



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Ağrı İli Diyadin İlçesi Jeotermal Enerji Tesisleri Ön Fizibilite Raporu





T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Ağrı İli Diyadin İlçesi Jeotermal Enerji Tesisi

Ön Fizibilite Raporu



2022

OCAK

RAPORUN KAPSAMI

Bu ön fizibilite raporu, elektrik üretmek amacıyla Ağrı ili Diyadin ilçesinde jeotermal enerji tesisinin kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Serhat Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanmıştır.

HAKLAR BEYANI

Bu rapor, yalnızca ilgililere genel rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır. Raporda yer alan bilgi ve analizler raporun hazırlandığı zaman diliminde doğru ve güvenilir olduğuna inanılan kaynaklar ve bilgiler kullanılarak, yatırımcıları yönlendirme ve bilgilendirme amaçlı olarak yazılmıştır. Rapordaki bilgilerin değerlendirilmesi ve kullanılması sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan şahıs ve kurumlara aittir. Bu rapordaki bilgilere dayanarak bir eylemde bulunan, eylemde bulunmayan veya karar alan kimselere karşı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Serhat Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları Serhat Kalkınma Ajansına aittir. Raporda yer alan görseller ile bilgiler telif hakkına tabi olabileceğinden, her ne koşulda olursa olsun, bu rapor hizmet gördüğü çerçevenin dışında kullanılamaz. Bu nedenle; Serhat Kalkınma Ajansı'nın yazılı onayı olmadan raporun içeriği kısmen veya tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz, kaynak gösterilmeden iktibas edilemez.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| 1. YATIRIMIN KÜNYESİ | 4 |
| 2. EKONOMİK ANALİZ | 6 |
| 2.1. Sektörün Tanımı | 6 |
| 2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler..... | 8 |
| 2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi | 8 |
| 2.2.2. Diğer Destekler | 9 |
| 2.3. Sektörün Profili | 11 |
| 2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep | 24 |
| 2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini | 28 |
| 2.6. Girdi Piyasası | 31 |
| 2.7 Pazar ve Satış Analizi..... | 32 |
| 3. TEKNİK ANALİZ | 36 |
| 3.1. Kuruluş Yeri Seçimi | 36 |
| 3.2. Üretim Teknolojisi..... | 39 |
| 3.3. İnsan Kaynakları..... | 46 |
| 4. FİNANSAL ANALİZ | 51 |
| 4.1. Sabit Yatırım Tutarı | 51 |
| 4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi | 52 |
| 5. ÇEVRESEL ve SOSYAL ETKİ ANALİZİ | 58 |

TABLolar

| | |
|--|----|
| Tablo 1. YEK Destekleme Mekanizması ile Yerli Katkı Fiyatları ve Uygulama Süreleri | 9 |
| Tablo 2. YEK Destekleme Mekanizması Fiyatlarının Güncellenmesinde Dikkate Alınacak Üst Sınır .. | 10 |
| Tablo 3. Türkiye Geneli Elektrik Piyasası Lisansı İstatistikleri | 11 |
| Tablo 4. Türkiye Elektrik Üretim Tesisi ve Öngörülen Üretim Miktarları | 12 |
| Tablo 5. Türkiye Elektrik Mekaniksel/Elektriksel Kurulu Güç ve İşletme Kapasiteleri | 12 |
| Tablo 6. Jeotermal Kaynak Sıcaklığına Göre Kullanım Alanları (Lindal Diyagramı)..... | 16 |
| Tablo 7. Dünyadaki Jeotermal Enerji Kurulu Güçleri, 2017-2021 (MW) | 17 |
| Tablo 8. 2020 yılı Dünya Jeotermal Enerji Üretim Kapasiteleri İlk 10 Ülke, (MW) | 17 |
| Tablo 9. Türkiye Jeotermal Enerji Santralleri Profili, 2021 | 19 |
| Tablo 10. Türkiye Jeotermal Enerji Santralleri Sayıları, Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri,2021..... | 19 |
| Tablo 11. Türkiye’de Bulunan En Büyük Güce Sahip Jeotermal Elektrik Santralleri ve Kurulu Güçleri | 19 |
| Tablo 12. Yapım Aşamasındaki Jeotermal Enerji Santralleri | 20 |
| Tablo 13. Üretim Lisansı Alan Jeotermal Enerji Santralleri..... | 20 |
| Tablo 14. Ön Lisans Alan Jeotermal Enerji Santralleri..... | 21 |
| Tablo 15. Planlanan Jeotermal Enerji Santralleri | 21 |
| Tablo 16. 5 yıllık Yenilebilir Enerji Kurulu Güç (MW) | 22 |
| Tablo 17. Ağrı ili Elektrik Üretim Tesisi ve Öngörülen Yıllık Üretim Miktarları | 23 |
| Tablo 18. Ağrı ili Elektrik Mekaniksel/Elektriksel Kurulu Güç ve İşletmedeki Kapasite | 24 |
| Tablo 19. Türkiye’nin Elektrik Enerjisi üzerinden Ülkelere Yapılan İhracat Miktarları ve Tutarları..... | 24 |
| Tablo 20. Türkiye’nin Elektrik Enerjisi üzerinden Ülkelere Yapılan İthalat Miktarları ve Tutarları,2020 | 25 |
| Tablo 21. Türkiye’nin Elektrik Enerjisi üzerinden İthalat Yapılan Ülkeler ve İthalat Rakamları (Bin ABD Doları)..... | 25 |
| Tablo 22. Türkiye’nin Elektrik Enerjisi üzerinden İhracat Yapılan Ülkeler ve İhracat Rakamları ,2020 | 26 |
| Tablo 23. Türkiye’nin Elektrik enerjisi İthalat ve İhracat Tutarları (1000KWH)/(ABD Doları) | 26 |
| Tablo 24. Elektrik Piyasası Genel Görünümü, 2018-2020 | 27 |
| Tablo 25. 2021 Yılı Kasım Ayı Elektrik Piyasası Genel Görünümü..... | 27 |
| Tablo 26. Türkiye’nin Yenilebilir Enerji Kurulu Güç, 2017-2021 (MW)..... | 28 |
| Tablo 27. Türkiye’nin Yenilebilir Elektrik Üretimi Gelişimi 2017-2021 (MWh)..... | 29 |
| Tablo 28. Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Jeotermal Enerji Kurulu Gücü | 29 |
| Tablo 29. Jeotermal Enerji Tesis Kapasitesi | 30 |
| Tablo 30. Ağrı ve Diyardin Nüfusu, 2017-2021 | 30 |
| Tablo 31. Beş Yıllık Üretim Miktarı ve Satış Miktarı | 35 |
| Tablo 32. Ağrı ili Yıllar İtibariyle İŞKUR Kayıtlı İşsiz Sayıları | 39 |
| Tablo 33. Ağrı İli İlçelerine Ait Nüfus Bilgileri..... | 47 |
| Tablo 34. Ağrı ili nüfusun eğitim durumu, 2015-2019 | 47 |
| Tablo 35. Ağrı ili Eğitim Düzeyine Göre Nüfus Oranları (Kişi), 2020 | 48 |
| Tablo 36. Ağrı ili Eğitim Düzeyine Göre Nüfus Oranları (%),2020 | 48 |
| Tablo 37. Ağrı İli Çalışma Çağındaki Nüfus, 2016-2020 | 49 |
| Tablo 38. Ağrı ili Genç Nüfus, 2016-2020 | 49 |
| Tablo 39. TRA2 (Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan) 2021 TÜİK Bölgesel İşgücü Göstergeleri | 49 |
| Tablo 40. Ağrı ili İş Gücü Piyasası Verileri | 50 |
| Tablo 41. Tahmini Çalışan Sayısı ve Ortalama Maaşları | 50 |
| Tablo 42. Tahmini Sabit Yatırım Maliyeti Tablosu..... | 51 |
| Tablo 43. Yıllık İşletme Gelirleri..... | 52 |
| Tablo 44. Yıllık İşletme Giderleri | 53 |
| Tablo 45. Gelir-Gider Tablosu (TL) | 54 |
| Tablo 46. Tahmini Net Akış Tablosu | 56 |
| Tablo 47. NET BUGÜNKÜ DEĞER (NBD) | 57 |

| | |
|---|----|
| Tablo 48. Jeotermal tesisin aylık ve yıllık üretim miktarları | 58 |
|---|----|

RESİMLER

| | |
|--|----|
| Resim 1. Türkiye Jeotermal Kaynak Alanları ve Sıcaklık Dağılımları | 7 |
| Resim 2. Dünya Üzerindeki Jeotermal Enerji Plakaları | 14 |
| Resim 3. Dünya Jeotermal Haritası | 14 |
| Resim 4. Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritası | 36 |
| Resim 5. Diyardin ilçesindeki Jeotermal Kaynak Çıkış Örneği | 37 |
| Resim 6. Hava Soğutmalı Binary Sistemi | 41 |

ŞEKİLLER

| | |
|---|----|
| Şekil 1. 2021 yılı Enerji Yatırımları Kapasite Kullanım Oranları | 13 |
| Şekil 2. 2020 yılı Enerji Yatırımları Kapasite Kullanım Oranları | 13 |
| Şekil 3. Dünya Jeotermal Enerji Üretim Kapasiteleri İlk 10 Ülke, 2021 (MW) | 18 |
| Şekil 4. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Kurulu Gücü, 2017-2021, (MW) | 22 |
| Şekil 5. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Kurulu Gücünün Toplam Elektrik Üretimindeki Payı 2017-2021, (%) | 23 |
| Şekil 6. 2020 Yılı Aylar İtibariyle Elektrik İthalatı (MWh) | 25 |
| Şekil 7. 2020 Yılı Aylar İtibariyle Elektrik İhracatı (MWh) | 26 |
| Şekil 7. 2010 ve 2020 yıllarında Avrupa'daki ülke başına jeotermal elektrik kapasitesinin karşılaştırılması | 33 |
| Şekil 8. Avrupa Ülkelerinin Elektrik ve Bölgesel Isıtma için Kurulu Güç (MW), 2020 | 33 |

AĞRI İLİ DİYADIN İLÇESİ JEOTERMAL ENERJİ TESİSİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

1. YATIRIMIN KÜNYESİ

| | | |
|---|--|--|
| Yatırım Konusu | <i>Jeotermal Enerji Tesisi</i> | |
| Üretilecek Ürün/Hizmet | <i>Elektrik Enerjisi</i> | |
| Yatırım Yeri (İl - İlçe) | <i>Ağrı-Diyadin</i> | |
| Tesisin Teknik Kapasitesi | <i>4 MW</i> | |
| Sabit Yatırım Tutarı | <i>6.967.967,34 ABD Doları</i> | |
| Yatırım Süresi | <i>15 ay</i> | |
| Sektörün Kapasite Kullanım Oranı | <i>%80-85</i> | |
| İstihdam Kapasitesi | <i>13</i> | |
| Yatırımın Geri Dönüş Süresi | <i>3 yıl 5 ay</i> | |
| İlgili NACE Kodu (Rev. 3) | <i>35.11.19-Elektrik enerji üretimi</i> | |
| İlgili GTİP Numarası | <i>27.16 Elektrik Enerjisi</i> | |
| Yatırımın Hedef Ülkesi | <i>Türkiye</i> | |
| Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkisi | <i>Doğrudan Etki</i> | <i>Dolaylı Etki</i> |
| | <i>Amaç 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji</i> | <i>Amaç 13: İklim Eylemi Amaç 11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar</i> |
| Diğer İlgili Hususlar | <i>Yatırım konusu olan jeotermal enerji santrali tesisi, Diyadin jeotermal sahasında rezervuarın tahmini sıcaklığı 65 °C – 117 °C olması, artezyen şeklinde olan kaynakların yüzeye çıkanları ile MTA tarafından açılan kuyulardan doğrudan olarak konutların ısıtılması, seracılık ve termal turizm alanlarında kullanılmasının yanında, ülkenin en önemli ihtiyaçlarından biri olan yenilemez enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerjinin kullanılmasının artırılması, kaynakların etkin ve verimli şekilde yararlanmasını sağlayan fizibilite raporu hazırlanmıştır.</i> | |

| | | |
|--|---|--|
| Subject of the Project | <i>Geothermal Power Plant</i> | |
| Information about the Product/Service | <i>Electricity</i> | |
| Investment Location (Province-District) | <i>Ağrı-Diyadin</i> | |
| Technical Capacity of the Facility | <i>4 MW</i> | |
| Fixed Investment Cost (USD) | <i>6.967.967,34 ABD Doları</i> | |
| Investment Period | <i>15 months</i> | |
| Economic Capacity Utilization Rate of the Sector | <i>%80-85</i> | |
| Employment Capacity | <i>13</i> | |
| Payback Period of Investment | <i>3 year 5 months</i> | |
| NACE Code of the Product/Service (Rev.3) | <i>35.11.19-Electric power generation</i> | |
| Harmonized Code (HS) of the Product/Service | <i>27.16- Electricity Generation</i> | |
| Target Country of Investment | <i>Türkiye</i> | |
| Impact of the Investment on Sustainable Development Goals | <i>Direct Effect</i> | <i>Indirect Effect</i> |
| | <i>Goal 7: Accessible and Clean Energy</i> | <i>Goal 8: Decent Work and Economic Growth Goal 11: Sustainable Cities and Communities</i> |
| Other Related Issues | <i>The geothermal power plant facility, which is the subject of investment, is one of the most important needs of the country, in addition to the estimated temperature of the reservoir in the Diyadin geothermal field, which is 65 °C - 117 °C, the artesian springs rising to the surface and the wells drilled by MTA, in addition to being used in the fields of greenhouse cultivation and thermal tourism. A feasibility report has been prepared, which ensures that the use of renewable energy is increased and resources are utilized effectively and efficiently</i> | |

2. EKONOMİK ANALİZ

2.1. Sektörün Tanımı

Ülkelerin sürdürülebilir, çevre dostu, temiz ve daha uygun maliyetlerle enerji ihtiyaçlarını karşılamaları için potansiyel olan yenilenebilir enerji yatırımlarının ve kullanımlarının artırılması son derece önem arz etmektedir.

Son zamanlarda dünyadaki ülkelerin sınırlı kaynaklarının kullanımlarını zorlaması, iklim değişiklikleri, küresel ısınmanın artması, ekosistemin zarar göremeye başlayarak buzulların erimesi vb. unsurlar nedeniyle yenilenemeyen kaynakların yaratmış olduğu tahribatı en az seviyeye indirmek için var olan yenilenebilir doğa dostu kaynaklara yönelim artmaktadır. Bu durumda yenilebilir enerjinin kullanılmasına yönelik çalışmaları beraberinde getirmiştir.

Yenilenebilir enerji; doğada var olan güneş, rüzgar, akarsu, jeotermal, biyokütle vb. kaynakların kullanılarak enerji elde edilmesi, sürekli olarak kendisini yenileyen enerji türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Güneş, rüzgar, okyanus, akarsu, biyokütle ve jeotermal enerji günümüzde en çok kullanılan yenilenebilir enerji türleridir. Bu kaynakların kullanılarak elde edilen enerji çevreye herhangi bir zararı bulunmamaktadır.

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB)'nin 2006 yılında hazırladığı Enerji Raporuna göre, ülkenin enerji ihtiyacı doğalgaz ve petrol tarafından karşılanmakta olup bu kaynakların temininde dışa bağımlılık söz konusudur bu nedenle dış kaynaklara endeksli enerji politikaları yerine yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımıza yatırımlar yapılmalı olduğu vurgulanmıştır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji haritasına bakıldığında rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, termik ve hidroelektrik açısından avantaj sağlayacak potansiyeli bulunmaktadır. 2020 yılında yayınladıkları Türkiye'nin Enerji Görünümü raporunda ise; sınırları içindeki jeotermal kaynakların araştırılması, bulunması ve kaynağın sıcaklığına bağlı olarak kaplıca, termal vb. için sağlık turizmi, seracılık, ısıtma ve elektrik üretimi için değerlendirilmesi doğrultusunda çalışmaların yapılması, başlayan enerji krizlerinden, krizlerin önüne geçebilmek ve etkilenme oranını bir nebze azaltmaya çalışmak için var olan yenilenebilir enerji potansiyeli doğru değerlendirebilmek için gerekli yatırımların zorunluluğundan bahsedilmiştir. Var olan yenilenebilir enerji kaynaklarından ülkemizde güneş, rüzgar ve jeotermal enerji kaynaklarının geçmişte yeterince yararlanılmadığı ortaya konmuştur. Son 15 yıl içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları değerlendirilmeye başlanmış ve ülke ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayacak mevcut potansiyelleri, verimli bir şekilde değerlendirilmesi üzerine program ve politikalar uygulanmaya konulmuştur. On Birinci Kalkınma Planında 491. maddede yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminin artırılması, ulusal şebekeye entegrasyonunun sağlanması amacıyla gerekli planlama ve yatırımlar gerçekleştirilmesi, 498. maddede enerjide dışa bağımlılığın ve cari açığın azaltılmasını teminen, yerli kaynakların daha fazla kullanılması amacıyla jeotermal ve kaya gazı gibi yüksek potansiyeli bulunan yerli kaynaklara yönelik arama, üretim ve Ar-Ge faaliyetleri artırılması ve 503.1 maddede enerji sektörünün jeotermal kaynak ile sanayinin hammadde ihtiyacını karşılamak üzere yurt içi ve yurt dışındaki arama faaliyetleri hızlandırılması ile ilgili politika ve tedbirler belirlenmiştir¹. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planında ise elektrik enerjisi üretimine uygun jeotermal alanların özel sektöre açılması konusundaki çalışmalara hız kazandırılması ile ilgili stratejiler belirlenmiştir.

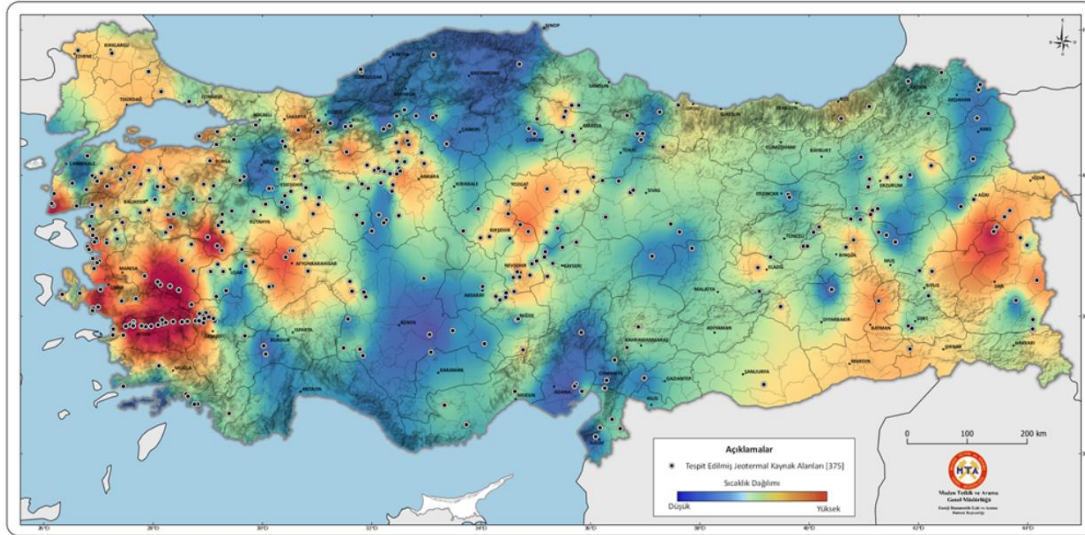
Jeotermal kaynaklar, dünya yüzeyinin altında değişen sıcaklık ve derinliklerde bulunan sıcak su rezervuarlarıdır. Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısı ve basıncın oluşturduğu sıcaklıkların; bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki yeraltı

¹ On Birinci Kalkınma Planı, 2019-2023

ve yerüstü sularına göre daha fazla çözülmüş mineraller, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su, buhar ve gazlar ile yüzeye taşınan ısı enerjisidir².

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji yerli bir yeraltı kaynağı olarak çevreye zarar vermeyen, temiz enerji sağlayan ve diğer enerji girdilerine göre ucuz olan bir enerji kaynağıdır. Ülkemiz jeolojik ve coğrafik konumu itibarı ile aktif bir deprem kuşağı üzerinde yer aldığı için jeotermal açıdan dünya ülkeleri arasında zengin bir konumdadır. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yapılan incelemelerde ülkemizde bölgelere dağılmış vaziyette Ege Bölgesi ağırlıklı olmak üzere yaklaşık 1000 adet doğal çıkış(artezyen) şeklinde değişik sıcaklıklarda birçok jeotermal kaynak mevcut olduğunu belirtmişlerdir. Buradan yola çıkarak ülkemizin jeotermal potansiyeli oldukça yüksek olup, potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7 si Marmara Bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın %90'ı düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, çeşitli endüstriyel uygulamalar v.s.) için uygun olup, %10'u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur³.

