan topraksız tarımda bitki topraktan alması gereken besin elementini (azot, potasyum, fosfor, magnezyum gibi) doğrudan köküne verilen damla sulama yöntemi sayesinde almaktadır. Kuruluş maliyeti yüksek olmasına rağmen sistem sudan, gübreden ve işçilikten önemli tasarruf sağlar. Yabancı otların üremesine imkân tanımadığı için işçilik maliyetlerini azaltır. Hastalık ve zararlılarla mücadele kolaylaşır. Çevre kirliliği azalırken, verim artar.

Topraksız tarım, diğer adıyla "hidroponik yetiştiricilik", dünyada 40 milyar dolarlık bir büyüklüğe ulaşmış durumdadır. Türkiye'de ise her geçen gün artan sayısı ile 150' ye yakın serada bu teknik kullanılmaya başlanmıştır. Topraksız tarımın en yoğun kullanıldığı ülkelerin başında Hollanda ve Belçika gelmektedir. Bu iki ülkenin seralarının toplam yüzde 95' inde topraksız tarım yapılmaktadır. Türkiye'de son verilere göre toplam 692.000 dönüm seranın yaklaşık 12.554 dönümünde, topraksız tarım yöntemi ile örtü altı bitkisel üretimi yapılmaktadır (Tarım ve Orman Dergisi 2018).

Topraksız tarımda hormon ve ilaç kullanılmamaktadır. Dolayısıyla kalıntı içermeyen ve yüksek fiyat-

lardan alıcı bulan ürünlerin yetiştiği topraksız seralar, geleneksel seracıları da harekete geçirmektedir. Ürünün pazarlanmasında fiyatı yüksek olmasına rağmen, sıkıntı çekilmediğinden hem iç pazarda hem de ihracatta alıcı sürekliliği vardır.

Jeotermal enerjinin sera ısıtmasında kullanılması birçok önemli ekonomik faydalar sağlamaktadır. Bu faydaların başlıcaları şu şekilde sıralanabilir;

- ▷ Isıtılmalı seracılık yapıldığı için verim %50-60 artar, sera atmosferine jeotermal karbondioksit verilebilir ve bu da verimi %40'a varan oranlarda artırabilir, uygun döllenme sıcaklığı sağlandığı için hormon-suz meyve üretilir,
- ▷ Isınan havanın tutabileceği nem miktarı arttığından ve yeterli sıcaklık nedeniyle havalandırma yapılabildiğinden yüksek nemden kaynaklanan hastalıklar azalır ve daha az tarım ilacı kullanılır,
- ▷ Çevre dostu olduğu için dış havayı ve sera havasını diğer yakıtlarda olduğu gibi (örneğin kömür) kirletmez,
- ▷ Isı verimi yüksektir,
- ▷ İyi bir izolasyonla uzak mesafelere taşınır,
- ▷ Diğer yakıtlara göre oldukça ekonomiktir. Örneğin A.B.D.de yapılan çalışmalarda fuel-oil'e göre %80 daha ekonomik ve işletme masraflarının da %5-8 oranında daha düşük olduğu saptanmıştır (Sevgican, 2002).

Seracılıkta maliyetlerin %70 gibi önemli bir oranını ısıtma masrafları oluşturmaktadır. Bu nedenle Karakoçan ilçesinde iklim dezavantajından dolayı geleneksel veya basit seracılık başvurulan ekonomik bir faaliyet değildir. Ancak jeotermal enerji potansiyeli yüksek olan ilçede jeotermal kaynaklı sıcak sular ile seracılık maliyeti düşük bir ekonomik faaliyet olarak yapılabilir.

Sera ısıtma sistemlerinde genelde jeotermal akışkan doğrudan kullanılmaz eşanjör vasıtasıyla jeotermal ve temiz su döngüsü birbirinden ayrılır. Bunun nedeni çelik borulu sistemler de korozyon ve çökeltme, topraktan ısıtılmalı ve düz borulu ısıtma sistemlerinde ise (doğal taşınım olduğu için) hassas sıcaklık kontrolünün sağlanması ve çökeltmenin önüne geçilmesidir. Bu nedenlerle jeotermal kuyudan alınan sıcak su eşanjör sistemine aktarılmakta ve bu sistem vasıtasıyla sıcak olan jeotermal su, seranın 1 km doğusundaki bir kaynaktan alınan ve 300 tonluk su deposunda bekletilen kaynak suyunu ısıtmaktadır. Başka bir ifadeyle jeotermal su ile ısıtılan kaynak suyu seranın içindeki borulara aktarılmakta ve seranın ısıtılması bu şekilde sağlanmaktadır.

Jeotermal sera gotik tipi plastik sera olup 10 000 m<sup>2</sup>lik bir alan üzerine inşa edilebilir. Seranın etrafı polycarbon denilen 8 mm plastik materyalden, tavanı ise seralar için özel üretilen plastikte kapatılacaktır (Resim 6). Tavanı örten plastik malzemenin ekonomik ömrü 3 yıldır. Demir konstrüksiyon ise demir bakır alaşımından yapılmıştır. Yatırım maliyetinin en büyük kısmını sera konstrüksiyon malzemeleri oluşturmaktadır. Sera aynı zamanda 125 km/saat rüzgara ve metrekaareye 25 kg kar taşımaya dayanıklı bir yapıda tasarlanarak inşa edilmelidir.



Resim 6: Gotik tipi plastik jeotermal seradan bir görünüm

### 5.3. Yapım Maliyetleri

Sera yatırımları için 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular kanunu gereği reenjeksiyon şartı aranmaktadır. Bu nedenle üretim kuyusuna ek olarak bir adet reenjeksiyon kuyusu açılması gerekmektedir.

Sera yatırımlarında işletmenin sürekliliği açısından emniyet amaçlı ısı kaybını önleyici buffer tank (ısı korumalı su deposu) kurulması önerilir. 1.000 m<sup>3</sup> hacimli bir buffer tankın maliyeti 1 milyon TL'dir. Yurt içinde yapımı ve montajı yapılmaktadır.

10 dönümlük bir jeotermal sera yatırımı için öncelikle kuyu veya kuyulara yakın olacak şekilde arazi seçimi yapılmalıdır. Maksimum 1 km'yi geçmemelidir. Geçerse çok fazla ısı kaybı yaşanabilir. Mesafe ne kadar kısa olursa boru maliyeti (gidiş-dönüş) o kadar az olur. Sera kompleksi dışında, paketleme alanı ve idari binalar gibi yerleşkelerin de olması nedeniyle ilave olarak 10-15 dönümlük bir alan satın alınmalı, kiralanmalı ya da tahsis edilmelidir.

Alan seçimi yapıldıktan sonra, 1000/1 eğimli olacak şekilde arazinin tesviye işleminin yapılması gerekmektedir. Ayrıca elektrik ve soğuk su temini gereklidir.



## MALZEME BİLGİLERİ

Sıcak daldırma galvanizli çelikten imal sera kolonları kullanılacaktır. Kolon ebatları 80x80mm et kalınlığı 2,00mm'dir Her 2,5 m mesafede çatı yayı kullanılacaktır. Havalandırma üstten çift (butterfly) olup her 2,5 m mesafede bir 125 cm kremayer ile açılıp kapanacaktır. Her havalandırmanın kendinden swichli motoredüktörü bulunacaktır. Üstten çift havalandırma sıcak havalarda sera içerisindeki olumsuz koşulları elimine edecektir. Sera neminin de uzaklaştırılmasını temin ederek iklim kontrol otomasyonuna tabi olacaktır.

## MAKASLAR VE MİMARİ YAPI SERA KAPLAMASI

200 mic. Kalınlığında UV – AD – EVA – IR katkılı polietilen film. Maksimum ışık ve difüzyon oranı.

## ISI VE GÖLGE PERDESİ

Seraların ısıtılması kadar ısıtılan seralarda ısı enerjisinin korunumu büyük bir önem arz etmektedir. Sera çatısı daha fazla ışığın seraya ulaşması amacıyla tek katlı örtü ile kaplanmaktadır. Dış sıcaklık değerinin 10 °C'nin altına düştüğü koşullarda örtü malzemesi aracılığıyla ortaya çıkan ısı kayıplarının azaltılması amacıyla seralarda ısı perdelerinin kullanılması uygundur. Isı perdesinin kullanıldığı seralarda ısıtma maliyeti %30-40 oranında azaltılabilmektedir. Ancak ısı enerjisi tasarrufu amacıyla kullanılan perdelerde sızdırmazlığa özen gösterilmelidir. Isı perdelerinin gölgeleme amacıyla kullanılması durumunda perdeler tam kapatılmamalıdır. Serada hem ısı hem de gölgeleme perdelerinin birlikte kullanılması mümkündür.

## BÖCEK TÜLÜ (INSECTNET)

Dışarıdan seraya zararlı girişini önleyen, tüm havalandırmaları kaplayan tül.

## SERA SULAMA SİSTEMİ

Seralarda sulama sistemleri projelenirken su ve enerji tasarrufu sağlayan sistemlerin seçilmesine özen gösterilmelidir. Su tasarrufundan verilen suyun yüzey akışa geçen, derine sızan ve buharlaşan miktarının minimuma indirilmesi, enerji tasarrufundan ise verilen sulama suyunun buharlaşması azaltılarak örtü yüzeyinden kaybolan gizli ısının azaltılması anlaşılmalıdır.

Topraksız tarım sistemine uygun 2 l/h kapasiteli emitör-spagetti-damlatıcı kazık sistemli, tam otomatik EC ve pH kontrollü fertigasyon ünitesi, filtreler, pompalar, bağlantı parçaları ile komple sistemdir.

## SİSLEME SİSTEMİ

Sera içi nemi temin etmek için 70-100 bar basınçla çalışan, yüksek basınçlı sisleme sistemi, bağlantı parçaları, pompaları ile komple sistemdir.

## **İKLİM KONTROL SİSTEMİ**

Sera iklimini otomatize eden, havalandırma, sisleme, sulama, ısı perdesi, fanlar gibi tüm sera donanımlarını kontrol ve komuta eden komple sistemdir.

## **TOPRAKSIZ TARIM YATAĞI**

Topraksız tarım üretim ortamlarına taşıyıcılık ve drenaj toplama görevi yapan sac oluklar ve bağlantıları.

## **FAN SİSTEMİ**

Sera içinde her tünelde birer adet sirkülasyon fanı ile hava döngüsü temin edilecektir.

## **ELEKTRİK SİSTEMİ**

Sera ve sera içi sistemlerin pano ve kabloları ile komple sera içi elektrik sistemidir.