Resim 1. Türkiye Jeotermal Kaynak Alanları ve Sıcaklık Dağılımları



Kaynak: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Jeotermal Enerji Araştırmaları

Jeotermal santralinden elde edilen elektrik üretimi de dâhil olmak üzere, Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistik Sınıflaması Nace Rev. 2'ye göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır⁴

D Grubu- Elektrik, Gaz, Buhar ve İklimlendirme Üretimi ve Dağıtımı

35 Elektrik, gaz, buhar ve havalandırma sistemi üretim ve dağıtımı

35.11 Elektrik enerjisi üretimi

35.11.19 Elektrik enerjisi üretimi.

GTİP Numaraları

27.16-Elektrik Enerjisi

² <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal>, son erişim tarihi 25.11.2021

³ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Jeotermal Enerji Araştırmaları <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>, son erişim tarihi 25.11.2021

⁴ KOSGEB, <https://www.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/DesteklenenSektörler.pdf>, son erişim tarihi 25.11.2021

2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi

Yatırıma konu olan jeotermal enerji santral tesisi için yatırım teşvik sistemi kapsamında genel teşvikten yararlanılmaktadır.

T.C. Sanayi Teknoloji Bakanlığı'nın 2021 yılı haziran ayı sunumunda Yatırım Teşvik Uygulamalarında asgari yatırım tutarları değişmiştir. 01.01.2022 tarihinden itibaren;

1-Genel Teşvik Sistemi'nde asgari sabit yatırım tutarı;

- I ve II. Bölgelerde 3 milyon TL,
- III., IV., V. ve VI. Bölgelerde 1 Milyon 500 bin TL'dir.

Genel Teşvik:

Teşvik edilmeyecek veya teşviki için aranan şartları sağlayamayan yatırım konuları hariç olmak üzere, asgari sabit yatırım tutarı ve kapasiteler üzerindeki yatırımlar bölge ayrımı yapılmaksızın Genel Teşvik Uygulamaları kapsamında desteklenmektedir. 2 destek vardır;

Katma Değer Vergisi İstisnası: Teşvik belgesi kapsamında yurt içinden ve yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat için katma değer vergisinin ödenmemesi şeklinde uygulanır. Yatırımcıların, 3065 sayılı KDV Kanununun 13/d maddesi hükmü çerçevesinde KDV istisnasından faydalanabilmeleri için öncelikle Sanayi ve teknoloji Bakanlığı ya da Bakanlığın yetkilendirdiği idareler tarafından düzenlenmiş bir yatırım teşvik belgesine sahip olmaları gerekmektedir.

Sanayi ve teknoloji Bakanlığı veya yetkili idare, yürürlükte bulunan "Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar" hükümleri çerçevesinde, yatırım teşvik belgelerine ekli listelerinde makine ve teçhizat tanımına giren sabit kıymetleri belirleyerek liste üzerine hangi kalemlerin KDV istisnasından faydalanabileceğine ilişkin bir şerh derç eder.

Gümrük Vergisi Muafiyeti: Teşvik belgesi kapsamında yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat için gümrük vergisinin ödenmemesi şeklinde uygulanır. Yatırım teşvik belgesi kapsamında yurt dışından temin edilecek yatırım malı makine ve teçhizat, ithalat Rejim Kararında belirtilen gümrük vergisinden muaf olarak temin edilebilmektedir. Bu muafiyete ilişkin düzenleme, 15.06.2012 tarih ve 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkındaki Kararın 9. Maddesi ile yapılmıştır⁵.

Ağrı ili : 6. Bölge

Genel Teşvik Asgari Yatırım Şartları: 1 Milyon 500 Bin TL

Yatırımla İlgili Özel Şartlar

Yatırım Teşvik Belgesi başvuru aşamasında, elektrik dağıtım firmasından alınacaktır. Proje onayı ve yatırım yapılacak arsanın tapusu veya kira sözleşmesi ilave belge olarak istenmektedir. Yatırım Teşvik Belgesi alındıktan sonra da yatırım süresi sonuna kadar dağıtım şirketi ile bağlantı ve sistem kullanım anlaşmasının sunulması gerekmektedir.

KDV İstisnası: Var

Gümrük Vergisi Muafiyeti: Var

Yatırım Yeri Tahsisi: Yok

SGK İşveren Hissesi Desteği: Uygulanmamaktadır

Vergi İndirimi Desteği: Uygulanmamaktadır

Faiz Desteği: Uygulanmamaktadır

SGK İşçi Hissesi Desteği: Uygulanmamaktadır

⁵ T.C Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2020

2.2.2. Diğer Destekler

Yenilenebilir enerji alanında ilk gelişme 10 Mayıs 2005 tarihinde 5346 sayılı kanunun yürürlüğe girmesi ile başlamıştır. 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynakların kullanımını yaygınlaştırılması, kaynaklara ve çevreye zarar vermeden güvenilir ve kaliteli bir biçimde yararlanılması, ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve atıkların değerlendirilmesi konularını kapsamaktadır. 2005 yılında çıkan kanunda 31/12/2020 tarihine kadar işletmeye girmiş veya girecek olan YEK Destekleme Mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için, bu Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan fiyatlar, on yıl süre ile uygulanır. 31/12/2020 tarihinden sonra işletmeye girecek olan YEK Belgeli üretim tesisleri için bu Kanuna göre uygulanacak fiyat ve süreler Cetveldeki fiyatları geçmemek üzere Cumhurbaşkanı tarafından belirlenmesi içeriğini kapsamaktadır.

2007 yılında ise yatırıma konu olan jeotermal kaynakları kapsayan 5686 nolu Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanun yürürlüğe girmiştir. Bu kanunda kaynak tanımı belirlenmiş ve kaynakların aranması, işletilmesi, ruhsatlandırılması gibi yaptırımları kapsamaktadır. 2005 yılından bu zamana kadar elektrik enerjisi kullanımına yönelik kanunu olsa da düşük sabit fiyat olması nedeniyle elektrik üretim yatırımları belirli bir oranda gerçekleşmiştir. 2009 yılında ise yenilenebilir enerjiden elde edilen elektriğin toplam elektrik üretimindeki payındaki az olması nedeniyle bu hedefin 2023'e kadar %30 olmasını içeren Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi yayınlanmıştır.

2010 yılında Yenilenebilir Enerji Kanununda 6094 sayılı resmî gazetede Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) içeriği ve destekleme kısmı hakkında değişiklik yapılmıştır. Bu kanuna göre: yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulması için bölgede bulunan özel konumda olan koruma alanlarında ilgili koruma bölge kurulunun olumlu görüşü alınmak kaydıyla izin verilmekte olup kamunun elinde bulunan hazine arazilerin ve gayrimenkullerin kullanım izni verilmiştir. Özellikle bu kanunda bazı kaynaklar için daha yüksek sabit fiyat garantisi ve kalkınmayı sağlayacak teşvikler getirilmiştir. 2011 yılında Yenilenebilir enerji destekleme Mekanizması ve Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği çalışmaları yapılmıştır. 2005-2010 yılları arasında sınırlı kalan enerji yatırımları, 2011 yılından sonra yerli ve yabancı yatırımcıların yatırıma teşvik ettirici nitelikte gelişmiştir.

30.01.2021 tarihli Resmî Gazete'de 01.07.2021 tarihinden 31/12/2025 tarihine kadar işletmeye girecek YEK Belgeli yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesisleri için uygulanacak fiyatlar ve süreler ile fiyatların güncellenmesine ilişkin ekli kararın yürürlüğe konulmasına dair Cumhurbaşkanı Kararı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasından (YEKDEM) ⁶ faydalanabileceklerdir.

Tablo 1. YEK Destekleme Mekanizması ile Yerli Katkı Fiyatları ve Uygulama Süreleri

| Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi | YEK Destekleme Mekanizması Fiyatı (Türk Lirası/kWh) | YEKDEM Fiyatı Uygulama Süresi (yıl) | Yerli Katkı Payı (Türk Lirası/kWh) | Yerli Katkı Fiyatı Uygulama Süresi (yıl) |
|---|---|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi | 54,00 | 10 | 8,00 | 5 |

Kaynak: <https://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/4-9329/172021-tarihinden-31122025-tarihine-kadar-isl>

⁶ <https://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/4-9329/172021-tarihinden-31122025-tarihine-kadar-isl>

Tablo 2. YEK Destekleme Mekanizması Fiyatlarının Güncellenmesinde Dikkate Alınacak Üst Sınır

| Yenilebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi | Güncellemeye Esas Üst Sınır (ABD Doları-cent/kWh) |
|---|---|
| Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi | 8,60 |

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklemesine İlişkin Yönetmelik

Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK)

IPARD, Avrupa Birliği (AB) tarafından aday ve potansiyel aday ülkelere destek olmak amacıyla oluşturulan, Katılım Öncesi Yardım Aracı'nın Kırsal Kalkınma bileşenidir. IPARD, Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası, Kırsal Kalkınma Politikası ve ilgili politikalarının uygulanması ve yönetimi için uyum hazırlıklarını ve bu kapsamda politika geliştirilmesini desteklemeyi amaçlamaktadır.

IPARD, Avrupa Birliği (AB) tarafından aday ve potansiyel aday ülkelere destek olmak amacıyla oluşturulan, Katılım Öncesi Yardım Aracı'nın Kırsal Kalkınma bileşenidir. IPARD, Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası, Kırsal Kalkınma Politikası ve ilgili politikalarının uygulanması ve yönetimi için uyum hazırlıklarını ve bu kapsamda politika geliştirilmesini desteklemeyi amaçlamaktadır

IPARD tedbirlerinden 302-Çiftlik Faaliyetlerinin Çeşitlendirilmesi ve İş Geliştirme alt tedbiri olan Yenilebilir Enerji yatırımları başlığında destek alabilmektedirler. IPARD I ve II kapsamında yapılan tüm 302 çiftlik faaliyetlerinin çeşitlendirilmesi ve iş geliştirme başlığı altında 2015 yılından itibaren yenilenebilir enerji yatırımları yer almaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımları çağrı esaslı olup her çağrıda desteklenen yatırım konuları aynı kalmaktadır. Her çağrı kapsamında değişebilecek olan unsurlar, iller arasındaki gelişmişlik farklılıklarının azaltılması ve daha fazla proje başvuru için destek oranı, uygun harcama kalemlerinde yeni eklenen makine-ekipman veya poz listeleri ve piyasadaki avro kuru için kur sabitleme miktarı değişkenlik göstermektedir.

302-7 Yenilenebilir enerji yatırımları: Elektrik ve ısı üretimi için yapılacak yatırımları içermektedir. Uygun yararlanıcılar diğer çiftlik faaliyetleri çeşitlendirme aktivitelerinden ve bu tedbir kapsamındaki iş geliştirme faaliyetlerinden bağımsız olarak, kendi ihtiyaçları için yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapabilmektedir.

Yenilenebilir Enerji Tesisleri

- ✓ Bu faaliyet kapsamındaki yatırımların başvuru sahibinin statüsüne bakılmaksızın kırsal alanda olması gerekmektedir.
- ✓ Elektrik ve ısı üretimi amacı ile her türlü yenilenebilir enerji faaliyetleri (hidroelektrik hariç), aşağıda belirtilenler dahil olmak üzere uygundur;
 - Fotovoltaik güneş enerjisi sistemleri,
 - Konsantre güneş enerjisi sistemleri,
 - Rüzgar enerji sistemleri,
 - Jeotermal, biyokütle, mikrokojenerasyon (elektrik ve/veya ısı üretimi için)
- ✓ 5 MW kapasiteye kadar olan yenilenebilir enerji yatırımları (mikro-kojenerasyon yatırımları için 100 kWe'ye kadar) desteklenecektir.

Destek miktarı; Her bir yatırım için alt ve üst uygun harcama limiti en az 5.000 Avro en fazla 500.000 Avrodur.

2.3. Sektörün Profili

Yatırıma konu olan jeotermal enerji santralının bağlı bulunduğu sektör olan elektrik enerjisi sektörü 19. yüzyılın sonlarından itibaren üretimine yönelik gelişmeler ışığında değer kazanarak dünyanın birçok yerinde üretimine yönelik ciddi yatırımlar yapılmıştır. Elektrik enerjisi, modern çağımızın hem toplum hem de sanayi yaşamındaki önemli bir parçası ve gelişimdeki tetikleyici güç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Elektrik enerjisi, uzun yıllardır su, fosil ve nükleer kaynaklı olarak üretilmekte olup bu üretim şekli için de zengin kaynaklara sahip olmak gereklidir. Sürdürülebilir ekonomi ve kalkınma için hayati önemi olan elektrik enerjisi için zengin kaynakları olan ülkelerin büyük bir ekonomik güce ve politik araca sahip olduğu ortadadır. Dünya çapında yaşanan toplumsal ve sanayisel evrimler sonucunda elektrik ihtiyacı artarken ihtiyaçlara cevap verecek kaynaklar sınırlıdır. Elektrik enerjisi üretiminde kısıtlı kaynakların kullanımı sonucunda kaynaklarda azalma ve yetersizlik nedeniyle ülkelerin gelişmişlik seviyelerine ve ekonomilerine zarar vereceği ve elektriğe ihtiyacın bitmeyeceği için elektrik enerjisi üretiminde alternatif kaynakların kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Yenilenebilir ve sürdürülebilir elektrik enerjisi üretimi için yapılan çalışmalar sonucunda güneş, rüzgar, biyokütle, jeotermal gibi kaynaklardan elde edilen ısı ile elektrik enerjisi üretimi giderek önemli hale gelmiştir. Enerji üretiminde kullanılan kaynaklarının fiyat istikrarsızlığı ve giderek yükselmesi, çevreye vermiş olduğu tahribat sonucunda küresel ısınmanın artması, iklim değişikliği vb. durumlar söz konusuyla yenilenebilir enerjinin temiz, sürdürülebilir ve ülkelerin kendi kaynaklarına ait olmaları nedeniyle uygulamaları yaygınlaşmıştır.

Ayrıca yenilenebilir enerji ile elektrik enerjide ithal bağımlılığın azaltılması, ekonomik etkenler, ülkemizin barındırdığı oldukça önemli bir potansiyeli olan kaynak çeşitliliği, bölgesel güç olma durumu da söz konusu olduğunda yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ülkemizin refah düzeyini yükseltmek için hayati öneme sahiptir. Bu yüzden ülkede bulunan kaynaklara göre elektrik enerjisi üretim santralleri kurulmasının yaygınlaştırılması zaruridir.

Tablo 3. Türkiye Geneli Elektrik Piyasası Lisansı İstatistikleri

| Lisans Türü | Adet |
|------------------|-------------|
| Dağıtım: | 21 |
| İletim: | 1 |
| OSB Dağıtım: | 187 |
| Tedarik Lisansı: | 231 |
| Üretim Lisansı: | 1894 |
| Toplam: | 2334 |

Kaynak: EPDK | T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

Ülkemizde alternatif enerji kaynakları kapsamında elektrik üretimi yapılan tesislerin bilgisi ve adetleri aşağıdaki tabloda paylaşılmış. 2022 yılı itibariyle yenilenebilir enerji kaynakların elektrik üretimi yapan 1917 adet tesis bulunmakta olup en çok sırasıyla hidroelektrik, termik, biyokütle ve rüzgar enerjisinden faydalandığı görülmektedir. Güneş ve jeotermal enerji kullanımı oldukça az olduğu gözlemlenmiştir. Tabloda tesislerin mevcut kurulu güçlerine göre üretebileceği yıllık azami üretim miktarları da verilmiştir.

Tablo 4. Türkiye Elektrik Üretim Tesisi ve Öngörülen Üretim Miktarları

| Tesis Bilgisi | Tesis Sayısı | Öngörülen Üretim Miktarı (kwh) |
|---------------|--------------|--------------------------------|
| Güneş | 63 | 54.866.278.824,2 |
| Termik | 384 | 396.004.248.755 |
| Rüzgar | 280 | 44.154.728.519,6 |
| Jeotermal | 65 | 14.559.049.522 |
| Biyokütle | 343 | 19.655.105.358 |
| Hidroelektrik | 782 | 112.841.110.885,97 |
| Toplam | 1917 | 642.080.521.864,77 |

Kaynak: EPDK | T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

(<https://lisans.epdk.gov.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/elektriklstatistik/elektriklstatistik.xhtml>)

Tablo 5. Türkiye Elektrik Mekaniksel/Elektriksel Kurulu Güç ve İşletme Kapasiteleri

| Tesis Bilgisi | Kurulu Güç MWm | Kurulu Güç MWe | İşletmedeki Kapasite MWm | İşletmedeki Kapasite MWe |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| Güneş | 2.205,733 | 1.468,814 | 1.177,474 | 938,724 |
| Termik | 59.117,095 | 58.119,849 | 46.647,307 | 45.818,094 |
| Rüzgar | 13.256,2 | 12.585,214 | 11.214,486 | 10.623,08 |
| Jeotermal | 1.833,631 | 1.827,633 | 1.682,163 | 1.676,165 |
| Biyokütle | 2.765,282 | 2.672,446 | 1.578,29 | 1.520,151 |
| Hidroelektrik | 33.913,677 | 33.195,593 | 32.099,155 | 31.437,65 |
| Toplam | 113.091,618 | 109.869,549 | 94.398,875 | 92.013,864 |

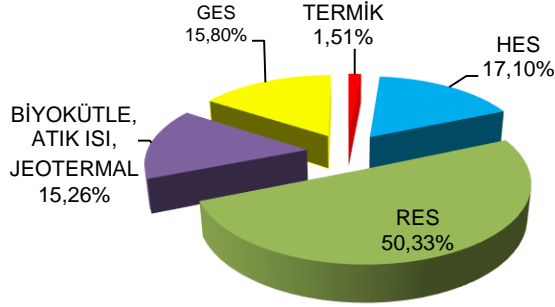
Kaynak: EPDK | T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

(<https://lisans.epdk.gov.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/elektriklstatistik/elektriklstatistik.xhtml>)

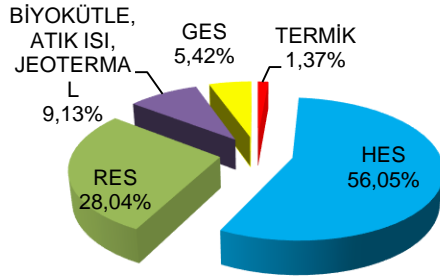
Tablo 6'da Türkiye'deki elektrik üretimi yapan tesislerin kurulu güç ve işletmedeki kapasiteleri MWe (elektriksel) ve MWm(mekaniksel) olarak verilmiştir. Bazı tesislerde kurulu güç kapasitelerinin altındaki kapasite çalıştığı gözlemlenmektedir. Bu durum kaynakların durumu ve hava koşulları ile ilişkilendirilmektedir.

2021 ve 2020 yılı için Türkiye'nin yenilenebilir enerji yatırımları kapsamındaki kapasite kullanım oranları aşağıda verilmiştir.

Şekil 1. 2021 yılı Enerji Yatırımları Kapasite Kullanım Oranları



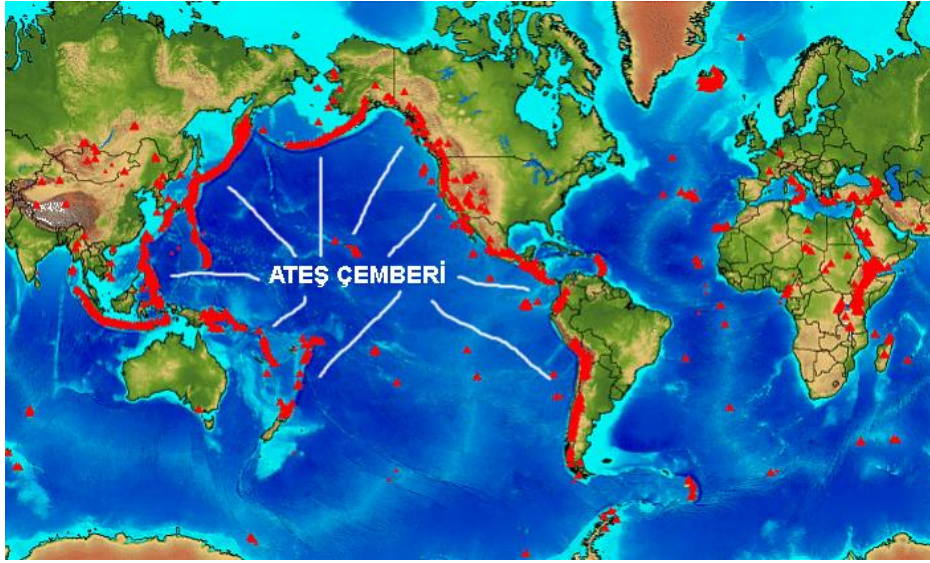
Şekil 2. 2020 yılı Enerji Yatırımları Kapasite Kullanım Oranları



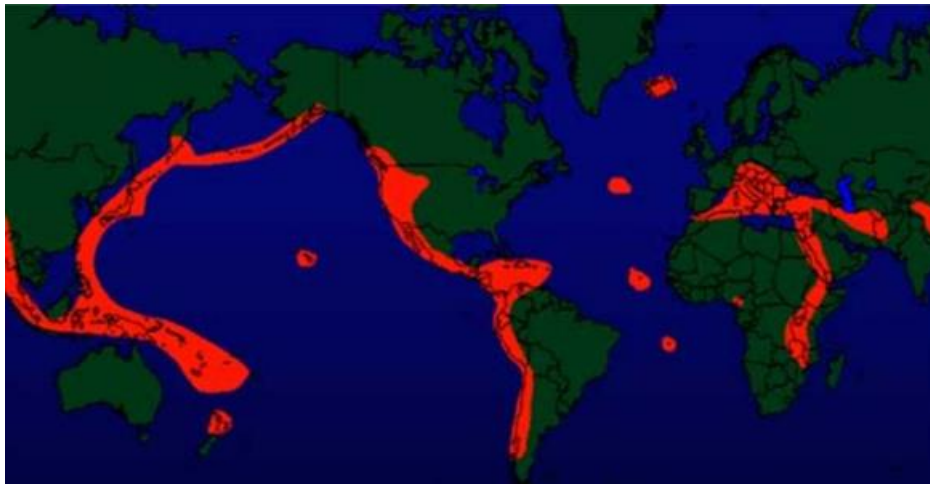
Ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynakları kapsamında bölgelere göre her türlü kaynağın kullanımı mevcuttur. Güneş enerjisi için güneşlenme süresinin fazla, rüzgar enerjisi için rüzgarın yoğun ve güçlü, biyokütle için atıkların fazla, jeotermal enerji için deprem kuşağında bulunan ısı değeri yüksek ve yoğun olan bölgeler uygundur.