## **ISITMA SİSTEMİ**

Jeotermal serada eşanjör ve yedek ısıtma kazanı kullanılmaktadır.

Seralarda borulu ısıtma sistemi kurulur. Isıtma sisteminde enerji tüketimi dikkate alınarak ısıtma boruları sera tabanına yakın yerleştirilir. Serada ana dağıtım hatları ve iç dağıtım boruları Tichelman(Seralarda sıcaklığın düzenli ve eşit dağılımının sağlanması amacıyla ısıtma borularının düzenlenmesi yöntemini ifade eder) esasına göre bağlanır. Ana hatların debisine göre boru çapları seçilir.

## **SU DEPOSU**

Sürdürülebilir tarım açısından gelecekte ortaya çıkacak en büyük sorun temiz su kıtlığı olacaktır. Su tasarrufu için yağışların meydana geldiği dönemlerde sera çatısına ulaşan yağmur sularının su oluklarıyla toplanarak depolanması gereklidir. Elazığ iklim koşullarında Bölge'ye düşen aylık yağış ve serada üretilen domates bitkisinin su tüketiminden gidilerek yapılan hesaplamalar sonucunda, bir m<sup>2</sup> sera alanı için 0,61 m<sup>3</sup>'lük depolama hacmine ihtiyaç vardır.

Tablo 4.3. Sabit Yatırım Maliyetleri

Yatırım Maliyeti	
Etüd Giderleri	10.000
Mühendislik Proje	20.000
Arazi Düzenlenmesi	50.000
İnşaat Giderleri	1.750.000
Makine ve Donanım	1.400.000
Montaj	350.000
Taşıt Araçları	100.000
Genel Giderler	100.000
Reenjeksiyon Kuyusunun Maliyeti	1.000.000
Kuyudan Seraya Boru Maliyeti	250.000
<b>Toplam</b>	<b>4.680.000</b>

#### 5.4. İşletme Gelir/Giderleri

Ürünlerin satış fiyatı mevsim şartlarına göre değişen arz-talep dengesine bağlıdır. Bir yıl boyunca domatesin kg fiyat ortalaması alındığında 2,65 TL olmaktadır. Buradan Seranın yıllık geliri 560 Ton\* 2,65 TL= 1.484.000 TL olarak hesaplanmaktadır.

#### Gübre ve İlaç Giderleri;

10 dönümlük bir serada yaklaşık yıllık 20.000 TL gübre , 15.000 TL ise ilaç gideri olmaktadır.

#### Pazarlama ve satış Giderleri;

Reklam ve satış çalışmaları için yaklaşık yılda 57.000 TL gider oluşmaktadır.

#### Personel Giderleri;

Kurulacak olan işletmede yönetim büyük bir önem arz etmektedir. Birçok işletmede tasarruf amacıyla belirli noktalarda ortaya çıkan eksiklikler işletmenin başarıya ulaşmasını engellediği gibi, kayıpların ortaya çıkmasına da neden olmaktadır. Sera işletmesinde iş gücü programlanırken dekar başına 0,7 Adam/dönüm işgücü hesaplanmalıdır. Büyük işletmelerde 2 üretim denetçisi 1 tasnif odası denetçisi gereklidir. Aynı zamanda tasnif odasında çalışacak 5 düz işçiye ihtiyaç vardır. 5 hektardan daha büyük işletmelerde, birçok genel masraf aynı kalırken sadece üretimdeki işçi sayısı artmaktadır. Bu nedenle işletmelerin daha büyük olması tavsiye edilir.

10 dekarlık bir serada çalışanlar, Üretim Şefi, Pazarlamacı, Tekniker personel, Güvenlik Görevlisi, Yetiştiriciler ve İşçiler olmak üzere 13 kişiden oluşur.

Tablo 4.4. Personel Giderleri Tablosu

Personel	İşgücü Sayısı	Brüt Aylık Gider (TL)	Yıllık Gider (TL)
Üretim Şefi	1	5000	60.000
Pazarlama ve Teknik Personel	2	6000	72.000
Güvenlik	3	7500	90.000
Vasıfsız İşçi(7*2.030 TL)	7	14210	170.520
<b>Toplam</b>	<b>13</b>		<b>392.520</b>

Tablo 4.5. Sera Yatırımı Gider Kalemleri ve Yıllık Giderler

Gider Kalemleri	Yıllık Giderler (TL)
Üretim Gideri	383.000
Gübre	20.000
İlaç	15.000
Pazarlama	17.000
Elektrik(kWh 0,23* 10.000)	27.600
Su	10.000
İşçilik	392.520
<b>Toplam</b>	<b>865.120</b>

## 5.5. Ekonomik Analiz

Tablo 4.6. Sera Yatırımı Tam Kapasite Kar Tablosu

TAM KAPASİTE (TL)	
<b>TOPLAM GELİR</b>	1.484.000
<b>TOPLAM GİDER</b>	865.120
<b>BRÜT KAR</b>	618.880
<b>VERGİLER %25</b>	154.720
<b>NET KAR</b>	<b>464.160</b>

## 5.6. Finansal Analiz

**Yatırımın Karlılığı**= Ortalama Vergi Sonrası Kar / Sabit Yatırım Tutarı

Tablo 4.7. Jeotermal Sera Yatırımı-Yatırım Karlılığı

TAM KAPASİTE	
Ortalama Vergi Sonrası Kar	464.160 TL
Sabit Yatırım	4.680.000 TL
<b>Yatırımın Karlılığı</b>	<b>%9,9</b>