Yatırım konusu yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal enerjidir. Jeotermal kaynaklar, yerküredeki dış kabuğu oluşturan dağ oluşumu vb. hareketlerin sonucundaki oluşan plakalarla ilgili olup yoğunlukla volkanik ve deprem kuşağı bölgelerinde bulunmaktadır.

Resim 2. Dünya Üzerindeki Jeotermal Enerji Plakaları



Resim 3. Dünya Jeotermal Haritası



Yukarıda verilen Resim 2 ve Resim 3'e göre dünyada bulunan jeotermal saha ve yüksek sıcaklı kaynak dağılımını göstermektedir. Pasifik ateş çemberi diye adlandırılan bölge dünyanın en aktif deprem ve volkanik bölgesidir. Resimdeki genel dağılım incelendiğinde, kırmızı ile işaretlenmiş plaka sınırları Alp-Himalaya kuşağı, Amerika ve Pasifik Ateş Çemberi (Güney ve Güneydoğu Asya)'nde konumlanmıştır. Jeotermal alan haritasına bakıldığında Alp-Himalaya kuşağında yer alan Türkiye'de karşımıza çıkmaktadır. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü araştırmalarına göre Türkiye'de jeotermal kaynak her tarafa yayılmış, artezyen şeklinde çıkmış bulunan oldukça fazla kaynak olduğunu belirtmiştir. Jeotermal kaynak oluşumunda deprem hattının oldukça büyük etkisi olması ve Türkiye'nin de bu hat üzerinde bulunması bu durumu açıklamaktadır.

Yatırıma konu olan jeotermal kaynağın ürün yelpazesi ve kaynağın kullanım alanları incelenmiş olup dünyada ve Türkiye'de jeotermal kaynaktan elektrik, ısı ve termal (sağlık) ürünü çıktısı alındığı gözlenmiştir.

Elektrik üretimi; jeotermal sahalarda açılan kuyulardan üretilen akışkan seperatörlerde buhar ve su olarak ayrıştırıldıktan sonra türbin ve jeneratör ile elektrik enerjisi üretilmektedir. Üretilen elektrik enerjisi ise iç piyasanın elektrik ihtiyacını karşılamaktadır.

Isı üretimi; düşük sıcaklık, basınç ve debideki jeotermal kaynakların sera, organik tarım, ürün kurutma, bölgesel ısı ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla kullanılmaktadır.

Termal turizm ve sağlık amaçlı kullanımı; geçmişten günümüze devam eden kaplıca talebini karşılamakta karşımıza çıkmaktadır. Bölgelerde bulunan jeotermal kaynakların araştırılmasında insan sağlığına yararlı mineraller içerebilmesi nedeniyle sağlık amaçlı kullanımı da söz konusudur.

Jeotermal kaynakların genel bir değerlendirmesi yapılacak olursa ulusal ve uluslararası tüketicilerin de göz önüne alındığında oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Günümüzde jeotermal kaynaklardan elektrik, konut ve meyve ve sebze üretimini sağlayan seraların ısıtılmasında ısı, insan sağlığına yararları açısından termal ve sağlık turizmi, endüstriyel mineral eldesi, balıkçılık, kurutmacılık vb. gibi birçok alanlarda yararlanılmaktadır. Türkiye’de bulunan jeotermal kaynaklar kapasite olarak Ege Bölgesi’nde daha fazla elektrik üretimi, ısıtma uygulaması ve termal kullanım yoğunlukta olduğu gözlemlenmiştir.

Ülkemizdeki jeotermal kaynakların doğrudan kullanımı merkezi ısıtma, kaplıca kullanımı, sera ısıtması, jeotermal enerjiden yan ürünler Türkiye’nin sıvı karbon dioksit gereksiniminin %50’si jeotermal kaynaklardan üretilmektedir⁷.

Sektörün ileri ve geri bağlantılı bulunduğu sektörler;

1985 ve 1990 yılları toplu olarak bakıldığında, enerji sektörünün alt sektörleri olan petrol arıtımı, elektrik, ham petrol çıkarımı ve doğal gaz üretimi sektörleri ekonominin diğer sektörlerine girdi temini açısından ilk on sektör arasında yer almaktadır. Diğer bir ifadeyle, doğrudan ileri bağlantı etkileri yüksek olan sektörler olarak ortaya çıkmaktadırlar⁸.

İleri bağlantılı sektörler incelendiğinde ise, Jeotermal enerji ise jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır. Jeotermal kaynaklar ile elektrik enerjisi üretimi; merkezi ısıtma, soğutma, sera ısıtması vb.; endüstriyel amaçlı kullanım proses ısısı temini, kurutma v.b; kimyasal madde ve mineral üretimi, karbondioksit, gübre, lityum, ağır su, hidrojen vb.; kaplıca amaçlı kullanım (termal turizm), düşük sıcaklıklarda kültür balıkçılığı, mineralli su olarak içilerek kullanımı vb. gerçekleştirilmektedir⁹.

Özetle, turizm, sağlık, tarım, ısınma, kimya, elektrik, imalat, gıda ve hizmet sektörleri bağlantılı olduğu sektörlerdir.

Geri bağlantılı olduğu sektörler incelendiği zaman karşımıza ilk olarak yeraltından çıkması nedeniyle maden grubuna girmesinden kaynaklı maden sektörü çıkmaktadır.

Yukarıda bahsedilen jeotermal kaynağın kullanım alanlarında birçok alanda kullanılabilmesinin en önemli nedenlerinden biri akışkanın sıcaklık değerleridir.

⁷ Türkiye’de Jeotermal Enerji Endüstrisinin 2009 Güncel Durumu

⁸ Özdemir A., Yüksel F., Türkiye’de Enerji Sektörünün İleri ve Geri Bağlantı Etkileri, 2006

⁹ Eti Menkul Kıymetler, Enerji Sektörü Rapor, 2007

Tablo 6. Jeotermal Kaynak Sıcaklığına Göre Kullanım Alanları (Lindal Diyagramı)

| °C | Kullanım Alanları |
|-----|--|
| 180 | Yüksek Konsantrasyonlu solüsyonların buharlaştırılması, Elektrik üretimi, amonyum absorpsiyonu ile soğutma |
| 170 | Diatomitlerin kurutulması, ağır su ve hidrojen sülfid eldesi, elektrik üretimi |
| 160 | Kereste kurutmacılığı, balık kurutmacılığı, elektrik üretimi |
| 150 | Bayer's metodu ile alüminyum eldesi, elektrik üretimi |
| 140 | Konservacilik, çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması, elektrik üretimi |
| 130 | Şeker endüstrisi, tuz endüstrisi, elektrik üretimi |
| 120 | Distilasyonla temiz su elde edilmesi |
| 110 | Çimento kurutmacılığı |
| 100 | Organik maddeleri kurutma (Deniz yosunu, çimen, sebze) yün yıkama ve kurutma |
| 90 | Balık kurutma(stok balık) |
| 80 | Yer ve sera ısıtmacılığı |
| 70 | Soğutma (Alt Sıcaklık Limiti) |
| 60 | Sera, ahır ve kümes ısıtmacılığı |
| 50 | Mantar yetiştirme, balneolojik hamamlar |
| 40 | Toprak ısıtma |
| 30 | Yüzme havuzları, fermantasyonlar, damıtma |
| 20 | Balık çiftlikleri |

Yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi kaynaktan elde edilen ısı ve buhardan elde edilmekte olduğundan kaynakların kullanımı için belirli eşik sınırları bulunmaktadır. Yukarıda verilen Lindal Diyagramında yüksek sıcaklıktaki doymuş buhardan elektrik enerjisi olarak, kaynaktaki sıcak sudan ise ısıtma kapsamında faydalanılmaktadır.

Yatırıma konu olan jeotermal enerji santralinde elektrik enerjisi üretimi için, kaynağın belirli bir sıcaklıkta ve debide olması önem arz etmektedir. Lindal diyagramında da bahsedildiği gibi 110-180 °C aralığında doymuş buhardan elektrik enerjisi elde edildiğinden her kaynaktan elektrik üretimine imkân bulunmamaktadır. Son zamanlara kadar çok yüksek sıcaklıkta bulunan jeotermal kaynaklara enerji santrali kurulumu söz konusu olmuştur. Teknolojide yaşanan gelişmelere bağlı olarak kuyu başı sıcaklığın 90°C'ye kadar olması ile de elektrik enerjisi üretimi yapılabilmektedir.

Teknolojideki son gelişmelere paralel 4-6 MW güç arasında küçük santraller kurulumu söz konusudur. Jeotermal enerji santralinin diğer santrallere göre yılda daha fazla saat çalışma prensibi ile sürekli güç üretilebilme imkanına sahiptir. Ayrıca olumsuz hava koşullarından etkilenmemesi, kullanılan kaynağın geri dönüştürülerek yine kullanım için kaynağa aktarılması, çevreye zarar vermemesi, geri dönüş süresinin kısa ve karlı bir yatırım olması gibi etkileri ile jeotermal diğer kaynaklara göre daha önemlidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasından en karlı yatırım ve uzun süreli yatırım olan jeotermalin dünya ve Türkiye ölçeğinde sektörün büyüklüğü, önde çıkan ülkeler, kullanım alanlarına göre farklılıkları, kurulu güçleri ve potansiyelleri incelenmiştir. Kaynağın yararlanma durumuna göre ısı (ısıtma, ısı pompası), kaplıca ve elektrik üretimi olarak gruplara ayrılmaktadır.

Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke sıralaması: Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve Japonya'dır.

Dünyada 2021 ve 2020 yılı jeotermal elektrik üretiminde ilk 5 ülke sıralaması: ABD, Endonezya, Filipinler, Türkiye ve Yeni Zelanda'dır.

Dünyadaki jeotermal enerji kurulu gücün son 5 yıllık verileri incelendiğinde ise; 2017 yılından itibaren kurulu güç kapasitesi kademeli olarak artış göstermektedir.

Tablo 7. Dünyadaki Jeotermal Enerji Kurulu Güçleri, 2017-2021 (MW)

| Yıllar | Kurulu Güç (MW) |
|--------|-----------------|
| 2017 | 14.070 |
| 2018 | 14.657 |
| 2019 | 15.406 |
| 2020 | 15.608 |
| 2021 | 15.854 |

Kaynak: ThinkGeoEnergy, 2021

2017 yılının 14.070 MW kurulu gücüne 2018 yılında 587 MW ilave ile bir büyüme yaşandığı gözlemlenmiştir. Bu büyümenin içerisinde ABD, Endonezya, Filipinler ve Türkiye yer almaktadır. 2019 yılında dünyada jeotermal enerji kurulu güç bakımından sırasıyla ABD 3.676 MW, Endonezya 2.133 MW, Filipinler 1.1918 MW, Türkiye 1.526 MW, Yeni Zelanda 1.005 MW, Meksika 963 MW, İtalya 944 MW, Kenya 861 MW, İzlanda 755 MW ve Japonya 601 MW olarak tabloda yer almaktadır. 2019 yılının sonunda 759 MW kapasiteli jeotermal enerji artışı ile son 20 yılda en büyük büyüme izlenmiştir. Bu büyümeye etkisi olan ülkeler ise ABD, Endonezya, Filipinler ve Türkiye olmuştur. Aşağıdaki tabloda gösterdiği üzere 2020 yılında ilk 10 ülkenin sıralaması değişmemiştir. 2020 yılındaki toplam kurulu gücün artmasında ABD ve Türkiye'nin yeni kapasite eklemesiyle arttığı gözlemlenmiştir.

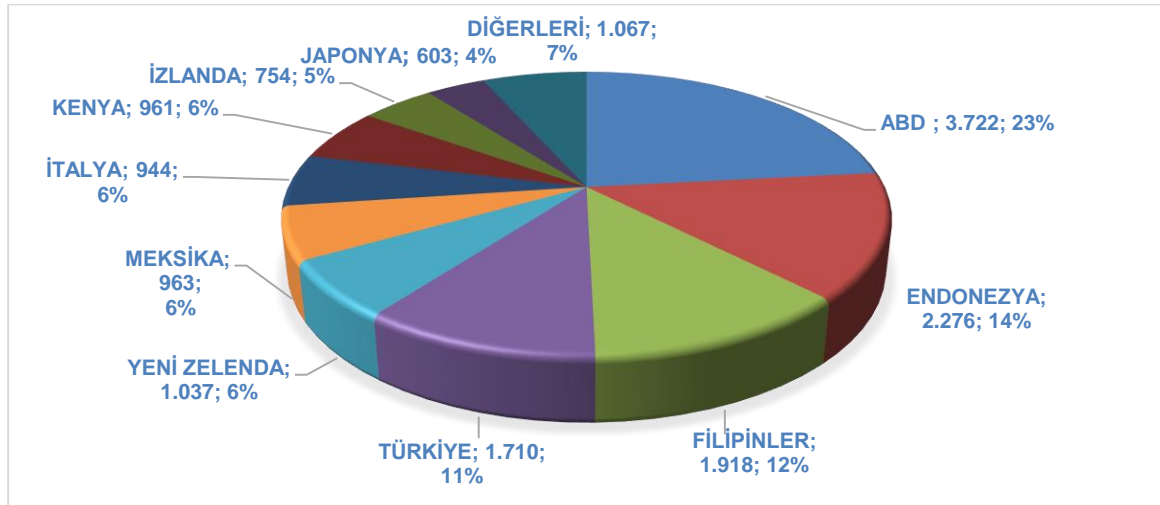
Tablo 8. 2020 yılı Dünya Jeotermal Enerji Üretim Kapasiteleri İlk 10 Ülke, (MW)

| S. | Ülke | Kurulu Güç (MW) |
|----|-----------------------------|-----------------|
| 1 | Amerika Birleşik Devletleri | 3.714 |
| 2 | Endonezya | 2.133 |
| 3 | Filipinler | 1.918 |
| 4 | Türkiye | 1.613 |
| 5 | Yeni Zellanda | 1.005 |
| 6 | Meksika | 963 |
| 7 | İtalya | 944 |
| 8 | Kenya | 861 |
| 9 | İzlanda | 755 |
| 10 | Japonya | 603 |

Kaynak: Enerji Atlası, Jeotermal, 2020

2020 yılında dünyanın jeotermal kurulu gücü 15.608 MW'tır. 2021 yılında ise 246 MW artışla yani yeni jeotermal kaynakların eklenmesi ya da kapasite artırılması ile birlikte 2021 yılında jeotermal enerji kurulu gücü artmıştır.

ThinkGeoEnergy tarafından 2021 yılı için jeotermal kurulu güç üretim kapasitesinde ilk 10 ülke yayınlanmıştır. Raporda, 2021 yılı sonu itibariyle 15,854 MW jeotermal enerji üretimi gerçekleşmiş olup dünyada yaşanan salgın krizine rağmen birçok ülkeden yeni kapasite güçleri eklenmiştir.

Şekil 3. Dünya Jeotermal Enerji Üretim Kapasiteleri İlk 10 Ülke, 2021 (MW)

Kaynak: ThinkGeoEnergy, 2021

Raporda belirtildiği üzere 246 MW artışla yeni bir kapasiteye ulaşan jeotermal enerji kurulu gücünde 2021 yılının en iyi 10 ülkesindeki gelişmeleri de aktarmışlardır. Buna göre;

- ✓ ABD'de 2020 yılında 3.714 MW kurulu güce 2021 yılında yeni bir güç eklenerek 3.722 MW ulaşılmış olup dünyada %23'lük paya sahiptir.
- ✓ Endonezya'da 2.133 MW'lık güce 2021 yılında 143 MW güç eklenmesi ile 2.276 MW kurulu güç ile dünyada %14'lik paya sahiptir.
- ✓ Filipinler'de yeni bir güç eklenmemiş olup 2021 yılı için 1.918 MW ulaşılmıştır. Bu güçle 2021 yılında %12'lik paya sahiptir.
- ✓ Türkiye'de ise 2021 yılında 22 MW yeni bir güç ile 1.710 MW güce ulaşılmış ve dünyadaki payı %11 olarak gerçekleşmiştir.
- ✓ Yeni Zelanda'da ise var olan JES'in genişletme çalışmaları sonrasında 32 MW güç ile 2021 yılında 1.037 MW ulaşılmış olup %6'lık paya sahip olmuştur.
- ✓ Meksika'da 2021 yılında bir değişiklik meydana gelmemiş olup 962.7 MW kurulu güç ile dünyada %6'lık paya sahiptir.
- ✓ İtalya'da 2021 yılında bir değişiklik meydana gelmemiş olup 944 MW kurulu güç ile dünyada %6'lık paya sahiptir.
- ✓ Kenya'da 2021 yılında bir değişiklik meydana gelmemiş olup 861 MW kurulu güç ile dünyada %6'lık paya sahiptir.
- ✓ İzlanda'da 2021 yılında 754 MW kurulu güç ile %5'lik paya sahiptir.
- ✓ Japonya ise 603 MW güç ile %4'lik paya sahiptir.

Dünyadaki jeotermal enerji sektöründe 4. Sırada yer alan Türkiye'de bulunan Jeotermal Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 2021 yılı itibari ile 1.710 MW'tır. Yapım aşamasında olan, üretim lve ön lisansı alanlar ve kurulması planlanan santrallerle birlikte bu güç oldukça büyüme gösterecektir. Şu anda ülkede bulunan 60 santralin kullanılan gücü 1.624 MW'dır.

Jeotermal enerji kurulu gücü bakımından 4. Sırada olan Türkiye'nin önemli avantaja sahip olduğu jeotermal kaynakları kapsamında 2002 yılından itibaren 2021 yılına kadar çalışmalar incelenmiş olup elektrik üretiminde 2002 yılında 16 tesisten 2018 yılına kadar 25 tesise ve 2021 yılı itibariyle 60 tesise ulaşılmıştır. Türkiye'nin devrede olan 60 tesisin durumu ve güç kapasiteleri aşağıdaki tablolarda incelenmiştir.

Tablo 9. Türkiye Jeotermal Enerji Santralleri Profili, 2021

| | |
|---------------------------|---|
| Kayıtlı Santral Sayısı : | 60 |
| JES Kurulu Güç : | 1.624 MWe Kayıtlı: 1.624 MWe |
| Kurulu Güce Oranı : | % 1,66 |
| Yıllık Elektrik Üretimi : | ~ 9.520 GWh |
| Üretimin Tüketime Oranı : | % 3,17 |

Kaynak: Enerji Atlası, Jeotermal, 2021

Tablo 10. Türkiye Jeotermal Enerji Santralleri Sayıları, Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri,2021

| Durum | Tesis Sayısı | Güç (MWe) | Oran |
|-----------------------|--------------|--------------|-------------|
| Devrede | 60 | 1.624 | %72,1 |
| Kurulumu devam eden | 1 | 150 | %7,1 |
| Üretim lisansı alınan | 3 | 49 | %2,3 |
| Önlisans alınan | 9 | 229 | %10,9 |
| Proje aşamasında | 1 | 49 | %2,3 |
| TOPLAM | 74 | 2.101 | %100 |

Kaynak: Enerji Atlası, Jeotermal, 2021

Yatırıma konu olan jeotermal enerji santrallerinin ülke genelinde çoğunlukla Ege bölgesinde ve Çanakkale'de olduğu gözlemlenmiştir. Aşağıdaki tabloda ülkede bulunan jeotermal enerji santralleri ve kurulu güçleri verilmiştir.

Tablo 11. Türkiye'de Bulunan En Büyük Güce Sahip Jeotermal Elektrik Santralleri ve Kurulu Güçleri

| S. | Santral Adı | İl | Firma | Kurulu Güç |
|----|---------------------------------------|---------|----------------------------|------------|
| 1 | Kızıldere 3 JES | Denizli | Zorlu Enerji | 165 MW |
| 2 | Efeler Jeotermal Enerji Santrali | Aydın | Güriş Holding | 115 MW |
| 3 | Kızıldere 2 Jeotermal Enerji Santrali | Denizli | Zorlu Enerji | 80 MW |
| 4 | Pamukören Jeotermal Santrali | Aydın | Çelikler Enerji | 68 MW |
| 5 | Mis 3 JES | Manisa | Soyak Enerji | 48 MW |
| 6 | Galip Hoca Germencik JES | Aydın | Güriş Holding | 47 MW |
| 7 | Alaşehir Jeotermal Enerji Santrali | Manisa | Zorlu Enerji | 45 MW |
| 8 | Maren Jeotermal Enerji Santrali | Aydın | Kipaş Holding Enerji Grubu | 44 MW |
| 9 | Dora 3 Jeotermal Enerji Santrali | Aydın | MB Holding | 34 MW |
| 10 | Melih Jeotermal Enerji Santrali | Aydın | Kipaş Holding Enerji Grubu | 33 MW |

| | | | | |
|----|---|--------|-------------------|-------------------|
| 11 | Pamukören 4 JES | Aydın | Çelikler Enerji | 32 MW |
| 12 | Pamukören 5 JES | Aydın | Çelikler Enerji | 32 MW |
| 13 | Ala 2 Jeotermal Santrali | Manisa | Maspo Enerji | 30 MW |
| 14 | Salihli 3 JES | Manisa | Sanko Enerji | 30 MW |
| 15 | Türkerler Jeotermal Enerji Santrali - 3 | Manisa | Türkerler Holding | 30 MW (120 MW) |

Not: Parantez içindeki değer, tesisin inşa aşamasındaki kısmı da tamamlandığında ulaşılabilecek toplam kurulu gücü ifade eder.

Kaynak: Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlası.com/en-buyuk/jeotermal>

Tablo 11’de Türkiye’de jeotermal enerji olarak en büyük güce sahip ilk 15 tesis verilmiştir. 2021 yılında aktif olarak 60 santral bulunmaktadır. Santrallerin il ve güç dağılımı incelendiğinde yoğun olarak Ege Bölgesinde yoğunlaşmıştır bunun nedeni bölgede elektrik üretimine uygun yüksek sıcaklıkta su kaynaklarının bulunmasıdır. Bu nedenle sırasıyla Afyon’da 1 santral ile 2,76 MW, İzmir’de 1 santral ile 12 MW, Denizli’de 10 santral ile 379,16 MW, Manisa’da 15 santral ile 380 MW, Aydın’da 31 santral ile 827,45 MW olarak toplam Ege bölgesinin jeotermal enerji kurulu gücü 1601,37 MW’dır. Marmara bölgesinde sadece Çanakkale ilinde 3 santral ile 27,5 MW kurulu güçlere sahiptir.

2022 yılı içerisinde tamamlanması öngörülen şu an yapım aşamasında olan jeotermal enerji santrali 186,6 MW lık kurulu güç ile Manisa’dadır. Aşağıdaki tabloda santral adı ve firma bilgileri yer almaktadır.

Tablo 12. Yapım Aşamasındaki Jeotermal Enerji Santralleri

| No | Santral Adı | İl | Firma | Kurulu Güç |
|----|-------------------------------|--------|--------------|------------|
| 1) | Alaşehir 2 Jeotermal Santrali | Manisa | Zorlu Enerji | 18.6 MW |

Kaynak: Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlası.com/en-buyuk/jeotermal>

Yapılan lisans çalışmaları sonucunda ise 3 tane yeni santral devreye girecektir. Bu santrallerden ikisi 30,2 MW güç ile Ege bölgesinde Aydın’da, diğeri ise Marmara bölgesinde yer alan Çanakkale ilinde 19 MW kurulu güce sahip olarak kurulacaktır. Çanakkale’de jeotermal tesis sayısı artacaktır. Aşağıdaki tabloda detayları verilmiştir.

Tablo 13. Üretim Lisansı Alan Jeotermal Enerji Santralleri

| No. | Santral Adı | İl | Kurulu Güç |
|-----|-------------------------------------|-----------|------------|
| 1) | Nezihe Beren JES | Aydın | 20 MW |
| 2) | Transmark Jeotermal Enerji Santrali | Çanakkale | 19 MW |
| 3) | Kiper 1 Jeotermal Enerji Santrali | Aydın | 10.2 MW |

Kaynak: Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlası.com/en-buyuk/jeotermal>

Jeotermal enerji santrali için ön lisanslarını alan santral sayısı ise 9'dur. Bir tanesi Marmara Bölgesinde, 8 tanesi ise Ege bölgesinde kurulacaktır. Ege Bölgesinde de ağırlıklı olarak Aydın ve Manisa'da konumlandırılmıştır. Aşağıdaki tabloda detayları verilmiştir.

Tablo 14. Ön Lisans Alan Jeotermal Enerji Santralleri

| S. | Santral Adı | İl | Firma | Kurulu Güç |
|----|---------------------------------------|----------------|--------------------------|------------|
| 1) | Kızıldere 4 JES | Denizli | Zorlu Enerji | 60 MW |
| 2) | Sarı Zeybek JES | Aydın | Güriş Holding | 54 MW |
| 3) | Tekkehamam 2 JES | Denizli | Zorlu Enerji | 35 MW |
| 4) | Kubilay 2 JES | Aydın | Beştepel Enerji | 24 MW |
| 5) | Özmen 4 JES | Manisa | Sis Enerji | 19.5 MW |
| 6) | HEG Kütahya Jeotermal Enerji Santrali | Aydın | Genç Grup Enerji | 13 MW |
| 7) | Babadere 2 JES | Çanakkale | MTN Enerji | 11.8 MW |
| 8) | Emirler 2 JES | Denizli | Emirler Enerji | 10 MW |
| 9) | BCB JES | Afyonkarahisar | Afyon Sandıklı Jeotermal | 1.68 MW |

Kaynak: Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlas.com/en-buyuk/jeotermal>

Şu an plan aşamasında olan jeotermal tesis ise Denizli ilinde yer alacaktır. 49 MW kurulu güce sahip olması planlanan jeotermal enerji santrali için aşağıdaki tabloda detaylar verilmiştir.

Tablo 15. Planlanan Jeotermal Enerji Santralleri

| S. | Santral Adı | İl | Firma | Kurulu Güç |
|----|----------------|---------|-----------------|------------|
| 1) | Greeneco 7 JES | Denizli | Greeneco Enerji | 49 MW |

Kaynak: Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlas.com/en-buyuk/jeotermal>

Devrede olan ve 1.624 MW kurula güce sahip olan Türkiye'deki jeotermal enerji santrali firmalar ise, Zorlu Enerji, Güriş Holding, Çelikler Enerji, Soyak Enerji, Kipaş Holding Enerji Grubu, MB Holding, Maspo Enerji, Sanko Enerji, Türkerler Holding, Greeneco Enerji, Enerjeo Kemaliye Enerji Üretim, KÇS Kahramanmaraş, Çevik Grup, Özmen Holding, Sis Enerji, Akça Enerji, Turcas Enerji, 3S Kale Enerji, Limgaz Elektrik Üretim, BM Holding Enerji Grubu, Karadeniz Enerji, RSC Elektrik, Yerka Elektrik Üretim A.Ş., Gürmen Group, MTN Enerji, Enda Enerji, Aydem Enerji ve Afyonkarahisar İl Özel İdaresi'dir.

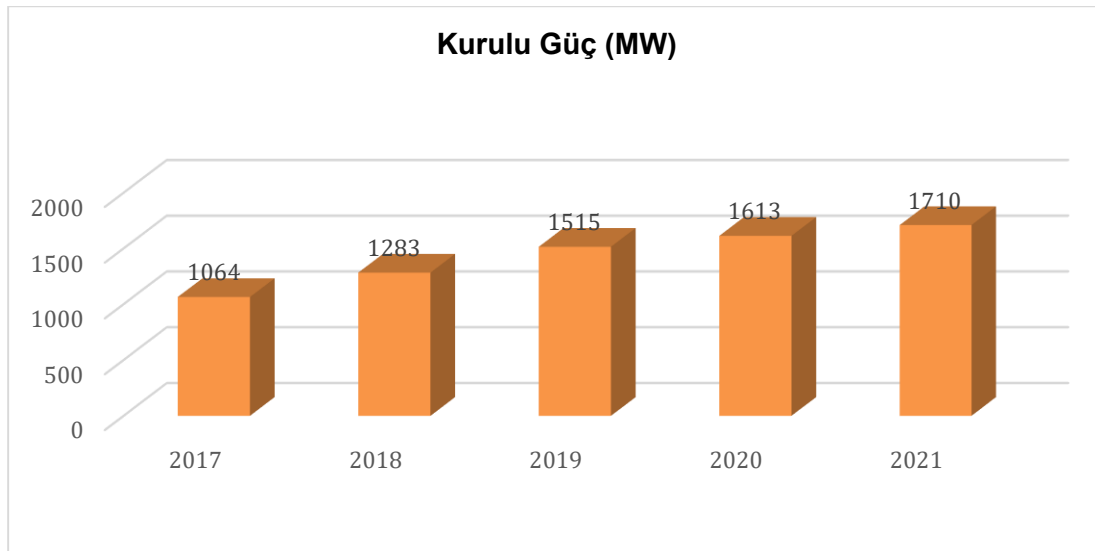
Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmiş olduğu elektrik enerjisi için 5 yıllık kurulu kapasite rakamları verilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasından en büyük kurulu güce sahip kaynak hidroelektrik, rüzgar ve güneş olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları kurulu güç bakımından jeotermal enerji 4. Sırada yer almaktadır.

Tablo 16. 5 yıllık Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç (MW)

| Kaynak | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020/9 |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Hidroelektrik | 25.868 | 26.682 | 27.273 | 28.291 | 28.503 | 29.790 |
| Rüzgar | 4.498 | 5.751 | 6.516 | 7.005 | 7.591 | 8.077 |
| Güneş | 310 | 833 | 3.421 | 5.005 | 5.995 | 6.361 |
| Jeotermal | 624 | 821 | 1.064 | 1.283 | 1.515 | 1.515 |
| Biyokütle | 345 | 467 | 575 | 739 | 1.163 | 1.238 |
| Yenilenebilir Toplam | 31.645 | 34.554 | 38.849 | 42.381 | 44.768 | 46.981 |

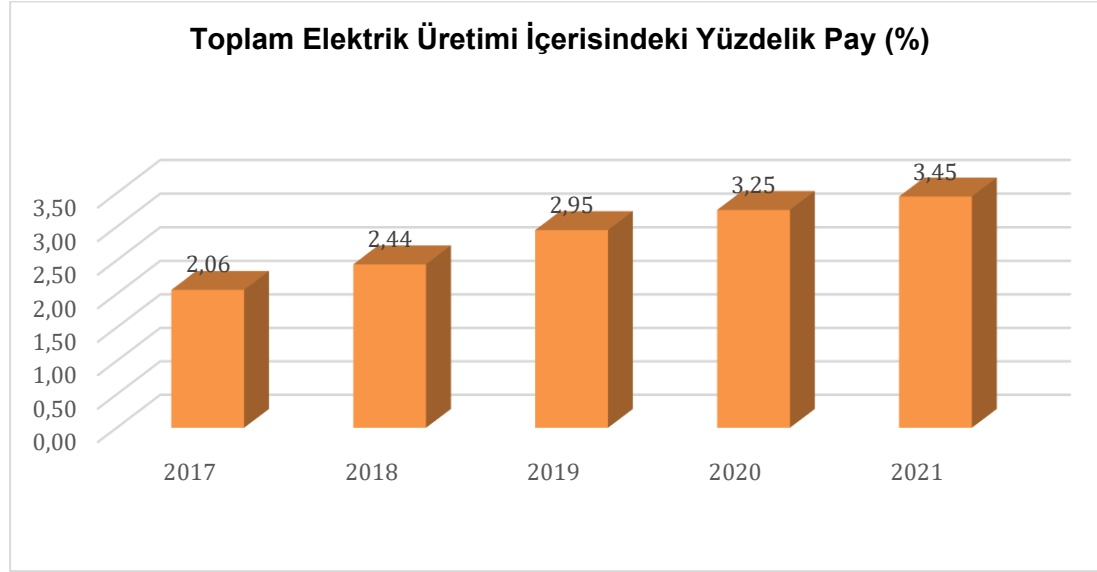
Kaynak: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ), Enerji Görünümü, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası(TSKB),2020

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında 4. Sırada yer alan yatırıma konu olan jeotermal enerji santrali için kurulu güç verilerini etkileyen unsurlar ise elektrik enerjisi üretimi için kaynakların ısı dereceleri, debileri ve düşük sıcaklığı olan kaynakların JES için maliyet yüksekliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna rağmen dünyadaki önemli bir paya sahip olması, her yıl düzenli olarak yeni bir kurulu güç eklemesi de önem arz etmektedir. Özellikle yapılan yatırımların karlılığı, diğer yenilenebilir enerji sistemlerine göre daha fazla saat çalışma sistemi, teknolojinin gelişmesi gibi unsurların da etkisiyle önümüzdeki 10 yıl içerisinde daha fazla kapasiteye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu tahmini aşağıda verilen 2017-2021 yıllarındaki kurulu güç verilerinden de anlaşılmaktadır.

Şekil 4. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Kurulu Gücü, 2017-2021, (MW)

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021

Şekilde Türkiye'nin jeotermal enerji bakımından 2017 yılından itibaren 2021 yılına kadar olan kurulu güçlerini MW olarak verilmiştir. 2017 yılından itibaren jeotermal enerji açısından kapasitesini artırmaya devam edilen bir grafik görünmektedir.

Şekil 5. Türkiye'nin Jeotermal Enerji Kurulu Gücünün Toplam Elektrik Üretimindeki Payı 2017-2021, (%)

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021

Grafikte jeotermal enerjinin toplam elektrik üretimindeki yüzdellik pay verilmiştir. 2017 yılından itibaren toplam elektrik üretiminin arttığı gözlemlenmektedir. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yaptığı bu çalışmada 2004 yıllarında bu pay 0,06'lık bir değer iken 2021 yılında 3,45'lik paya ulaşılmıştır. Bölgenin önemli potansiyelinin kullanımının artırıldığı konusunda bulgular grafikten de anlaşılmaktadır.

Ağrı ilinde çalışma konusu olan jeotermal enerji santrali alanında elektrik üretimi faaliyeti gösteren firma bulunmamaktadır.

Tablo 17. Ağrı ili Elektrik Üretim Tesisi ve Öngörülen Yıllık Üretim Miktarları

| Tesis Bilgisi | Tesis Sayısı | Öngörülen Üretim Miktarı (kwh) |
|---------------|--------------|--------------------------------|
| Güneş | 0 | 0 |
| Termik | 1 | 11.703.000 |
| Rüzgar | 2 | 190.000.000 |
| Jeotermal | 0 | 0 |
| Biyokütle | 1 | 21.180.000 |
| Hidroelektrik | 0 | 0 |
| Toplam | 4 | 222.883.000 |

Kaynak: EPDK | T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

Tablo 17'de Ağrı ilinde var olan elektrik üretim tesisleri ve öngörülen yıllık üretim miktarları verilmiştir. İlde 1 adet termik, 2 adet rüzgar, 1 adet biyokütle elektrik üretim tesisi bulunmakta olup bu tesislerin potansiyel üretim miktarları verilmiştir. Tablo 19'da ise elektrik üretimi yapan tesislerin kurulu güç ve işletmedeki kapasiteleri MWe (elektriksel) ve MWm(mekaniksel) olarak verilmiştir. Rüzgar santralinde işletmedeki kapasite kurulu gücün altındadır. Termik santralinde ise kurulu güç ile kapasite eşittir. Biyokütlerde ise kurulu güç yüksekken işletmedeki kapasite düşük olarak gözlemlenmiştir. Biyokütlerde

bu durum kullanılan atık miktarındaki azalış ya da atık miktarındaki metan oranından elde edilen gazın oranından kaynaklandığını söylemek mümkündür.

Tablo 18. Ağrı ili Elektrik Mekaniksel/Elektriksel Kurulu Güç ve İşletmedeki Kapasite

| Tesis Bilgisi | Kurulu Güç MWm | Kurulu Güç MWe | İşletmedeki Kapasite MWm | İşletmedeki Kapasite MWe |
|---------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| Güneş | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Termik | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 9,6 |
| Rüzgar | 54,3 | 50 | 9 | 9 |
| Dalga | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gelgit | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Akıntı | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jeotermal | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Biyokütle | 2,902 | 2,824 | 1,451 | 1,412 |
| Hidroelektrik | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Toplam | 66,802 | 62,424 | 20,051 | 20,012 |

Kaynak: EPDK | T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

Ağrı ilinin bulunduğu coğrafi konum itibari ile yüksek rakıma sahip, kış şartlarının ağır olması ve yeraltı yer üstü kaynaklarında incelenmesi sonucunda tablolardan da anlaşıldığı gibi sadece belirli alanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanması söz konusudur.

2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep

Yatırıma konu olan jeotermal enerji tesisi kapsamında üretilen elektrik enerjisi için ithalat ve ihracat verileri incelenmiştir.

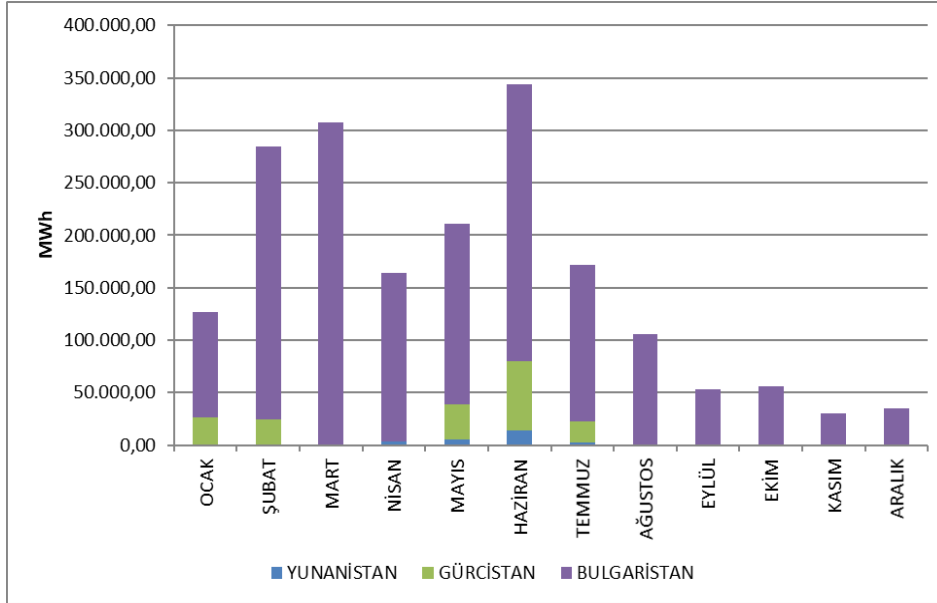
Türkiye'nin 2016-2020 yılları arasındaki ihracat rakamları ve ihracat yaptığı ülkeler verilmiştir.

Tablo 19. Türkiye'nin Elektrik Enerjisi üzerinden Ükelere Yapılan İhracat Miktarları ve Tutarları

| ÜLKELER | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Toplam | 13.589 | 81.877 | 99.621 | 104.425 | 81.804 |
| Bulgaristan | 4.385 | 59.707 | 62.942 | 66.856 | 41.936 |
| Yunanistan | 9.204 | 22.164 | 35.220 | 36.181 | 26.983 |
| Gürcistan | 0 | 0 | 1.460 | 1.151 | 9.080 |
| Birleşik Arap Emirlikleri | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.805 |
| Çek Cumhuriyeti | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| Slovakya | 0 | 0 | 0 | 237 | 0 |

Kaynak: Trademap, 2021

2020 yılındaki ithalat durumu detaylı olarak incelenmiştir. 1.888.286,50 MWh'lik elektrik ithalatı gerçekleşmiştir. Aşağıdaki şekilde en yüksek ve en düşük değerde gerçekleşen ithalat ayları ile hangi ülkelerden gerçekleştiği bilgisi verilmiştir. Haziran ayında en yüksek değerde olup Kasım ayında ise en düşük değerde gerçekleşmiştir. Elektrik ithalatının büyük bir kısmı Bulgaristan'dan gerçekleşirken, Gürcistan ve Yunanistan'dan da alım yapılmıştır.

Şekil 6. 2020 Yılı Aylar İtibariyle Elektrik İthalatı (MWh)

Kaynak: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK), Elektrik Piyasası 2020 Yılı Piyasa Gelişim Raporu

Tablo 20. Türkiye'nin Elektrik Enerjisi üzerinden Ükelere Yapılan İthalat Miktarları ve Tutarları,2020

| | İthalat Rakamı (Bin ABD Doları) | İthalat miktar(megawaat/sa) |
|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Bulgaristan | 40707 | 1.131.746 |
| Yunanistan | 7716 | 206.469 |
| Gürcistan | 7109 | 172.672 |
| Toplam | 55572 | 1.510.887 |

Kaynak: Trademap, 2021

Yukarıda 2020 yılında gerçekleşen ithalat değeri verilmiş olup Türkiye'nin 2016-2020 yılları arasındaki ithalat rakamları ve ithalat yaptığı ülkeler verilmiştir.