**Yatırımın Geri Dönüş Süresi** = Toplam Sabit Yatırım Tutarı/ Yıllık Net Gelir

Tablo 4.8. Jeotermal Sera Yatırımın Geri Dönüş Süresi

TAM KAPASİTE (TL)	
Toplam Sabit Yatırım	4.680.000 TL
Yıllık Net Gelir	464.160 TL
<b>Yatırımın Geri Dönüş Süresi</b>	<b>10,08 Yıl</b>

Tablo 4.9. Sera Yatırımı Tam Kapasite Yatırım Değerleri

Yatırım Değerleri	Sonuç
<b>İlk Faaliyet Yılı İtibariyle Kapasite Kullanım Oranı</b>	<b>%100</b>
<b>İlk Faaliyet Yılı İtibariyle İstihdam Kapasitesi</b>	<b>13 Kişi</b>
<b>Toplam Yatırım Tutarı</b>	<b>4.684.000 TL</b>
<b>Yatırımın Karlılığı</b>	<b>%9,9</b>
<b>Yatırımın Geri Dönüş Süresi</b>	<b>10,08 Yıl</b>

## 5.7. Risk Değerlendirmesi

Fizibilite analizlerinde duyarlılığı en fazla etken gelirlerdir. Piyasa fiyatlarının düşmesi ya da elimizdeki bir pazarı kaybetmek en önemli risklerden biridir. Bu nedenle ürün satış fiyatlarının düşmesi ve satış miktarlarının azalması ihtimaline karşı kötümser bir tahmine göre hesaplama yapmak, neler olabileceğini analiz etmek, her zaman yararlı olacaktır. Bunu bertaraf etmek için her zaman yeni pazarları izlemek, özellikle yurtdışı piyasaları araştırmak gerekecektir.

Bölgede kurulan tesislerin yönetim hata ve yetersizlikleri öne çıkan ve üzerinde titizlikle durulması gereken en önemli risklerden biridir. Seralarda sağlıklı, güvenilir bir gıda üretim standardı yakalamak ve sürdürülebilir tarımsal üretimi gerçekleştirmek gerekmektedir.

Seracılıkta riski etkileyen en büyük unsurlardan biri de, gelirlerin yanında yer alan giderlerdir. Seracılık sektöründe üretim harcamaları içinde ısıtmanın payı %60'lara kadar yükseldiğinden, seracılıktaki başarı bu oranın düşürülmesine bağlıdır. Jeotermal kaynakları kullanarak ısıtma, tüm olasılıklar içerisinde hem en karlı üretimi yapmayı sağlayan, hem de en temiz ısıtma şeklidir. Ancak burada bile sıcaklığın -10 °C altına düşebildiği dönemlerde özellikle 4 metre ve üzeri yüksek seralarda ısıtma ile ilgili sorunlar yaşanabilmektedir. Bu amaçla ısı dağılımına dair hesaplamalar daha kuruluş aşamasından itibaren kötü ihtimal hesabına göre yapılmalıdır. Sera ısıtmasında kullanılacak jeotermal kaynağın genel olarak en az 100 °C çıkış sıcaklığında olması istenir. Ancak 50- 60 °C sıcaklıktaki suyu etkin olarak kullanabilen sistemler oluşturabilen kuruluşlar da vardır. Seracılıkta üretimi etkileyen diğer unsurlar; ışık, sıcaklık, nem, hava ve karbondioksit ve diğer etmenler olarak sıralanabilir. Ayrıca seranın kurulacağı arazi özellikleri ve maliyeti de önem arz etmektedir. Arazinin uygun eğimlerde olmaması durumunda yapılacak kazı ve doldurma çalışmaları ekstra maliyetler doğuracaktır.

Şiddetli rüzgârlar, seralarda fiziki tahribat yapar. Sera çatısındaki naylonları yırtar. Yırtılan kısımdan sera içine giren rüzgâr bitkileri devirir veya kırar. Dolu yağışı ile birlikte görülen rüzgârların tahrip gücü daha fazladır. Genellikle şiddetli rüzgârlarla birlikte yağın ve tanelerinin çapı ortalama 20 mm'nin üzerinde olan dolu tahripkâr bir yağış türüdür. Rüzgârın etkisiyle ağırlığı ve hızı artan dolu sera naylonlarını deler. Bitkilerin dal, gövde ve yapraklarını kırar.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

# 6

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Elazığ ili Karakoçan ilçesi Kızılca Bölgesi'nde bulunan jeotermal varlığın tespit edilmesine yönelik etüt çalışmaları MTA tarafından yürütülmüş ve raporları hazırlanmıştır. Bu kapsamda, söz konusu çalışmalar sonucunda tespit edilen jeotermal varlığın ekonomik olarak değerlendirilmesi amacıyla uygun kullanım alanlarının tespit edilerek somut yatırım önerilerinin ortaya çıkarılması amacı ile bu ön fizibilite etüdü hazırlanmıştır.

Bu çerçevede çalışma kapsamı; Elazığ İli Karakoçan İlçesi'nde jeotermal kaynaktan enerji elde edilmesi ve uygun kullanım alanlarının belirlenmesi konusunda teknik, idari ve mali koşulların ortaya konulmasıdır.