Tablo 21. Türkiye'nin Elektrik Enerjisi üzerinden İthalat Yapılan Ülkeler ve İthalat Rakamları (Bin ABD Doları)

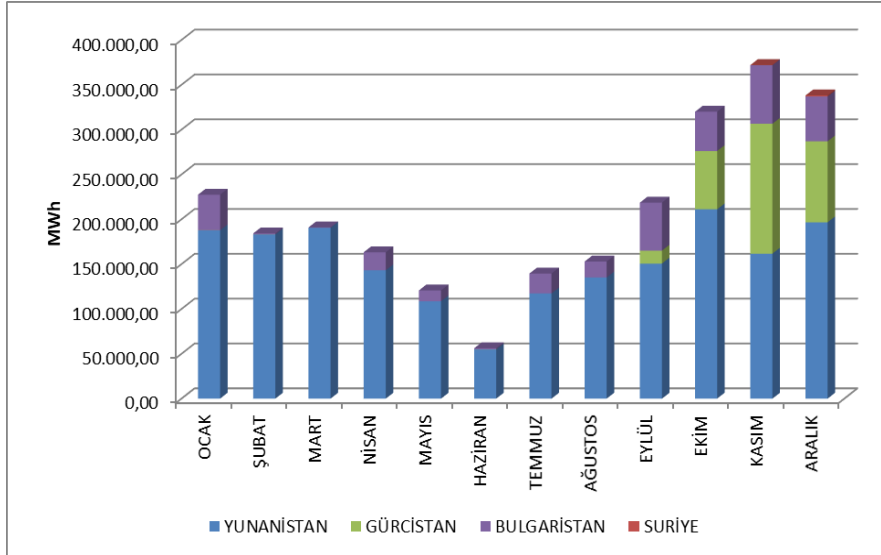
| ÜLKELER | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Toplam | 213.614 | 85.501 | 57.031 | 40.606 | 55.572 |
| Bulgaristan | 127.437 | 34.690 | 42.210 | 27.257 | 40.747 |
| Yunanistan | 42.660 | 8.276 | 1.628 | 3.679 | 7.716 |
| Gürcistan | 9.428 | 9.621 | 8.589 | 6.484 | 7.109 |
| Azerbaycan | 34.090 | 17.688 | 3.549 | 3.174 | 0 |
| Çek Cumhuriyeti | 0 | 58 | 1.055 | 13 | 0 |
| İran | 0 | 15.169 | 0 | 0 | 0 |

Kaynak: Trademap, 2021

2020 yılındaki ihracat durumu incelenmiştir. 2.483.990,38 MWh'lik elektrik ihracatı gerçekleşmiştir. Aşağıdaki şekilde en yüksek ve en düşük değerde gerçekleşen ihracat ayları ile hangi ülkelerden gerçekleştiği bilgisi verilmiştir. Haziran ayında en düşük değerde olup Kasım ayında ise en yüksek

değerde gerçekleşmiştir. Elektrik ihracatı büyük bir kısmı Yunanistan'a gerçekleşirken, Bulgaristan, Gürcistan ve Suriye'ye de ihracat yapılmıştır.

Şekil 7. 2020 Yılı Aylar İtibariyle Elektrik İhracatı (MWh)



Kaynak: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK), Elektrik Piyasası 2020 Yılı Piyasa Gelişim Raporu

Türkiye'nin elektrik enerjisi olarak 2020 yılında gerçekleşen üretim miktarları ülkelere göre verilmiştir.

Tablo 22. Türkiye'nin Elektrik Enerjisi üzerinden İhracat Yapılan Ülkeler ve İhracat Rakamları ,2020

| Ülkeler | İhracat Rakamı (Bin ABD Doları) | İhracat miktar (megawaat/sa) |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Bulgaristan | 41.936 | 841.405 |
| Yunanistan | 26.983 | 566.081 |
| Gürcistan | 9.080 | 223.338 |
| Birleşik Arap Emirlikleri | 3.805 | 53.667 |
| Toplam | 81.804 | 1.684.491 |

Kaynak: Trademap, 2021

Aşağıdaki tabloda Türkiye'nin elektrik Enerjisi ithalat ve ihracat rakamlarını 2017-2021 yılları arasında hangi tutarlarda gerçekleştiği verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere kendi kaynaklarını daha fazla kullanabilirse dışa bağımlılığını azaltma durumu söz konusudur.

Tablo 23. Türkiye'nin Elektrik enerjisi İthalat ve İhracat Tutarları (1000KWH)/(ABD Doları)

| | İthalat Tutarı | İhracat Tutarı |
|-------------|----------------|----------------|
| 2021 | 28.231.205 | 168.320.601 |
| 2020 | 55.572.093 | 81.804.219 |
| 2019 | 40.606.430 | 104.425.146 |
| 2018 | 57.030.872 | 99.621.275 |
| 2017 | 85.501.108 | 81.877.251 |

Kaynak: Trademap, 2021

Tablo 24. Elektrik Piyasası Genel Görünümü, 2018-2020

| Konu Başlığı | Birim | 2018 Yılı Değeri | 2019 Yılı Değeri | 2020 Yılı Değeri | 2019-2020 Değişim (%) |
|----------------------|-------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Lisanslı Kurulu Güç | MWe | 83.187,1 | 84.960,0 | 89.067,1 | 4,8 |
| Lisanslı Üretim | GWh | 296.003,7 | 294.251,3 | 294.084,7 | -0,1 |
| Lisanssız Üretim | GWh | 8.212,8 | 9.829,5 | 11.245,5 | 14,4 |
| Lisanssız Kurulu Güç | MWe | 5.310,6 | 6.309,3 | 6.823,5 | 8,1 |
| Fiili Tüketim | GWh | 302.772,3 | 301.982,7 | 304.394,9 | 0,8 |
| Faturalanan Tüketim | GWh | 233.610,0 | 229.597,9 | 233.436,6 | 1,7 |
| Tüketici Sayısı | Adet | 43.653.910 | 44.958.924 | 46.082.473 | 2,5 |
| İthalat | GWh | 2.466,0 | 2.211,5 | 1.888,3 | -14,6 |
| İhracat | GWh | 3.073,6 | 2.788,7 | 2.484,0 | -10,9 |

Kaynak: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Elektrik Piyasası 2020 Yılı Piyasa Gelişim Raporu

2020 yılında elektrik ithalatı geçen yıla göre %14,6 azalarak 1,89 TWh olarak gerçekleşmiştir. Elektrik ihracatı ise geçen yıla göre %10,9 azalarak 2,48 TWh olarak gerçekleşmiştir.

2020 yılı için serbest tüketici limiti 1.400 kWh olarak belirlenmiş olup, bu limite karşılık gelen talep tarafında teorik piyasa açıklık oranı %96,8 olarak hesaplanmıştır.

Serbest tüketicilerin 2020 yılı tüketimi 135,10 TWh olarak gerçekleşmiştir. Fiili piyasa açıklığı 2019 yılında %44 iken 2020 yılında bu oran %58,3'e yükselmiştir.

2020 yılı sonunda serbest tüketici sayısı 2019 yılı sonuna göre %215 artarak 1 milyon 15 bine yükselmiştir. Bu sayı toplam tüketici sayısının %2,4'üne karşılık gelmektedir¹⁰.

Tablo 25. 2021 Yılı Kasım Ayı Elektrik Piyasası Genel Görünümü

| Konu Başlığı | Birim | 2021 Kasım Dönemi | 2021 Ocak-Kasım Dönemi |
|----------------------|-------|-------------------|------------------------|
| Lisanslı Üretim* | MWh | 26.003.060 | 290.820.134 |
| Lisanslı Kurulu Güç | MW | 91.899 | - |
| Lisanssız Kurulu Güç | MW | 7.475 | - |
| Fiili Tüketim | MWh | 26.448.508 | 299.579.781 |
| Faturalanan Tüketim | MWh | 21.216.377 | 231.746.169 |
| Tüketici Sayısı | Adet | 47.189.111 | - |
| İthalat | MWh | 298.225 | 1.962.059 |
| İhracat | MWh | 354.693 | 3.856.453 |

Kaynak: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Elektrik Piyasası Sektör Raporu, Kasım 2021

¹⁰ T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK), Elektrik Piyasası 2020 Yılı Piyasa Gelişim Raporu

2021 yılının Kasım ayına kadar olan dönemde yapılan çalışmada 2020 yılında verilen 46.082.473 tüketicisi sayısı tabloda 47.189.111 olarak artış gösterdiği gözlemlenmiştir. 2020 yılındaki lisanslı kurulu güç 89.067,0 MW olarak değerlendirilerek 2021 yılı sonunda 91.899 MW olarak gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir.

İthalat ve ihracat rakamlarına bakıldığında ithalat ve ihracat değerlerinde yükselme yaşanmıştır. Sonuç olarak sanayisel ve teknolojik devrimler ile yaşamımızda daha fazla elektriğe ihtiyaç duyulması, dünyada yaşanan küresel enerji krizleri toplumlar için elektrik enerjisinin hayati önemini ortaya koymaktadır. Bu nedenle var olan kaynakların sürdürülebilir olmasına özen göstererek daha fazla teknolojiyi sistemlere entegre ederek elektrik üretimi yapılması zaruridir.

2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

Yenilenebilir enerjinin konvansiyonel enerji kaynaklarına göre en önemli üstünlüğü, sürdürülebilir enerji kaynağı olmasıdır. Diğer enerji kaynaklarında sıkça rastlanan kısıtlı kaynak ve çevreyi kirlenme sorunu, bu enerji kaynaklarında söz konusu değildir.

Türkiye'nin son 5 yılda yenilenebilir enerji kurulu güç verileri incelendiğinde 2017 yılından itibaren düzenli bir büyüme yaşanmıştır. Toplam elektrik üretiminde alışılmış elektrik üretim içinde giderek payının artmasını aşağıdaki tabloda gözlemlenmektedir. 2021 yılında yenilenebilir enerji kaynakları arasında en fazla kurulu güce sahip 31.447 MW ile hidroelektrik (HES) olmuş ve toplam payda %59'luk yer almaktadır. Rüzgar enerji santralleri (RES) ise 10.168 MW'lık ikinci sırada yer alırken payı %19'dur. Güneş enerjisi ise %14'lik paya sahip olurken biyokütle ve jeotermal ise toplam payda %3'e sahiptir.

Tablo 26. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç, 2017-2021 (MW)

| Kaynak | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021/9 |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hidroelektrik | 27.273 | 28.291 | 28.503 | 30.984 | 31.447 |
| Rüzgar | 6.516 | 7.005 | 7.591 | 8.832 | 10.168 |
| Güneş | 3.421 | 5.005 | 5.995 | 6.667 | 7.534 |
| Jeotermal | 1.064 | 1.283 | 1.515 | 1.485 | 1.782 |
| Biyokütle | 575 | 739 | 1.163 | 1.613 | 1.650 |
| Yenilenebilir | 38.849 | 42.381 | 44.768 | 49.581 | 52.581 |
| Toplam | | | | | |

Kaynak: Enerji Görünümü Raporu, 2021

Yukarıdaki tablodan da görüldüğü gibi jeotermal kaynakların kurulu gücü diğer enerji türlerine göre oldukça geridedir. Türkiye'nin jeotermal enerji kaynağındaki potansiyelinin yeterince kullanılması gerekliliği ortadadır.

Yatırıma konu olan jeotermal enerji ise yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir fırsat maliyetine sahiptir. Diğer enerji kaynaklarında çalışma saati aralığı kısıtlı iken, jeotermal enerji de yıllık 8500 saat çalışma sistemine dayanmasıdır bu durumda sürekli elektrik üretimi sağlamaktadır. Ayrıca jeotermal enerjide diğer dış kaynaklardan dolayı üretim sorunu yaşanmamaktadır. Bu kadar önemli bir fırsat maliyeti sağlarken jeotermal kaynaklardan yeterince faydalanılmadığı gözlemlenmiştir. Bunun en önemli nedenlerinden biri, yüksek yatırım maliyeti, 180-110 °C arasındaki yüksek kaynaktan elektrik enerjisi edilme durumu ve teknolojilerdeki gelişimlerin takip edilmeyişidir. Son zamanlarda var olan kaynakların aktif olarak kullanılması için yeni sistemler geliştirilmiş olup bu sistemlerde düşük sıcaklıktaki kaynakları kullanarak elektrik enerjisi üretme sistemindedir. Yatırım maliyetleri yüksek olsa da çalışma prensibi ve ürettiği elektriğin miktarının serbest piyasada çok talep olma durumu da göz önüne alındığında yatırım geri dönüş süresi 3 yıl gibi bir zaman alırken de yıllık kazanç getirisi de diğer kaynaklara göre %80-85'dir.

Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ile kurulan santrallerden elde edilen elektrik üretim verileri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Özellikle son zamanlarda yaşanan küresel enerji

krizi nedeniyle ithal edilen fosil kaynaklı yakıtların bağımlılığının azaltılması için yıllar içerisinde gerçekleşen üretim değerleri miktarları umut vericidir. Kaynakların geliştirilmesi, teknolojilerin devreye alınması, daha fazla araştırma ile kendi yeterli kaynakların kullanılarak elektriğe dönüştürülmesi tüm ülkeler açısından önem arz etmektedir. Son 5 yıldaki ülkemizdeki elektrik tüketimi, serbest piyasada oluşan arz, nüfus projeksiyonları ve sanayisel devrimin ihtiyacı olan elektrik talebini karşılamak için ülkemizin bulunduğu coğrafyanın sunmuş olduğu kaynakları değerlendirmek zaruridir. Türkiye’de yenilenebilir enerjilerden üretilen elektrik üretimi toplam elektrik üretiminin %3,45’lik payıdır. Ülkenin mevcuttaki elektrik tüketiminin ve talebinin fazla olması durumu söz konusudur.

Tablo 27. Türkiye’nin Yenilenebilir Elektrik Üretimi Gelişimi 2017-2021 (MWh)

| Kaynak | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021/9 |
|----------------------|--------|--------|---------|---------|--------|
| Hidroelektrik | 58.219 | 59.939 | 88.886 | 78.095 | 45.481 |
| Rüzgar | 17.904 | 19.949 | 21.515 | 24.513 | 22.286 |
| Güneş | 2.889 | 7.800 | 10.542 | 11.977 | 10.755 |
| Jeotermal | 6.128 | 7.431 | 8.230 | 9.316 | 7.406 |
| Biyokütle | 2.972 | 3.623 | 4.524 | 5.737 | 4.834 |
| Yenilenebilir | 88.111 | 98.741 | 133.697 | 129.737 | 90.762 |
| Toplam | | | | | |

Kaynak: Enerji Görünümü Raporu, 2021

Günümüzde Türkiye’de bulunan 60 adet Jeotermal Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 1.624 MW’dır. Tesislerin çoğu Ege bölgesinde yer almaktadır. Ege bölgesinde elektrik enerjisi üretimine uygun olan yüksek sıcaklıkta kaynaklar bulunmasından dolayı yoğunluk orada kümelenmiştir. Türkiye’de bulunan diğer jeotermal kaynaklar için ise normal kuyulardan elde edilen 90 °C sıcaklık altında olanlar için sadece ısı, ısıtma ve kaplıca hizmeti olarak doğrudan kullanım yapılmasından dolayı diğer bölgelerde çalışmalar yapılmamıştır.

60 adet tesise ek olarak yapım aşamasında olan, üretim ve ön lisans alan tesislerle Türkiye’nin kurulu gücü artacaktır. Ayrıca yeni sistem santrallerin kullanımının yaygınlaşması ile de artacağı düşünülmektedir.

Tablo 28. Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Jeotermal Enerji Kurulu Gücü

| S. | Ülke | Kurulu Güç (MW) | Kişi Başına Kurulu Güç (Watt) |
|----|----------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | İzlanda | 755 | 2.231 |
| 2 | Yeni Zelanda | 1.005 | 209 |
| 3 | Kosta Rika | 204 | 41 |
| 4 | El Salvador | 205 | 31 |
| 5 | Türkiye | 1.624 | 19 |

Kaynak: Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlası.com/en-buyuk/jeotermal>

Türkiye’de bulunan kurulu güce göre kişi başına düşen kurulu güç 19 watttır. İzlanda’da bu güç 2.231 iken Türkiye 5. Sırada olmasına rağmen oldukça azdır. Son yıllarda yapılan araştırmalarda kişi başına düşen elektrik tüketimi yaklaşık 3.350 kWh’dır. İzlanda sadece jeotermal enerji kurulu gücünden mevcut kişi başına elektrik tüketiminin %64’ünü karşılayabilecek yeterliliktedir. Türkiye ise sadece kurulu güçten kişi başına düşen elektrik ihtiyacının %0,5’ini karşılayabilmektedir. 2017’den itibaren jeotermal enerjide

büyüme eğilimi gösteren ülkemiz, mevcut elektrik üretimini karşılamak için daha fazla kapasiteye ulaşması gerekmektedir.

Yatırıma konu olan jeotermal enerji santrali için ise Ağrı ili Diyadin ilçesi belirlenmiştir. Diyadin ilçesinde birden fazla yerde kaynak bulunması ve MTA'nın kuyu çalışmalarında elde ettiği sıcaklık miktarlarında elektrik enerjisi üretimi söz konusu olmadığından bu alanda çalışma yapılmamıştır. Bölgede yer alan kaynaklardan en fazla 250 m kuyu çalışması yapılmıştır. Buradaki kaynakların çoğu artezyen şeklinde olduğundan dolayı sadece konut ısıtma, sera ve kaplıca olarak faydalanılmıştır. Jeotermal kaynaktan elektrik üretimi için belirli bir derinlikte sondaj ve kuyu çalışması yapılarak gerçek sıcaklığın değeri ölçülmemiştir.

Diyadin ilçesinde mevcutta yapılan araştırmalar neticesinde 65-117°C kuyu başı sıcaklığına ulaşılma durumu söz konusudur. Elektrik enerjisi için de ilçe özelinde yer alan kaynak formuna göre seçilen sistem ile ilk olarak pilot olarak 4 MW arasında kurulu güce sahip olması tasarlanmıştır.

Yatırıma konu olan jeotermalden üretilecek elektrik enerjisi için tesisinin kapasite bilgileri şu şekildedir.

Tablo 29. Jeotermal Enerji Tesis Kapasitesi

| Ürünler | Kapasite Bilgileri |
|-------------------|--------------------|
| Elektrik Enerjisi | 4 MW |

Tablo 30. Ağrı ve Diyadin Nüfusu, 2017-2021

| Yıllar | Ağrı ili Toplam Nüfus | Diyadin ilçesi Toplam Nüfus |
|--------|--------------------------|--------------------------------|
| 2021 | 524.644 | 40.286 |
| 2020 | 535.435 | 41.789 |
| 2019 | 536.199 | 41.512 |
| 2018 | 539.657 | 42.123 |
| 2017 | 536.285 | 42.340 |

Kaynak: TÜİK, ADKNS, 2021

2017-2021 yılları arasındaki Ağrı ilinin ve yatırımın kurulması öngörülen Diyadin ilçesinin nüfus verileri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Ağrı ilinde 2017 yılındaki nüfus 2018 yılında artış göstermekteyken 2019 yılından itibaren düzenli düşüş eğilimi göstermiştir. 2021 yıl nüfus verilerinde özellikle gençlerin yurt dışı göçleri ile nüfus azalmıştır. İlçede ise 2017 yılından azalışa geçen nüfus, 2020 yılında artma eğilimi gösterirken 2021 yılında 2017 yılındaki nüfustan da daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Ağrı ilinde hane sayısındaki kişileri 4 olarak sayarsak 2021 yılında 131.161 hane bulunmaktadır. Diyadin ilçesinde ise 10.071 hane olarak hesaplanmıştır. Dünyadaki kişi başına düşen elektrik tüketim verisi yaklaşık 3.350 kWh olduğundan Ağrı ilinin $3.350 \text{ kWh} \times 524.644 \text{ kişi} = 1.757.557.400 \text{ kWh}$ elektriğe ihtiyacı bulunmaktadır. Buradan yola çıkarak bölgede yer alan kaynağın ve kaynaktan elde edilecek elektrik enerjisi hesaplamaları yapılmıştır.

Ağrı ili Diyadin ilçesinde kurulması planlanan jeotermal santralin kurulu gücü 4MW olarak belirlenmiştir. İlk olarak 2 MW'lık olarak tasarlanan sistemde 14.000.000 kWh olarak elektrik üretimi gerçekleşmesi ile 6000 hanenin elektrik ihtiyacının karşılanması planlanmıştır. Yapılan saha araştırmalarında zemin sıcaklığı ve debi miktarları da göz önüne alındığında 4 MW olarak da tasarlanması söz konusu olmuştur. Bu güç ile de yılda 33.333.336 kWh elektrik üretimi gerçekleşecek olup bu miktar sayesinde 14.500 haneye kadar elektrik ihtiyacı karşılanacaktır. Ağrı ilinde bulunan 131.161 hanenin %11'inin elektrik ihtiyacı karşılanacaktır. Küçük kapasiteli seçilmesinin nedenlerinden biri yatırım maliyetlerinin oldukça yüksek olması durumudur.