MTA Genel Müdürlüğü ile Elazığ İl Özel İdaresi arasında 01.08.2017 tarihinde imzalanan sözleşme gereği ücretli işler kapsamında gerçekleştirilen 2017.33.43 proje özel kod no.lu "Elazığ İl Özel İdaresi Adına Karakoçan Kızılca Jeotermal Sahasında Jeotermal Etüt Çalışması Projesi" ile Elazığ İl Özel İdaresi'ne ait AR: 07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsat sahasında jeotermal enerji arama ve sondaj lokasyonu/ lokasyonları belirleme amaçlı bir çalışma yapılmıştır. Raporun jeoloji, jeofizik ve su kimyası çalışmalarının değerlendirilmesinde bu rapordan yararlanılmıştır.

Çalışmalara konu olan Elazığ İl Özel İdaresi'ne ait AR:07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsatı, Karakoçan (Elazığ) ilçe merkezine yaklaşık 2,5 km mesafede olup, 1/25.000 ölçekli Elazığ J43-c3, J44-d4, K43-b2 ve K44-a1 paftaları içinde yer almaktadır.

AR: 07 no.lu jeotermal kaynak arama ruhsat sahasındaki tüm jeotermal etüt çalışmaları, yaklaşık 50 km<sup>2</sup>lik bir alan içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Karakoçan Kızılca sahasında **42°C civarı** bir akışkan bulunmaktadır. Elde edilen bu sıcaklıktaki akışkan ile **termal turizm yatırımının yapılması** en optimum seçenek olacaktır. Bu tesisler konaklama, dinlenme, eğlence ile 12-21 gün sürebilen kür tedavi uygulamalarının tüm yıl boyunca yapılabileceği tesislerdir.

Termal turizm yatırımları için **42 °C sıcaklık ve 35-40 litre/saniye debi** aralığında değerlere sahip **1 adet kuyu** yeterli olacaktır. Bir kuyudan elde edilecek bu değerler ile **ortalama 1000 yatak kapasiteli** fizik tedavi merkezi (hastane) ve termal turizm yatırımlarının akışkan ihtiyacı karşılanabilir.

Termal turizm yatırımlarında en önemli unsur jeotermal akışkan yönetiminin tek elden olmasıdır. Böylece kontrollü ve ihtiyaç kadar üretim yapılarak, ruhsat alanındaki suyun israfı önlenmiş ve rezervuarın uzun ömürlü olması sağlanmış olacak, ihtiyaç kadar su çekileceği için yedek termal su depolama ihtiyacı olmayacaktır.

Termal enerji taşınması ve dağıtımı için kuyu veya kuyulardan termal tesislere boru hatlarının döşenmesi yeterli olacaktır.

Termal turizm tesislerinin ihtiyacı olan jeotermal kaynak için açılması gerekli kuyu sayısı tesislerin oda ve yatak kapasitesine göre değişkenlik gösterir.



Termal tesis kurulması düşünölen arazi, mevcut kuyu ya da açılacak kuyulara ne kadar yakın olursa taşıma hattı yatırım maliyeti o derece düşük olacaktır.

Elazığ İl Özel İdaresi'ne ait AR:07 no.lu Karakoçan Kızılca jeotermal sahasından elde edilecek jeotermal akışkandan sera ısıtılması yapılmak istenirse, sahada yapılan sondaj çalışmaları sonucu bulunan 42 °C sıcaklıktaki jeotermal akışkan **takviye ısıtmaya gerek olmadan 10 dönümlük** jeotermal sera yatırımında kullanılabilir.

10 dönümlük bir sera yatırımı için 1 adet üretim kuyusu ve 1 adet reenjeksiyon kuyusu başlangıç için yeterli olacaktır. Kapasite arttırılmak istenirse yeni kuyular açılması gerekmektedir.

Sıcaklık kaybını en aza indirmek için, jeotermal kuyu veya kuyulara yakın olacak şekilde sera projesi yeri seçilmelidir. Maksimum 1 km'yi geçmemelidir. Geçerse çok fazla ısı kaybı yaşanabilir. Mesafe ne kadar kısa olursa borulama maliyeti (gidiş-dönüş) o kadar az olacaktır.

Jeotermal sera yatırımının tamamlanma süresi yaklaşık 3 aydır. Serada ilk dikim yapıldıktan 3 ay sonra ilk hasadın gerçekleşmesi ön görölmektedir.

Serada ürün çeşidi olarak öncelikle salkım domates üretilmesi uygun olacaktır. Elde edilen ürün yurt içinde ve yurt dışında (Almanya, Hollanda, Rusya) piyasaya verilebilir.

Sera yatırımlarında işletmenin sürekliliği açısından emniyet amaçlı ısı kaybını önleyici buffer tank (ısı korumalı su deposu) kurulması önerilir. 1000 m<sup>3</sup> hacimli bir buffer tank in maliyeti 1 milyon TL'dir. Yurt içinde yapımı ve montajı yapılmaktadır.

10 dönümlük bir jeotermal sera yatırımı için öncelikle kuyu veya kuyulara yakın olacak şekilde arazi seçimi yapılmalıdır. Sera kompleksi dışında, paketleme alanı ve idari binalar gibi yerleşkelerin de olması nedeniyle ilave olarak 10-15 dönümlük bir alan satın alınmalı, kiralanmalı ya da tahsis edilmelidir.

10 dönümlük bir sera yatırımı için 1 adet üretim kuyusu ve 1 adet reenjeksiyon kuyusu başlangıç için yeterli olacaktır. Kapasite arttırılmak istenirse yeni kuyular açılması gerekmektedir.

Alandaki sıcaklığın düşük olması nedeniyle buhar elde edilmesi söz konusu değildir.

Söz konusu jeotermal alan, mevcut sıcaklıkların düşük olması nedeniyle elektrik üretimi ve konut ısıtmacılığı ile ilgili proje ve yatırımlara uygun değildir.

Söz konusu kuyuda herhangi bir gaz ölçümü bulunmamaktadır. Resmi bir gaz ölçümü yapılarak CO<sub>2</sub> gazı miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Kuru buz üretim tesisi için CO<sub>2</sub> gaz oranının sürekli olarak %90 ve üzerinde olması gerekmektedir. Ayrıca kuru buz talebinin piyasa araştırması yapılarak ekonomik olup olmadığı ortaya konmalıdır. Türkiye'de hali hazırda jeotermal kuyulardan kuru buz üretiminin yeteri kadar sağlandığı bilinmektedir.

### **Sonuç olarak;**

Bölgede yer alan jeotermal kaynakların sıcaklık, miktar, kimyasal içerik, vb. özelliklerinin değerlendirilmesi ile bölgenin ekonomik ve sosyo kültürel özellikleri dikkate alınması sonucunda 200 yatak kapasiteli termal turizm tesisi yatırımı ile 10 dönüm alanda sera yatırımı yapılmasının karlılığı en uygun ve riskleri minimize edilmiş yatırım konuları olacağı kanaatine ulaşılmıştır.

**EKLER**  
**SAHA ÇALIŞMASI**

**7**

## 7. EKLER

### SAHA ÇALIŞMASI

Ruhsat alanında çalışmalar yapmak üzere 13.03.2018 tarihinde bir saha çalışması gerçekleştirilmiştir.

Saha Ziyaretlerine Katılan Personeller: Hakan ÇELİK (Proje Koordinatörü) ve Proje Yürütücüsü

Görüşme Yapılan Kişi/Kişiler: Dilşat KAZAZOĞLU TEMİZ (Uzman), Mustafa Selim ÖZATAY (Uzman)

Konu: Elazığ İlinin Jeotermal Varlığının Sektörlere Göre Yatırım İmkânlarının Belirlenmesi ve Söz Konusu Jeotermal Varlıklar Özelinde Yatırım Ön Fizibilitelerinin Çıkarılması Projesi kapsamında açılış toplantısı

#### Ziyaret Notları

▷ Proje kapsamında Fırat Kalkınma Ajansı yetkili uzmanları ile yaklaşık iki saat süren bir proje açılış toplantısı gerçekleştirilmiştir. Toplantıya DETA Danışmanlık, Eğitim, Tanıtım ve Organizasyon Tic. Ltd. Şti. adına Proje Koordinatörü ve Proje Yürütücüsü katılmıştır.

▷ Toplantıda Elazığ İli, Karakoçan İlçesi, Kızılca Bölgesinde yapılacak olan çalışma ile ilgili olarak Uygulayıcı Kuruluş yetkililerine bilgiler aktarılmış ve ilgililerden yapılacak çalışmanın sonucuna dair beklentileri tespit edilmiştir.

▷ Proje sahasında yakın zamanda MTA Bölge Müdürlüğü tarafından bir sondaj çalışmasının yapılmaya başlandığı ve bu çalışmanın 300 m. derinlikte iken yaklaşık 30 °C sıcaklığa sahip bir kaynağın tespit edildiği bilgilerine ulaşılmıştır.

▷ Başlatılan çalışmanın tahminen 1 ve 1,5 ay içerisinde tamamlanacağı ve bu çalışma neticesinde oluşturulacak raporların da DETA Danışmanlık, Eğitim, Tanıtım ve Organizasyon Tic. Ltd. Şti. proje ekibine sunulacağı belirtilmiştir.

Proje ekibi tarafından 14 Mart 2018 tarihinde Karakoçan Kaymakamlığı'na ziyarette bulunulmuştur.

Görüşme Yapılan Kişi/Kişiler: Çetin Oktay KALDIRIM (Elazığ Valisi), Mehmet KOCABEY (Karakoçan Kaymakamı), Orhan KILINÇ (MTA Proje Başkanı), Ergün ATABAY, Ramazan BULUT (Elazığ İl Özel İdaresi Mühendisleri), Selçuk HAVUÇGİL (Karakoçan İlçe Özel İdaresi Müdürü)

Konu: Elazığ İlinin Jeotermal Varlığının Sektörlere Göre Yatırım İmkânlarının Belirlenmesi ve Söz Konusu Jeotermal Varlıklar Özelinde Yatırım Ön Fizibilitelerinin Çıkarılması Projesi kapsamında saha ziyareti

#### Ziyaret Notları

▷ Karakoçan Kaymakamı Mehmet KOCABEY, makamında ziyaret edilerek proje hakkında bilgi verilmiştir.