Toplumsal ve sanayisel evrimin yaşandığı ülkemiz; ekonomik, politik ve turizm açısından oldukça önemli bölgesel güçtür. Bölgesel güç olma durumunda devam ederken enerji sektöründe giderek yerinin büyümesi, gelişen nüfusundan dolayı enerji tüketimi ve sanayisi için gerekli olan enerji ihtiyacı da artmaktadır. Ülkemizin enerji tüketim ve üretim verileri incelendiğinde talepte artma söz konusu olup büyüme devam ettikçe talep de artacaktır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın yapmış olduğu 2015-2030 yılları arasındaki enerji tahminlerinde %4,5'lik büyüme oranı ile artışın olacağını belirtmektedir. Kısıtlı kaynak olan fosil kaynaklardan elde edilen elektrik üretimi, nüfus ve gelişim projeksiyonlarına göre yetersiz olduğunu göstermektedir. Ülkemizin toplam elektrik tüketiminin büyük bir çoğunluğu alışılmış enerji kaynaklarından elde edildiği durumu göz önüne alındığında tüketim için gerekli enerjide dışa bağımlı olacaktır. Son zamanlarda yaşanan küresel enerji krizleri de göz önüne alındığında ülkemizin elektrik ihtiyacının alışılmış enerji kaynakları yerine alternatif enerji kaynaklarından karşılanması sürdürülebilir ve bağımsız ekonomisi için önemlidir. Yukarıdaki tablolarda verilen alternatif enerji kaynaklarından elektrik üretim kapasitesinin giderek artması durumu da elektrik enerjisi için gerekli teknoloji ve altyapının bulunduğunu işaret etmektedir. Ayrıca elektrik üretiminde hem devlet hem de serbest piyasanın satın alım garantisi vermesi de elektrige olan talebin oldukça önem arz ettiğini göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal enerji üretim sistemi daha fazla olması durumu da özellikle JES yatırımları sayesinde oluşturulacak kapasite ülkenin mevcut tüketimine faydalı olacağını tahmin edilmektedir.

2.6. Girdi Piyasası

Jeotermal kaynak oluşum 3 aşamaya bağlıdır.

1. Isı kaynağı (Deprem ve volkanik hattın üzerinde yer alan sıcak plaka)
2. Rezervuar (Isıyı taşıyan geçirgen kayaçlar)
3. Jeotermal akışkan (kaynaktan çıkan buhar ya da su bazlı sıvı)

Diyadin ilçesinde tektonik hareket sonucunda çöküntülerin oluşumundan meydana gelen bir yerleşim yeridir. Bölgede geniş alana yayılan jeotermal kaynak bulunmaktadır.

Çalışmaya konu jeotermal enerji santralinde elektrik üretiminde kullanılacak hammadde ve yardımcı maddelerin özellikleri incelendiğinde ana hammadde jeotermal kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Yatırım yeri Diyadin ilçesi olduğunda dolayı Doğu Anadolu Bölgesinin jeotermal kaynak olarak en önemli payına sahip bölgedir. Bölgede çok geniş alana yayılmış kaynak bulunmaktadır. Yoğunluklu ve elektrik üretimine uygun sıcaklıktaki kaynaklar Yılanlı, Köprü, Davutlu, Kuşburnu, Tazekent ve Mollakara bölgelerinde bulunmaktadır. Diyadin jeotermal sahasında rezervuarın tahmini sıcaklık aralığı 65-117 °C arasındadır. Kaynaktan elektrik enerjisi üretebilmek için kuyu başı sıcaklığı ve debi miktarı önemlidir. MTA tarafından 1998 yılından itibaren açılan kuyular en fazla 200 metre derinlikte olmuştur. Elektrik enerjisi için 1200-2500 metre derinliğe kadar ulaşmak gerekmektedir. Bölgede bu kapsamda sondaj çalışması yapılmadığından jeolojik, jeofizik araştırma ve gravite etütleri kapsamında öngörülen sıcaklık parametrelerinden yola çıkarak çalışma yapılmıştır. Diyadin ilçesinde yer alan kaynakların çoğu farklı sıcaklık değerlerine sahiptir. Bölge 1039 ha bir alana sahip olup yaklaşık 400 ha yerleşim yeridir. Diğer kalan alanın büyük bir bölümü jeotermal alandır. Alandaki rezerv miktarı incelendiğinde kullanılacak re- enjeksiyon sistem ile kaynağın kullanılarak belirli bir ısıda tekrar kaynağa aktarılması ile kaynağın elektrik üretim potansiyeli ve kaynak açısından yeterliliği mümkündür.

Ağrı ilinde jeotermal kümelenmesi sadece Diyadin ilçesinde olup bu zamana kadar jeotermal enerjisi ile elektrik üretimi yapan firma ya da girişim faaliyeti bulunmamaktadır.

Yatırıma konu jeotermal enerji tesisi değerlendirme sistemlerinde, elektrik enerjisi üretimi, ısıtma ve diğerlerinde birim üretim girdileri, yani birim üretim maliyet girdilerinin payları aşağıda belirtilen giderleri kapsamaktadır.

Elektrik enerjisi üretiminde: İşçilik, bakım, sistemin kendi iç elektrik tüketimi, kimyasal madde ve kuyuların bakım giderleridir (amortisman ve faizler hariç).

Jeotermal ısıtma sistemlerinde ise: Elektrik enerjisi gideri (iç tüketim), işçilik, bakım, kimyasal madde gideri olarak açıklanabilir. Bir başka türlü açıklanacak olunursa, işletme gelirin %25'i bakım + işçilik + elektrik enerjisi + kimyasal madde tüketim gideridir (amortisman ve faiz hariç).

Jeotermal üretim maliyeti diğer konvansiyonellere enerji kaynaklarına oranla düşük değerdedir. Bu maliyet, entegre sistemler söz konusu olduğu zaman, daha da düşmektedir.

Yatırım analizleri 5 kısımda incelenebilir:

- 1- Arama faaliyetleri (jeoloji, hidrojeoloji, jeofizik, jeokimya, sondaj, test),
- 2- Kuyudan üretim,
- 3- Üretimin kuyudan santrale (elektrik veya ısı) taşınması,
- 4- Santralde elektrik üretilmesi veya ısı enerjisinin kullanıma sokulması, üretimde akışkanın niteliği (buhar yüzdesi veya sıcak su) üretim ve taşıma maliyetini etkileyecek faktörlerdir.
- 5- Yöresel, yasal ve diğer teknolojik koşullar: İklim, kuyu derinlikleri ve mesafeleri, akışkanın sıcaklığı ve kimyasal özellikleri, santral tipi, atık akışkanın entegre kullanımı, vergiler gibi faktörlerde maliyet üzerinde etkendirler¹¹.

2.7 Pazar ve Satış Analizi

Avrupa Jeotermal Enerji Konseyi tarafından hazırlanan 2018 yılı Jeotermal Piyasa Raporuna göre, Avrupa'da kurulu jeotermal elektrik kapasitesi yılda 15 TWh'den fazla büyümekte ve üretmektedir. Yeni kapasite ilaveleri ile birlikte başta Türkiye'de olmak üzere 350 MWe yeni jeotermal elektrik kapasitesi devreye girmiştir. Her yıl devreye giren yeni tesis sayısı, son yıllarda ortalama %10'luk bir büyüme oranı ile yükseliş eğilimindedir¹².

Avrupa jeotermal enerji kurulu gücünde 2019 yılında yeni gelişmeler yaşanmıştır. Türkiye'nin, yeni projeleri devreye alması ile İzlanda'daki eski bir kurulumların güçlendirilmesi sonucu Avrupa jeotermal elektrik üretim kapasitesini 3,3 GWe'ye getirmiştir. 2019 yılında Avrupa genelinde toplam 130 jeotermal santral ile 2018 yılına göre %5'lik büyüme yaşanmıştır. 2019 yılı sonunda da Avrupa'da hala geliştirme aşamasında olan 36 tesis ile proje planlama aşamasında olan 124 tesis bulunmaktadır. Bu tesislerin faaliyete geçmesiyle tesis sayısının iki katına çıkabileceğini öngörülmektedir. Avrupa jeotermal enerji kurulu güç olarak baskın olan ilk 3 ülke Türkiye, İtalya ve İzlanda'dır.

2020 yılında ise Avrupa 139'dan fazla santral ile 3,5 GWe kurulu jeotermal elektrik kapasitesine sahiptir. Avrupa'da Türkiye birinci sırada yer alırken, dünyanın da en dinamik jeotermal enerji pazarı haline gelmiştir. Avrupa'da 2020 yılı için Türkiye dışında hiçbir ülke yeni bir jeotermal işletmeye almamıştır. 2020 yılında kurulu kapasite açısından ilk üç sırada ABD, Endonezya ve Filipinler yer almaktadır. Türkiye ise son zamanlarda tarife garantisinin genişletilmesi, satın alım garantisi durumu ile jeotermal enerji olarak genişlemeye devam etmektedir.

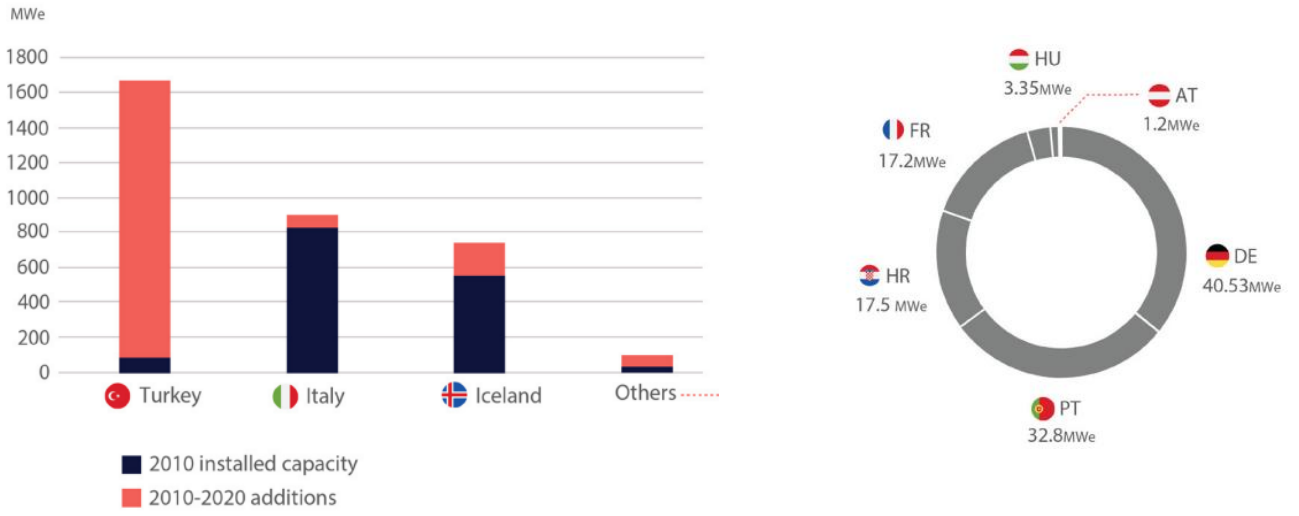
Elektrik endüstrisinin yeni pazarlarda konsolide edilmesi ve yerleşik pazarlarda büyüme durumu jeotermal santraller bu pazarın olumlu seyrini sürdürdüğünü göstermektedir.

Avrupa jeotermal enerji kurulu güç bakımından 2010-2020 yılları arasındaki gelişmeler değerlendirildiğinde, sürekli büyümenin seyrettiği on yıllık dilim olmuştur.

¹¹ Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu, 2001

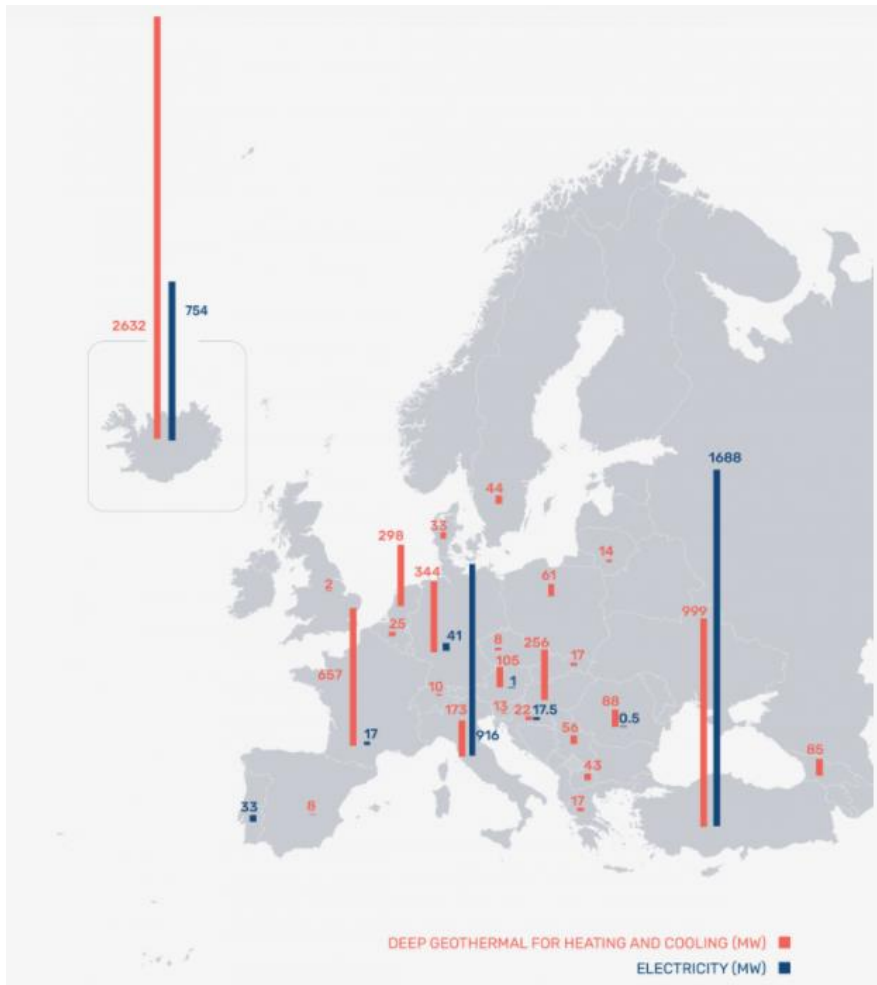
¹² Avrupa'da Jeotermal Pazar Yönelimleri ve Risk Değerlendirmesi

Şekil 8. 2010 ve 2020 yıllarında Avrupa'daki ülke başına jeotermal elektrik kapasitesinin karşılaştırılması



Kaynak: Avrupa Jeotermal Enerji Konseyi (EGEC) Jeotermal Piyasa Raporu, 2020

Şekil 9. Avrupa Ülkelerinin Elektrik ve Bölgesel Isıtma için Kurulu Güç (MW), 2020



Kaynak: Avrupa Jeotermal Enerji Konseyi (EGEC) Jeotermal Piyasa Raporu, 2020

Sektör sürekli olarak büyümesine bazı konularda da sıkıntı yaşanmaktadır. Jeotermal enerji kurulum gücünden faydalanabilmek için daha fazla tanıtılmaya, teknolojik gelişimlerden yararlanılmaya ihtiyacı vardır. Öncelikli olarak jeotermal enerji üretiminde olumsuz çevresel etkilerin oluştuğu önyargısı, yeni ileri teknolojilerin kaynağa zarar vermeden sürdürülebilir üretim sağlamalarına yönelik güncel çalışmalara karşı bilgi eksikliği, yanlış kuyu ve iletim hatları sonucu kaynağa zarar verilmesi ve yatırım maliyetlerinin yüksekliği gibi unsurlar konusunda sıkıntı yaşanmaktadır.

Tüm bu sıkıntılara rağmen jeotermal enerji kurulu gücünde yaşanan büyüme önem arz etmektedir. Ülkemizin elektrik enerjisi tüketimi için dışa bağımlılığı, sanayisel gelişmeler için elektrik talebinin artması, elektrik piyasasındaki fiyatlarının sürekli artış göstermesi durumu göz önüne alındığında jeotermal kaynaktan elektrik enerjisi üretim proseslerinde yaşanan teknolojik ilerlemeler sayesinde ülkemizdeki potansiyel olabilecek 90 °C kadar olan sıcaklıklardaki her kaynaktan enerji elde edebilme imkânı bulunmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesindeki jeotermal kaynağın en önemli payına sahip olan Diyadin ilçesinin mevcut kaynak analizine göre 1200 metre derinliğe kadar 140 °C sıcaklığa ulaşılmakta olup kuyu başı için en düşük 90 °C sıcaklığa kadar ulaşılmaktadır. Bu durumda bu alanda jeotermal enerji alanında kurulu güç elde edilmesinin mümkün olacaktır. İlçede mevcut durumda artezyen şeklinde çıkan doğal kaynak ya da 200 metreye kadar açılan kuyular sayesinde konutların ve işletmelerin ısıtması, sera ve kaplıca faaliyetleri kapsamında kullanılmaktadır. İlçede 1998 yılında ilk olarak ilçedeki konutların ısıtılması için kullanım başlamış ve konutlara aktarılan su sıcaklığı 65 °C üzerinden yapılmıştır. 150 konutun ısıtılması ile başlanmış olup 2015 yılında 600 konuta kadar ulaşılmıştır fakat sistemin bu zamana kadar çalışmasından dolayı yıpranması ve yıpranan alanların bakım çalışmaları nedeniyle konut ısıtma miktarı azalmıştır. Isıtma çalışmaları kapsamında ser faaliyetlerinde yatırım maliyetinde önemli bir paya sahip ısıtma sistemi içinde jeotermal kaynaktan yararlanılması planlanmıştır. İlk olarak 8 etap sera kurulumu yapılmıştır. Seralarda ısıtma yetersizliği yüzünden 1998 yılında kurulanlar âtil olmuştur. Son zamanlarda ise sadece domates üretimine yönelik jeotermal kaynaklı ısıtmanın kullanıldığı 2 adet sera bulunmaktadır. Devlet destekli olarak Davut köyü mevkiinde 33 adet seranın hayata geçirilmesiyle jeotermal kaynaktan kullanım sağlanarak kalkınmada etkin rol oynayacaktır. Bölgede sağlık turizmi termal tesis kapsamında kullanımda mevcuttur. Şu anda aktif olarak yaklaşık 4 tesis bulunmakta olup bu tesislerin hizmet kalitesi ve altyapı açısından yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Diyadin ilçesi 1039 hektar olup, kaynaklar geniş alana yayılmıştır. Yılanlı, Köprü, Davutlu, Kuşburnu, Tazekent ve Mollakara bölgelerinde önemli sıcak su kaynağı bulunmakta olup elektrik enerjisi üretimi için bu bölgelerden birinin seçilmesi yeterli olacaktır. Tesis için öngörülen elektrik üretimi için yaklaşık 90-117 °C sıcaklık, 400-600 ton/h su kapasitesi yeterli olacaktır. Bölgenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları değerlendirildiğinde kapasiteye ulaşılması mümkündür.

Yatırıma konu olan jeotermal enerjisinden elektrik üretimi diğer enerji türlerine göre daha avantajlı ve ekonomiktir. Bunun en önemli nedeni sistemin sürekli olarak çalışması ve daha fazla elektrik üretmesidir. Bölgede rüzgar, güneş vb. enerjilerden yararlanılması rakım yüzünden uygun değildir var olan kaynağın kullanılarak elektrik enerjisi üretimi ile piyasadaki diğer yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretiminde daha fazla üretim ve çevre koşullarından etkilenmeyen sistemi sayesinde avantaj kazanacaktır.

Elektrik enerjisi üretimi ciddi etüt çalışmalarını, işletme güvenliği konularını ve enerji politika ve stratejilerini kapsadığı için oldukça ciddi yasal süreçler gerektirmektedir. Üretilen elektrik, gerekli olan izin, ruhsat ve belgelendirmeler ile birlikte kayıt altına alınmaktadır. Öncelikli olarak JES kurulumunda, yaşam alanlarından uzak olacak şekilde kurulmalı, kaynaktan çekilen jeotermal akışkanla birlikte gelen gazların atmosfere salınmaması ve akışkanın yerüstüne deşarj edilmemesi zorunludur.

Elektrik piyasasında tüm piyasa faaliyetleri, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan (EPDK) alınacak lisanslar kapsamında yürütülmektedir. Bu çerçevede; jeotermal kaynağa dayalı elektrik üretmek isteyen tüzel kişiler de EPDK'dan üretim lisansı almak zorundadır.

Destek mekanizmalarından faydalanmak amacı ile YEKDEM sistemine de kayıt olunacağı için pazarlama konusunda büyük ölçekli çalışmalara ihtiyaç duyulmayacaktır. YEKDEM EPDK tarafından verilen Enerji Piyasası İşletme Lisansına sahip Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi (EPIAŞ) tarafından işletilmektedir. Üretim lisansına sahip işletmeler alıcı ve satıcının eşleştirildiği enerji borsası niteliğindeki EPIAŞ'a kayıt olarak üretimlerini ve taleplerini bildirip müşteri veya tedarikçi bulabilmektedir. EPIAŞ'ın başlıca faaliyetleri, piyasa işletim lisansında belirtilen enerji piyasalarını etkin, şeffaf ve güvenilir bir şekilde planlamak, oluşturmak, geliştirmek ve işletmektir¹³.

Tablo 31. Beş Yıllık Üretim Miktarı ve Satış Miktarı

Yıllık Üretim Miktarı

4MW'lık tesisin 500 kw kendi iç tüketimi için kullanılacaktır.

| Yıllar | 1. Yıl kwh | 2. Yıl kwh | 3. Yıl kwh | 4. Yıl kwh | 5. Yıl kwh |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Elektrik Enerjisi Üretimi | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 |

Elektrik kw/h 1,5 TL olarak hesap edilmiştir.

Yıllık satış Miktarı

| Yıllar | 1. Yıl TL/yıl | 2. Yıl TL/yıl | 3. Yıl TL/yıl | 4. Yıl TL/yıl | 5. Yıl TL/yıl |
|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Elektrik Enerjisi Üretimi | 50,000,004.00 | 56,666,671.20 | 60,000,004.80 | 63,333,338.40 | 66,666,672.00 |

¹³ EPIAŞ, "Enerji Piyasaları İşletme A.Ş., 2021

3. TEKNİK ANALİZ

3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

Yatırıma konu olan jeotermal enerji santrali kurulumu için jeotermal kaynağın varlığı en önemli etkidir. Türkiye'deki dağların oluşumu orojenik ve volkanik hareketler sonucudur. Buna bağlı olarak bulunduğu Alp-Himalaya dağ oluşum kuşağı nedeniyle orojenik ve volkanik hareketlerin çok aktif olması sebebiyle jeotermal kaynak bakımından büyük bir potansiyeli vardır.

Türkiye, aşağıda verilen jeotermal enerji haritasına bakıldığında zengin jeotermal kaynaklara sahip olduğu gözlemlenmektedir. Türkiye'de aktif faylara ve volkanizmaya bağlı olarak en çok Ege Bölgesi olmak üzere, Kuzeybatı, Orta Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde birçok jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu durum jeotermal kaynak potansiyeli açısından Avrupa'nın 1., dünyanın ise 7. ülkesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'de jeotermal kaynağın doğrudan (ısıtma, kaplıca, sera) veya dolaylı (elektrik enerjisi) olarak kullanımında MTA'nın verilerine göre %78'lik dilimle Ege bölgesi potansiyelini çok yönlü değerlendirirken %5'lik dilime sahip Doğu Anadolu bölgesi sadece ısıtma ve sera kullanımı yapmaktadır. Ağrı ilinin Diyadin ilçesinde bulunan jeotermal kaynağın mevcut potansiyelinin katma değer yaratacak şekilde değerlendirilmesine konu olan jeotermal enerji santrali ile elektrik enerjisi elde edilmesi planlanmıştır. Bu kapsamda öncelikli olarak jeotermal enerji santrali için kuruluş yeri önem arz etmekte olduğundan yatırımın kuruluş yeri analiz edilmiştir.

Resim 4. Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritası



Kaynak: MTA

Yatırım konusunun il ve ilçe açısından önemi incelendiğinde; jeotermal enerji tesisi için kuruluş yeri seçimi maliyet açısından oldukça önem arz etmektedir. Mevcut jeotermal enerji santrallerinin kuruluş yerleri gözlemlendiğinde tesisin jeotermal kaynağı sahasına yakın olduğu gözlemlenmiştir. Bu kriterler ışığında jeotermal enerji santrali kurulumu için Ağrı ili sınırları içerisinde jeotermal kaynak bulunan Diyadin ilçesi yatırım yeri olması öngörülmüştür. İlçenin mevcut yapısı değerlendirildiğinde ilçe tektonik ve epirojenik hareketler sonrasında çöken çukur alanı içerisinde yer almakta olduğu gözlemlenmiştir bu durumda jeotermal enerji için gereken özellikleri bulundurduğunu göstermektedir. Diyadin ilçesi, Ağrı

merkezinine 60 km, Doğubayazıt ilçesine ise yaklaşık 50 km uzaklıkta yer almaktadır. Ağrı ili yüksek bir rakıma sahip olmasından dolayı Diyadin ilçesi de tektonik hareketler sonrasında oluşan çöküntülerle birlikte yükselti alanlarında farklılıklar bulunmaktadır. Bu hareketlerin sonucunda bölge, jeotermal kaynaklara sahiptir. Doğu Anadolu Bölgesinin jeotermal kaynak payındaki en önemli paya sahip olan Diyadin ilçesi, yer oluşum hareketleri sonucunda oldukça zengin jeotermal kaynağa sahip bir bölgededir. Bölgede ilçe merkezine yakın mesafelerde sıcaklık dereceleri farklılık gösteren birçok kaynak bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; Köprü Kaplıcası (50°C), Yılanlı Kaplıcası (40 °C), Tazekent Kaplıcası (42-44 °C), Davut Kaplıcası (35-60 °C)'dir. Kaplıcaların bulunduğu arazi engebeli olması nedeniyle oldukça geniş alana yayılmış olup kaynak suları sonucu kalker ve travertenler oluşmuştur. Bölgedeki kaynaklardan çıkan suların sağlığa yararlı olması durumu söz konusu olduğundan bölge ağırlıklı kaplıca hizmeti olarak değerlendirilmektedir. Kaplıca hizmeti açısından bölgedeki hizmet altyapısının ve kalitesinin de yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Kaynaklardan ayrıca konutların ve işletmelerin ısıtılması ve seracılık faaliyetleri konusunda yararlanılmaktadır.

Resim 5. Diyadin ilçesindeki Jeotermal Kaynak Çıkış Örneği



İlçedeki jeotermal kaynağı incelendiğinde ise MTA tarafından açılan kuyular ve son durum değerlendirmesi yapılmıştır. AD-1 sondajı, Diyadin Belediyesi ile MTA Genel Müdürlüğü arasında yapılan sözleşme gereği, Diyadin ilçesinin ısıtılması amacıyla akışkan temini için açılmıştır. 400±50 m olarak planlanan sondajda, lokasyon hazırlıkları bitirildikten sonra 30.05.1998 tarihinde ilerlemeye başlanmış, ancak 02.06.1998'de 107. m'de yüksek oranda gaz ve su gelişiyile karşılaşmıştır. Yapılan tüm çalışmalara rağmen geliş önlenememiş ve kuyu bu metrede, 18.06.1998 tarihinde teçhizatsız olarak terk edilmiştir.

Daha sonra Davut kaplıcaları civarında 400±50 m olarak AD-2 kuyusunun açılması planlanmıştır. 20.07.1998 tarihinde ilerlemeye başlayan AD-2 sondajı da 21.08.1998'de 77. m'de bitirilmiştir. AD-2 kuyusu üretim ve test ölçümleri yapıldıktan sonra 27.08.1998 tarihinde düzenlenen bir tutanakla ilgililere teslim edilmiştir. AD-1 sondajının lokasyon alanı Ağrı ili, Diyadin ilçesi, Yılanlı Çermik mevki'inde, AD-2 sondaj ise Davut Çermik mevkiinde gerçekleşmiştir. 2000 yılından sonra 12 tane daha kuyu açılmıştır. MTA tarafından açılan kuyuların sıcaklık dereceleri 60-78 °C aralığındadır. Açılan kuyuların derinlik ve debi miktarları göz önüne alındığında elektrik enerjisi üretimine yönelik jeotermal santral için bu kuyular yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır.

Burada elektrik enerji üretimine uygun kaynağın tespiti önem arz etmektedir. Saha gözlemleri sonucunda ilinde rakımı göz önüne alındığında yeni bir sondaj ve kuyu işlemi söz konusudur. Jeotermal

Enerji Santrali için öncelikle yer seçiminde dikkat edilecek unsurlar bulunmaktadır. Bunlar öncelikli olarak bölgede jeolojik, jeofizik, jeokimyasal çalışmalar ve arama faaliyetlerini kapsamaktadır. Bu çalışma sonucunda jeolojik yapı, ısıtıcı kaya, rezervuar ve gravite etüdü ile kaynak hakkında bilgi sağlanacaktır. Diyadin ilçesinde sadece MTA tarafından belirli bir derinlikte ve alanda çalışma yapıldığından yeniden bu çalışmanın yapılma durumu gereklidir. Bu çalışmadan sonra kazı ve sondaj işlemlerine geçilecektir. Sondaj aşamasında kuyu sondajı, üretim ve re-enjeksiyon kuyuları ve kuyu testleri yapılmalıdır. Kuyu ve sondaj çalışmalarına ilişkin teknik bilgi üretim teknolojisi kısmında aktarılmıştır. Sondaj çalışmalarından sonra ise iş geliştirme ve fizibilite çalışmaları yer almalıdır. Tüm ön hazırlıklar tamamlandıktan sonra temel enerji ekipmanların temini, yapım işi çalışmaları ve üretim kısmına geçilecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerji üretiminde temel nokta kaynağın üretim yerinde bulunması ve sürdürülebilir olması durumudur.

Yatırım yeri olarak belirlenen Ağrı ilinin yatırım öncesi durumu incelediğinde yatırım için olması gereken ve ulaşılan parametreler şöyledir. TRA2 bölgesi olarak geçen Ağrı alt bölgesinde yer alan Ağrı ilinde hizmet, madencilik, imalat ve hayvancılık sektörleri ön plandadır. İl ve ilçelerde imalat-tarım sanayi yeterince gelişmemiş olup gelişmesi için devlet destekli projeler yapılmaktadır. Yatırım için öngörülen Diyadin ilçesi hem turizm hem de tarımsal ekonomide tetikleyici kalkınmayı sağlayacak jeotermal enerjinin varlığına sahiptir. Bölgede jeotermal kaynak kullanımı ise açılan kuyular ile konutların ve işletmelerin ısıtılmasında, seralarda ve kaplıca(termal) turizmde kullanılmaktadır. Bu alanda jeotermal kaynaktan elektrik enerjisi üretimi hiç söz konusu olmamıştır. Elektrik enerjisi üretimi için gerekli çalışmaların da istenilen derinliklerde yapılmadığı gözlemlenmiştir. Yatırıma konu olan jeotermal enerji santrali için bölgedeki var olan kaynaklardan elektrik enerjinin üretilmesinin uygulanabilir olup olmadığının çalışması yapılmaktadır. Bölgede jeotermal kaynaktan elektrik enerjisinin üretimi ile kurulu güç elde edilmesi bölgenin gelişimi tetikleyici unsur olacaktır.

Jeotermal enerji santrali tesisi için kurulması gereken arazi tercihleri, arazinin durumu, fiziksel altyapısı (ulaşım, haberleşme olanakları, su-elektrik-doğalgaz vb.), yatırımda gerekli insan gücü, makine yeterliliği ve teknolojik altyapısı durumundan da incelenmesi önem arz etmektedir.

1.Arazi Tercihleri: Yatırım analizi ve proje yönetimi açısından stratejik bir karar olan kuruluş yeri seçimi, üzerinde önemle durulması gereken bir aşamadır. İşletmeler bu aşamada pek çok kuruluş yeri alternatifini değerlendirmekle birlikte bu alternatifler arasından herhangi birini seçmek için kuruluş yeri seçiminde önemli olan kriterleri de göz önünde bulundurmaları durumundadırlar.

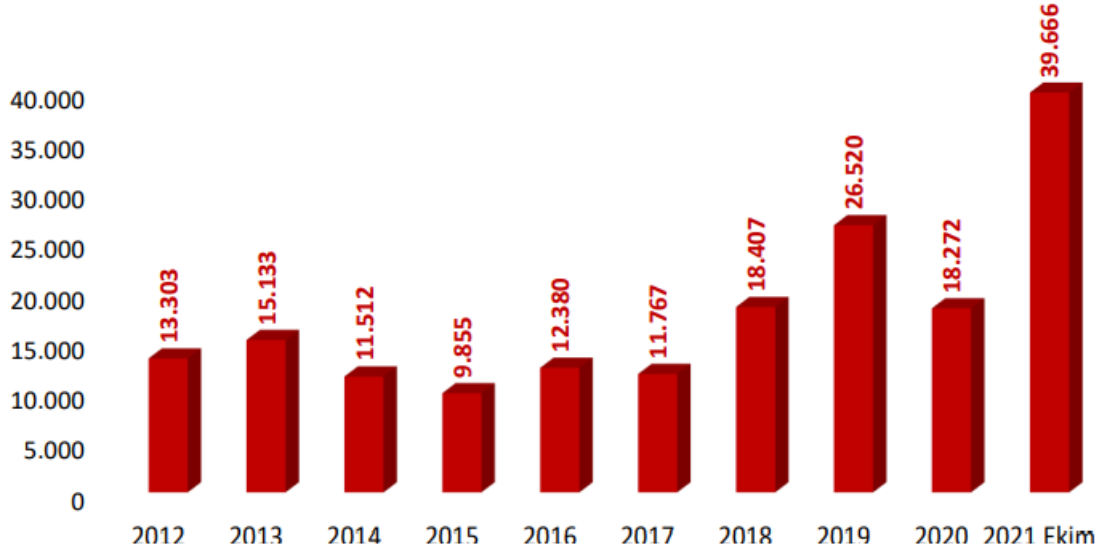
| Kriterler | Önem Sırası |
|---------------------|-------------|
| Hammaddeye yakınlık | 3 |
| Pazara yakınlık | 4 |
| Enerji maliyeti | 2 |
| Altyapı olanakları | 1 |
| İşgücü olanakları | 5 |

2.Arazi Durumu: Yatırım kapsamında kurulacak jeotermal enerji santrali için 2 dönüm alan gerekli olup, bu alan için öngörülen arazi, Diyadin ilçesinde bulunan jeotermal kaynağa yakın olan hazine arazilerinden tercih edilerek arsa tahsisi yapılacaktır.

3.Fiziksel Altyapı Durumu: Diyadin ilçesinde konutların ve işletmelerin ısınması jeotermal kaynaktan doğrudan sağlanmaktadır. İlçenin su ve elektrik altyapısı bulunmaktadır. Yatırım için ulaşım ağı incelendiğinde gerekli bakım-onarım, personel gidiş-gelişleri vb. durumlar için karayolu ve hava yolu ulaşımı bulunmaktadır. Yatırım için gerekli olan fiziksel altyapı yeterlidir.

4.Gerekli İnsan Gücü: Yatırıma konu olan elektrik enerjisi üretimi için bölgenin insan kaynakları açısından incelendiğinde ise tesiste çalışacak personellerin yeterlilikleri açısından bölgeden personel sıkıntısı yaşanmayacağı görülmüştür. Türkiye İş Kurumu'nun (İŞKUR) her il için yıllık olarak hazırlanan iş gücü piyasa raporları incelendiğinde 2021 yılı Ekim sonu itibariyle Ağrı ilindeki kayıtlı işsizlerin sayısı 39.666 iken bu kişilerin içinde kadınların oranı yüzde 17,1; 18-24 yaş arası gençlerin oranı ise yüzde 15,4 seviyesindedir¹⁴.

Tablo 32. Ağrı ili Yıllar İtibariyle İŞKUR Kayıtlı İşsiz Sayıları



Kaynak: İŞKUR, İşgücü Piyasa Araştırması Ağrı İli, 2021

Elektrik üretim tesisinde çalıştırılmak üzere istihdam edilecek personellerin alanları elektrik-elektronik, jeoloji, maden veya enerji mühendisi, tekniker, usta, idari personel ve işçi olarak ayrılmıştır. Personellerin istihdam sürecinde mühendisi ve idari personel olarak belirlenen muhasebe ve pazarlama için lisans şartı aranacaktır. Ağrı ili İŞKUR Müdürlüğü tarafından yapılan iş gücü piyasası araştırma raporuna göre ilin yatırım için gerekli insan gücü bölgeden karşılanabilecek yeterliliktedir. Yatırımın yeri için alanı teknolojik alt yapısı üretim için talep edilen niteliktedir.

5.Üretim ve Teknolojik Altyapı Durumu: Ağrı ilinde AR-GE konusunda çalışmaya yapan kurum olarak sadece Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) bulunmaktadır. Ağrı ilinde Ar-Ge, Tasarım Merkezi ve Teknopark bulunmamaktadır.

3.2. Üretim Teknolojisi

Elektrik üretiminde çevreci ve sürdürülebilir bir yaklaşım prensibi ile çalışan yenilenebilir enerji yatırımlarından olan ülkemizdeki zengin jeotermal kaynaklardan faydalanılmamızı sağlayan jeotermal enerji sistemidir.

Jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır. Düşük (20-70°C) sıcaklıklı sahalardan başta ısıtıcılık olmak üzere, doğrudan kullanım alanlarında faydalanılırken; orta sıcaklıklı (70-150°C) ve yüksek sıcaklıklı (150°C'den yüksek) sahalar ise elektrik üretimi ve re-enjeksiyon koşullarına bağlı olarak entegre şekilde ısıtma uygulamalarında da kullanılabilme imkanları bulunmaktadır.

¹⁴ İşgücü Piyasası Araştırması Ağrı İli 2021 Yılı Sonuç Raporu (<https://media.iskur.gov.tr/52043/agri.pdf>)

Günümüzde jeotermalden elektrik enerjisi elde etmek için kullanılan 3 sistem bulunmaktadır. Bunlar sıcak su sistemi, kuru buhar sistemi ve sıcak kuru kaya sistemleridir. Sıvı ağırlıklı sistemler buhar ağırlıklı sistemlerden çok daha yaygındır. İncelenen 100 jeotermal kaynak arasında %10'unun buhar ağırlıklı, % 60'ının sıvı ağırlıklı ve % 30'unun sıvı olduğu görülmüştür¹⁵.

1-Sıcak su sistemi

Derindeki hazne kaya içerisinde, yüksek sıcaklıkta ve basınç altında, erimiş kimyasal madde bakımından çok zengin, farklı kimyasal özellikte sular bulunmaktadır. Bu tür sistemlerden sondajlarla yeryüzüne çıkarılan sıcak su + buhar karışımından elde edilen buhardan, elektrik enerjisi üretilmekte, buharı alınmış atık sıcak su ise diğer ısıtma sistemlerinde kullanılmakta veya yeraltına basılmaktadır. Yaş buhar, buhar yüzdesinin ve entalpisinin yüksek olması durumunda elektrik üretimi için daha verimli olmaktadır.

2-Kuru buhar sistemi

Elektrik üretimi için en elverişli jeotermal kaynaklar, yüksek sıcaklıklı ve yüksek entalpili kuru buhar sistemleridir. Bunların sıcaklıkları 250°C – 380°C arasında değişmektedir. Çok az nemliliğe sahip buhar, kızgın kuru buhar olarak tanımlanmaktadır. Buhar esaslı sistemler, sıcak su sistemlerinden farklı olarak, çok fazla ısınmış, nem miktarı az, sıcaklığı yüksek buhar üretirler. Bu tür buhar, bir enerji kaynağı olarak doğrudan jeotermal santrallere gönderilerek elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

3-Sıcak kuru kaya sistemi

Özellikle genç aktif volkanik kuşaklarda, jeotermal gradyanın çok yüksek olduğu bölgelerde bulunan, sıcak su içermeyen yüksek sıcaklığa sahip kızgın, kuru kayalar bulunmaktadır. Bu tür sistemlere soğuk su basılarak sıcak su + buhar karışımı alınmakta ve bu, bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Ağrı ili Diyardin ilçesinde kurulması planlanan jeotermal enerji santrali elektrik üretim sistemi olarak hava soğutmalı binary sistem kullanımı öngörülmüştür çünkü jeotermal kaynaktaki akışkan sıcaklık derecesine göre jeotermal santral sistemi değişkenlik göstermektedir. Maden Teknik Arama kurumunun bölgedeki çalışmaları sonucunda açılan kuyulardan bağımsız olarak elektrik enerji üretimi için gerekli olan sıcaklık ve derinlik ihtiyacına göre sistem belirlenmiştir.

Yatırıma konu olan jeotermal enerji santralinin elektrik üretimi için seçilen binary sistemde yeraltından çekilen jeotermal akışkan kapalı bir sistemde dolaşacak, böylece hem içeriğindeki maddeler herhangi bir kirliliğe sebep olmayacak hem de dışarıyla teması olmayacağından yeraltı suyunun kirlenmesi de söz konusu olmayacaktır.