- ▷ Karakoçan İlçe Özel İdare Müdürü Selçuk HAVUÇGİL'den bilgiler, çeşitli veri ve dokümanlar alınmıştır.
- ▷ Proje sahasında MTA'nın alanda yapmış olduğu sondaj çalışması ve ruhsat alanı hakkında MTA Proje Başkanı Orhan KILINÇ ve MTA yetkilileri ile görüşülerek detaylı bilgiler toplanmıştır.
- ▷ Elazığ İl Özel İdaresi mühendisleri Ergün ATABAY ve Ramazan BULUT'tan İl Özel İdaresinin alanda yapmış olduğu çalışma hakkında bilgi alınmıştır.
- ▷ Elazığ Valisi Sayın Çetin Oktay KALDIRIM ve beraberindeki heyetle DETA Danışmanlık, Eğitim, Tanıtım ve Organizasyon Tic. Ltd. Şti. tarafından üstlenicisi olunan proje ile ilgili müzakerelerde bulunulmuştur.
- ▷ Proje sahası içerisindeki belli noktalar gözlemlenmiş ve çalışmalara dayanak olacak görsel kayıtlar oluşturulmuştur.

13.03.2018 tarihinde gerçekleştirilen saha ziyaretinde ruhsat sahası içerisinde yer alan jeolojik birimler arazide incelenmiştir.

Özellikle sahadaki jeotermal aktivitenin varlığını gösterir traverten birimler sahada yerinde incelenmiştir. Traverten, basınç altında, bünyesinde erimiş karbon dioksit bulunan yeraltı suları, geçtikleri bölgelerdeki kalsiyum karbonatı ( $CaCO_3$ ) eriterek taşır. Suyun aniden açığa, basınçsız ortama çıkması ve karbondioksitin uçması ile, suda erimiş bulunan kalsiyum karbonat çok ince katmanlar halinde kayaların üzerine çöker. Bu birikim zamanla yastık gibi yumuşak hatları olan travertenleri oluşturur.



Resim 7. 13.03.2018 tarihinde gerçekleştirilen saha ziyareti çalışmaları.



**Resim 8.** Ruhsat sahası içerisinde özellikle MTA tarafından sürdürülen sondaj çalışmalarının yapıldığı bölgede açık maden işletmeciliği yapılan traverten oluşumları

13.03.2018 tarihinde gerçekleştirilen saha ziyaretinde MTA tarafından sürdürülen devam eden sondaj çalışmaları yerinde incelenmiş sondaj çalışmaları hakkında bilgi alınmıştır.

- ▷ Sondaj çalışmalarının 11.02.2018 tarihinde başladığı ve ziyaretin yapıldığı 13.03.2018 tarihi itibarı ile 310 m sondaj derinliğine ulaşıldığı anlaşılmıştır. Elde edilen en yüksek sondaj çamuru çıkış sıcaklığı 22,8°C şu an delinmekte olan 310 metrede elde edilmiştir.
- ▷ Sondaj çalışmasında sırasıyla; bazaltik andezit, az oranda kumtaşı, yer yer traverten parçaları, volkanik kökenli, karbonat matrisli kumtaşı, bazaltik andezit, tuf ignimbirit, volkanik kırıntılar, volkanik kökenli kumtaşı, karbonat matrisli kiltası marn, ignimbirit, kumtaşı, bazaltik andezit ve kireçtaşı birimlerinin kesilmiş olduğu anlaşılmıştır.
- ▷ Elde edilen bulgular ışığında alandaki jeotermal sistemin örtü ve rezervuar kayacını, yer yer alterasyona uğramış olan Üst Miyosen yaşlı aglomera, lapilli, volkanik breş, tuf, lav, tüfit ve ignimbiritlerden oluşan Solhan formasyonunun oluşturduğu düşünülmektedir. Birim içerisinde olduğu öngörülen muhtemel tektonik hatların veya yer yer gözlenebilen marn ve gösel kireçtaşı seviyelerinin jeotermal akışkana sahiptir.



Resim 9. MTA tarafından sahada sürdürülen sondaj çalışması



Resim 10. MTA tarafından sahada sürdürülen sondaj çalışması

# 8

## KAYNAKÇA



## 8. KAYNAKLAR

- Akgün D, Oğuzöncül F, (2014) “Elazığ Golan Kaplıcasındaki Geleneksel Kaplıca Tedavisi Uygulamalarının Değerlendirilmesi” Kocatepe Tıp Dergisi ;15(3):267-273
- Atasoy A., (2011) “Şehir Coğrafyası Açısından Karakoçan (Elazığ)” Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt/8, Sayı/16. s 159-183
- Bayram S, (2017) “Yukarı Peri Suyu Havzasının Jeolojisi” Ekev Akademi Dergisi Yıl: 21 Sayı: 72
- Baytorun, A.N. 2016. Seralar. Yapı tipleri, Donanım ve İklimlendirme. Nobel Yayınevi.
- Bingöl, A.F. 1982. Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaların petrografik ve petrolojik incelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, 1, 9-21.
- Bingöl, A.F. 1984. Geology of Elazığ area in the Eastern Taurus region: Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C. (eds.). Geology of the Taurus Belt , p. 209-217.
- Bingöl, A.F. 1988. Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus-Turkey). Journal of Fırat University, 3/2, 1-17.
- Emekli, N.Y., Büyüктаş, D., Büyüктаş, K. (2008). Antalya Yöresinde Seracılığın Mevcut Durumu ve Yapısal Sorunlar. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2008, 25(1):26-39 ISSN 1300-3496
- Gudmundsson, J.S., Freeston, D.H., and Lienau, P.J., 1985: The Lindal diagram. Geothermal Resources Council, Transactions, 9, 15-19.
- Günerhan, H., 2010, Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Jeotermal Enerjiden Yararlanma, Jeotermal Enerji Semineri
- Hasdemir Mine, Hasdemir Mehmet, U Gül , Z. Y. Ataseven, “Türkiye’de Jeotermal Seracılığın Mevcut Durumu İle Karar Verme Süreçlerinde Etkili Olan Faktörlerin Analizi” Mayıs 2014
- Karaca, S., Uslu, A., Hökelekli, E., Yıldız, R., 2017, Elazığ İl Özel İdaresi Adına Kayıtlı Ar: 07 No.Lu Jeotermal Kaynak Arama Ruhsat Alanına Ait Jeotermal Etüt (Jeoloji- Jeofizik) Raporu, MTA Yayını, Proje No 2017.33.43
- Kılıç, N. 1998. Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Sektörüne Bakış ve Jeotermal Enerji Potansiyelinin İrdelenmesi, İzmir Ticaret Odası, Yayın No: 56, İzmir, 9: 202 s.
- Lund, JW, 2006, “Introduction to Geothermal Aquaculture”, Geothermal Energy Utilization and Technology, Edited by M.H. Dickson & M. Fanelli, Earthscan.
- MTA 1997a, 1/100.000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi, Erzurum- G32 paftası, No: 50. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MTA 1997b, 1/100.000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi, Erzurum- G31 paftası, No: 52. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.

MTA. 2007. 1/100.000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye jeoloji haritalar serisi Elazığ-K43 paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Özbek, T., 2011, Jeotermal Kaynakların Sağlık ve Termal Turizmde Değerlendirilmesi, Jeofizik Bülteni

Öztürk, H.H., Başçetinçelik, A., Karaca, C., 2004, Jeotermal Enerjiyle Sera Isıtma Sistemleri, V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu

Şaroğlu, F., Boray, A., Emre, M. 1987. Türkiye'nin diri fayları. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 8643, 394 s. Ankara (yayımlanmamış).

Şaroğlu, F., Güner, Y. 1981. Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden ögeler: Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. TJK Bülteni, 24, 39-50.

Şaroğlu, F., Yılmaz, Y. 1984. Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve ilgili magmatizması. Ketin Simpozyumu, 1984, Ankara, 149-162.

Tarhan, N. 1989. Hınıs-Varto (Erzurum-Muş) dolayının jeolojisi ve petrolojisi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 181 s., İstanbul (yayımlanmamış).

Tarhan, N. 1991a. Hınıs-Varto-Karlıova (Erzurum-Muş-Bingöl) dolayının jeolojisi ve petrolojisi. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 9428, Ankara (yayımlanmamış).

Tarhan, N. 1991b. Hınıs-Varto-Karlıova (Erzurum-Muş-Bingöl) dolayının Neojen volkanitlerinin jeolojisi ve petrolojisi. MTA Dergisi, 113, 45-60.

Tarhan, N. 1992. Origin of radioactive and metallic ore minerals and types of economic ore deposits, associated with granitic rocks. 29th International Geological Congress, 3, 3.

Titiz, K.S. (2004). Modern Seracılık, Antalya Sanayicileri ve İşadamları Derneği Yayını, Antalya.

Yazgan, E. 1981. Doğu Toroslar'da etkin paleokıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen) Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi, 7, 83- 104.

Yazgan, E. 1983. A Geotraverse between the Arabian Platform and Munzur nappes: International Symposium on the Geology of The Taurus Belt, 1983, Ankara. Guide Book for Excursion V.

Yazgan, E. 1984. Geodynamic evolution of Eastern Taurus region. Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C. (eds). Geology of the Taurus Belt, 199-205.

Yenmez, N. (2004). Harran Ovası'nda Seracılık Faaliyetleri ve Sorunları. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, Sayı:12, İstanbul.

Zengin, M., Özbahçe, A., 2011. Bitkilerin İklim ve Toprak İstekleri. Atlas Kitabevi, Yayın No: 4, ISBN: 978-605-61260-3-1, Konya.

## İnternet Kaynakları

<http://saglikturizmi.gov.tr/TR,175/saglik-turizmi-hakkinda.html>  
<http://yigm.kulturturizm.gov.tr/Eklenti/56512,2018birimmaliyetlerlistesipdf.pdf?0>  
<http://elazigkulturturizm.gov.tr/TR-58511/karakocan.html>  
[https://www.nufusu.com/ilce/karakocan\\_elazig-nufusu](https://www.nufusu.com/ilce/karakocan_elazig-nufusu)  
<http://yigm.kulturturizm.gov.tr/TR-208783/yillik-il-ilce-konaklama-tablolari.html>







**DOĞU ANADOLU PROJESİ  
BÖLGE KALKINMA İDARESİ BAŞKANLIĞI**

Telefon : +90 (442) 238 28 28 - Fax : +90 (442) 282 20 30  
Adres : Ahmet Yesevi Mah. Belediyeönü Sok. No:1 25700 Aziziye/ERZURUM  
info@dap.gov.tr - www.dap.gov.tr



**FIRAT KALKINMA AJANSI  
ELAZIĞ YATIRIM DESTEK OFİSİ**

Telefon : +90 (424) 237 22 01 - Fax : +90 (424) 237 22 52  
Adres : Cumhuriyet Mah. Genel Hulusi Sayın Cd. No:117 Blok: 2 Kat: 2 ELAZIĞ  
elazigydo@fka.gov.tr - www.fka.gov.tr