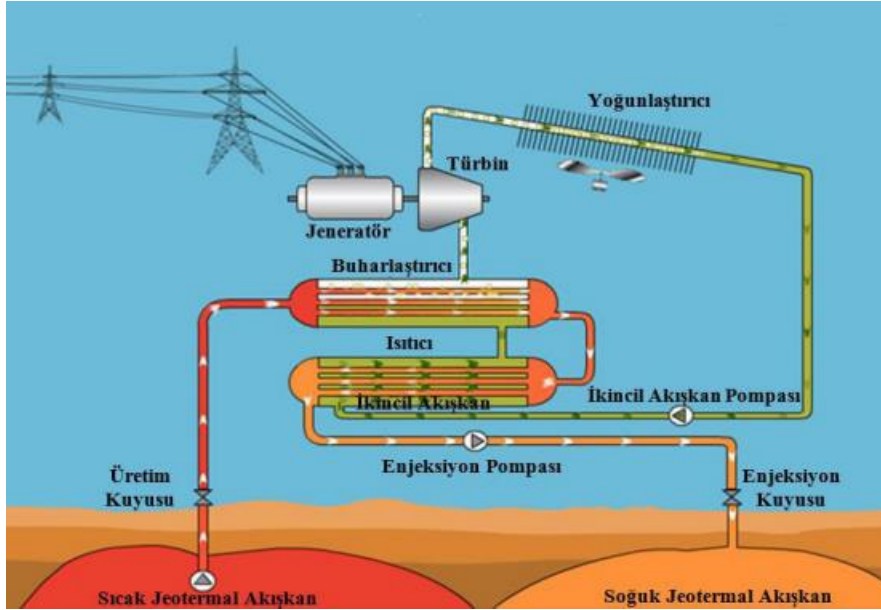
- ✓ Soğutma aşamasında hava kullanılması nedeni ile proseste su kullanımı olmaması
- ✓ Buharlaştırıcıdaki ikincil akışkanın (pentan) kapalı devre döngüde olması alıcı ortama karışmasını engelleyecek; bakım onarım sırasında servis tarafından kontrol edilecek olması sahada depolama ihtiyacını azaltması
- ✓ Kullanılan tüm yeraltı akışkanı rezervuara geri basılarak hem enerji kaynağının yenilenebilirliği sağlanacak hem de yerüstü çevreye etki minimize edilmesi amaçlanmıştır. Jeotermal enerji sistemlerinin ömrünü belirleyen bir diğer etken kaynak yeterliliği ve kullanılabilirliğidir. Alandaki termal su, re-enjeksiyon kuyuları vasıtasıyla geri basılmak suretiyle alanın jeotermal varlığının korunması ve sürekliliğinin sağlanması planlanmıştır.

Binary sistemli jeotermal enerji santrali, iki sisteme ayrılmış süreçten elektrik enerjisi üretmektedir. Çalışmada jeotermal akışkanının ön ısıtması söz konusudur ve 20–150°C veya 85–170°C sıcaklık aralığına sahip jeotermal kaynaklar için ikili konfigürasyonlar için çok uygundur. Daha yüksek bir sıcaklık

¹⁵ Mehmet KANOĞLU; "Jeotermal Elektrik Üretim Sistemleri ve Kojenerasyon", Jeotermal Enerji Semineri

aralığı, çalışma sıvısının termal stabilitesini sağlarken, daha düşük sıcaklıklar, tekoekonomik ve finansal faktörler açısından daha uygundur. Ayrıca, güç üretim ekipmanı ile jeoakışkan arasında bir temas olmadığı için korozyon ve ölçeklenmenin etkileri yüksek sıcaklıkta belirgin değildir. Geleneksel bir Rankine çevrimi altında, ikili sistemdeki ikincil akışkanın (çalışma akışkanı) işlevselliği vardır ve ikili çevrim, çalışma akışkanının organik yapısından dolayı Organik Rankine Çevrimi (ORC) olarak tanımlanmaktadır.

Resim 6. Hava Soğutmalı Binary Sistemi



Planlanan enerji santralinde Hava Soğutmalı Binary Sistemi çalışma prosesi;

1. Aşama: Yeraltından çekilen jeotermal akışkan ön ısıtıcıya alınır ve ön ısıtıcıda kullanılan düşük kaynama noktasına sahip organik ikincil akışkanı ısıtarak buharlaştırır.
2. Aşama: Jeotermal akışkanın enerjisiyle buharlaşan organik sıvı, türbini çalıştırdıktan sonra hava ile soğutulan yoğunlaştırıcıda yoğunlaşır.
3. Aşama: Yoğunlaşan sıvı pompa yardımıyla ön ısıtıcıya geri döndürülür ve kapalı sistem döngü tamamlanmış olur.
4. Aşama: Türbinin çalışmasıyla jeneratörlerden elektrik üretimi sağlanırken ısıyı alınarak soğuyan jeotermal akışkan rezervuara geri basılır.

Bu sistemin tercih edilmesinin en önemli etken ise, ülkemizdeki gibi düşük – orta entalpili kaynaklardan enerji üretimine olanak sağlamasıdır. Ayrıca bu santraller, buhar santrallerine göre çok daha pratik olup, ekonomik ve teknik avantajlara sahiptir. Her şeyden önemlisi, büyük alanlar kaplamamakta, daha basit bir teknoloji gerektirmekte, bir yerden bir yere taşınabilmekte, her türlü jeotermal kaynaktan elektrik üretilebilecek şekilde imal edilmektedir. Bu tür santraller için 80°C-180°C arasında değişen sıcaklığa sahip jeotermal kaynaklar ile 1-10 bar arasındaki düşük basınçlı doğal buhar yeterli olmaktadır. Ağrı ili Diyadin ilçesindeki jeotermal kaynağında sondaj sonrası sıcaklık değerleri ve bar sonuçları bu sistemin ideal olduğunu ortaya koymaktadır.

Proje kapsamında ilk aşamada kurulacak 4 MW Jeotermal Enerji Santralinde yıllık 33 GWh brüt elektrik üretimi gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Üretilen elektriğin santral sahasına kurulacak Dağıtım Merkezi (DM) ile Diyadin Trafo Merkezi arasında tesis edilecek olan orta gerilim nakil hattıyla aktarılması planlanmaktadır.

Sahada MTA tarafından yapılan jeolojik yapı ve jeofizik etüt raporları inceleme sonuçlarına göre elektrik enerjisi üretimi için yeni bir kuyu ve sondaj çalışması gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. Ağrı ilinin rakımı da göz önüne alındığında bölgede olan 12 kuyunun elektrik üretimi için yetersiz olduğu ortadadır. Sondaj sonucunda yaklaşık 1000-1200 m derinlikte 140-117°C sıcaklıktaki akışkana ulaşılması ve planlanan üretimden sonra 40 – 60°C ile re-enjekte edilmesi öngörülmektedir. Yapılacak sondaj çalışması kapsamında 80 cm genişliğindeki çapta kuyu açımı yapılacak ve kuyu derinliğine inerken matkabın çapı küçülecek ve 1100 m derinlikteki 140°C dereceye ulaşılacaktır. Sondaj işleminden sonra boru hattı döşenecek olup 1100 m iken 140°C olan su sıcaklığı, 650 m de 120 °C ve 200 m olan kuyu başında çamur sıcaklığı 117 °C olacaktır.

Planlanan üretim için kullanılacak hammadde yeraltından çekilecek Jeotermal akışkandır. Proje alanında yapılacak sondaj çalışmasından sonra kullanılacak 1000-1100 m derinlikteki kuyulardan ilk aşamada kurulacak 4 MWe kapasite için yaklaşık 46 lt/sn debiyle jeotermal akışkan çekilmesi ve ısı değiştiricilerde enerjisi alındıktan sonra re-enjekte edilmesi planlanmıştır.

Proje kapsamında açılacak üretim kuyularının verimliliğine bağlı olarak her aşamada kullanılacak jeotermal akışkan debilerinde sapmalar olabilecektir. Proje tamamlandığında 4 MWe kapasiteli Santral için jeotermal kuyulardan toplam 46 lt/sn debide jeotermal akışkan çekilmesi ve kapalı devre üretim prosesinin tamamlanmasından sonra tamamının açılacak re-enjeksiyon kuyularına geri basılması planlanmıştır.

JES Kurulumu için Yapılacak Çalışmalar;

1-Jeotermal üretim sondajı işleminde sırasıyla arazinin hazırlanması, cellar çukurunun açılması, kulenin yerleştirilmesi, çamur havuzunun açılması, sondajın gerçekleştirilmesi, kuyu tamamlama testlerinin yapılması, sondajın bitirilmesi ve transfer borularının döşenmesi işlemleri gerçekleştirilecektir.

Sondaj Çalışması

Sondaj esnasında ve tüm ünitelerin inşası sırasında yeraltı suyu ile sondaj akışkanının karışma ihtimali, uygun imalatlar yapıldığı taktirde söz konusu değildir. Ayrıca sondaj akışkanı delgi sırasında delgi çukurunun cidarını sıvayarak geçirimsiz bir kek tabakası oluşturacaktır. Bu sayede delgi çukurunda çöküntüye sebebiyet verecek bir durum oluşmayacaktır. Sondaj işlemleri sırasında, kuyuya indirilen muhafaza boruları, rezervuarın üstüne kadar çimentolama işlemi olup sondaj sıvısı veya jeotermal akışkanın yeraltı suyuna karışma olasılığı yoktur. Proje kapsamında kuyu açılması ve tüm ünitelerin inşası sırasında soğuk yeraltı su akiferlerine zarar vermeyecek gerekli tedbirler alınacaktır.

Proje kapsamında bentonit kullanımı olmayacaktır. Sondaj işlemleri sırasında, oluşabilecek atık çamur ve açığa çıkan jeotermal sıvı için sisteme uygun kuyu lokasyonlarının kenarında zemin geçirimsizliği sağlanmış çamur havuzu yapılarak bu havuzda toplanacaktır.

Kuyuda sondaj işlemleri tamamlandıktan sonra, kuyudan üretilmesi planlanan jeotermal akışkanın fiziksel/ kimyasal özelliklerini ve rezervuar parametrelerini belirlemek amacıyla üretim/re-enjeksiyon kuyularında kısa süreli (2-3 gün) test çalışmaları yapılmalıdır.

Bu kısa dönem test işlemleri sırasında kuyuları toplam olarak yaklaşık 24 saat süresince üretime alınacaktır. Toplam 24 saatlik üretim testi sırasında kuyulardan üretilen jeotermal akışkan, test sisteminde yer alan "silencer-savak" sisteminden geçirilerek "Mud Pit" olarak adlandırılan çamur havuzlarına alınacaktır. Sondaj işlemleri sırasında kullanılan çamur havuzları test süresince birikecek jeotermal akışkanı depolayacak büyüklükte açılacaktır.

Çamur havuzunda biriken sondaj çamurları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 04.07.2012 sayılı ve 8865 sayılı yazısında yer alan 2012/15 sayılı Sondaj Çamurlarının ve Krom Madenin Fiziki İşleme Tabi Tutulması Sonucu Ortaya Çıkan Atıkların Bertarafına İlişkin Genelgesi ve 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik" hükümleri doğrultusunda analizleri yaptırılarak atık türü belirlenecek ve "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik" hükümleri gereği bertaraf edilecektir.

Sondaj aşamasında gerçekleştirilecek faaliyetler yaklaşık 3 ay sürecek olup, ayda 26 gün, günde 8 saatlik çalışma yapılarak gerçekleştirilecektir.

Yeni açılacak kuyu ile ilgili yapılacak sondaj ile ilgili olarak sondaj kulesi yaklaşık 1.500 m² bir alan üzerine oturtulmakta olup, bu alan betonile kaplanmaktadır. Sondaj sırasında ise zeminde bir dinlendirme havuzu oluşturularak sondaj sırasında kazılan malzeme buraya alınacaktır. Sondaj kuyuları açılması esnasında hafriyat atığı çok az oluşacaktır. Açığa çıkan hafriyat sondaj alanının bir noktasında biriktirilecektir. Ayrıca sondaj işlemi sırasında oluşacak atık çamurun depolanması için çamur havuzu yapılacaktır. Sondaj işlemi bitirildikten sonra hafriyatın bir kısmı çamur havuzunun doldurulması işleminde kullanılacaktır. Değerlendirilmesi mümkün olmayan hafriyat atıkları varsa Diyadin ya da Ağrı Belediyesi hafriyat döküm sahasında götürülerek bertaraf gerçekleştirilecektir. Kuyu başına ulaşım mevcut yollardan sağlanacaktır.

Sondaj aşamasında meydana gelecek toplam toz debisi kontrolsüz emisyon faktörleri kullanılarak 0,99 kg/saat; kontrollü emisyon faktörleri kullanılarak 0,50 kg/saat olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan kontrolsüz ve kontrollü durumlar için saatlik kütleli debi (kg/saat) değeri 03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı (Değişiklik 20.12.2014 tarihli ve 29211 sayılı) Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren, "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği", Ek-2, Tablo 2.1 'de verilen Normal İşletme şartlarında ve haftalık iş günlerindeki işletme saatleri için verilen kütleli debi (kg/saat) değerlerinin (1 kg/saat) üzerinde olmadığından dolayı modelleme yapılmasına gerek duyulmamıştır.

Proje kapsamında işletme aşamasında herhangi bir toz yayıcı işlem yapılmayacaktır.

Planlanan Sondaj aşamasında 15 personelin istihdam edilmesi planlanmıştır. Çalışacak personellerden kaynaklı oluşacak atık sular, planlanan tesis alanının bitişiğinde yer alan ve faaliyet sahibine ait olan diğer tesisteki arıtma tesisine bağlantı yapılarak burada bertaraf edilecektir. Mevcut arıtma tesisinin kapasitesinin yetmemesi durumunda, 1 m³/gün kapasiteli ilave bir arıtma tesisi yapılacak ve bu tesis için de proje onay dosyası hazırlanarak İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'ne sunulacaktır. Arıtma sonucu oluşan su, bahçe sulamada kullanılacaktır.

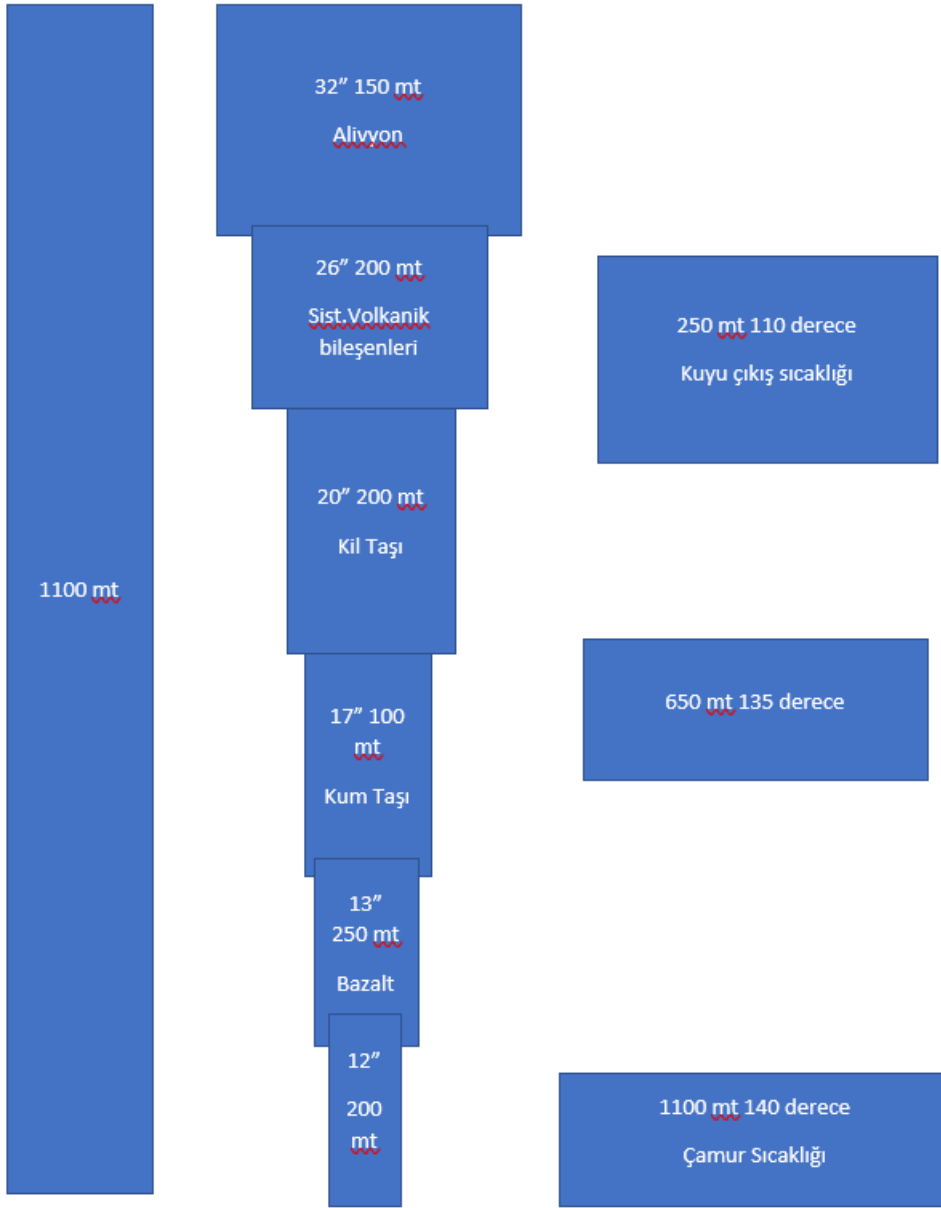
Çalışacak personelden kaynaklanacak olan evsel nitelikli katı atıklar, saha içerisinde şantiye olarak kullanılacak alanlardaki ağız kapalı çöp bidonlarında toplanacaktır. Konteynerlerde biriktirilecek katı atıklar belli periyotlarla Diyadin ya da Ağrı Belediyesinin 2.sınıf Katı Atık Depolama Sahasına gönderilecektir.

Projenin Sondaj aşamasında tesis ünitelerinin temel kazılarında yaklaşık 1000 ton bitkisel toprak ve 1000 ton kadar da hafriyat toprağı oluşacaktır. Proje kapsamında oluşacak bitkisel toprak, alan içerisinde belirlenmiş bir yerde toplanacak ve peyzaj düzenlemelerinde kullanılacaktır. Sondaj kapsamında oluşacak hafriyat toprağı, bir kısmı proje alanı içerisinde dolgu işlemlerinde kullanılacak, dolguda kullanılmayan kısmı da Diyadin ya da Ağrı Belediyesi Hafriyat Atığı Depolama Tesisine gönderilecektir. Proje alanı içerisinde revir kurulmayacak olup, bu nedenle tıbbi atık oluşumu beklenmemektedir.

Jeotermal akışkanın taşınmasında kullanılacak boru hattının kurulması ile ilgili işlemler ve düzeyde yaratabileceği etkiler, alınacak önlemler,

Söz konusu boru hatları, bölgedeki sulama kanallarını etkilemeyecek şekilde zemine her 10 m'de bir oturtulacak, asgari 90 cm çapındaki ayaklar üzerinde monte edilecektir. Bu hatlar kadastro yolları ve parsel sınırları boyunca, arazilerin kenarlarında ilerleyeceğinden ve sadece 10 m' de 1 adet maksimum 0.75 m² alan kullanacak olması nedeniyle, arazi kullanımına etkisi asgari düzeyde olacaktır. Bu hatların gerek yaya gerekse hayvanların geçişlerini engellememesi için gerekli özel geçişler yapılacaktır.

Kule Tipi



2-Elektrik üretimine yönelik havalı soğutmalı binary sistemin kurulması için gerekli santral ekipmanları (ısı değiştiriciler, türbin, jeneratör, vb.) açık alanda konumlandırılma yerlerinin belirlenmesi; kapalı alan kısmında yer alan idari bina, depo ve atölye binalarının yapım işleri gerçekleştirilecektir.

Santral elemanları ayırma istasyonu, binary ünite, türbin, NCG sistemi, soğutma fanları ve kondenserdir. Açık alanda konumlandırılacak santral ekipmanları, kurulacak 4 MWe kapasite için yaklaşık 2 dönüm alanda konumlandırılacaktır.

Üretim Bölümü: Sistemin ana ekipmanları ısıtıcı ve buharlaştırıcı eşanjör sistemi, türbin, jeneratör ve yoğunlaştırıcı fanlardır. Bunların yanı sıra jeotermal akışkanın sıvı fazı ile buharının ayrıldığı ayırma istasyonu ile yoğunlaşmayan gazların çıkışının sağlandığı NCG Sistemi de üretim bölümünde yer almaktadır. Bu sistemde yeraltından çekilen jeotermal akışkan ön ısıtıcıya alınır ve ön ısıtıcıda kullanılan düşük kaynama noktasına sahip organik ikincil akışkanı ısıtarak buharlaştırılmaktadır. Jeotermal akışkanın enerjisiyle buharlaşan organik sıvı, türbini çalıştırdıktan sonra hava ile soğutulan

yoğunlaştırıcıda yoğunlaşmaktadır. Yoğunlaşan sıvı pompa yardımıyla ön ısıtıcıya geri döndürülür ve kapalı sistem döngü tamamlanmış olmaktadır. Türbinin çalışmasıyla jeneratörlerden elektrik üretimi sağlanırken ısısı alınarak soğuyan jeotermal akışkan rezervuara geri basılmaktadır. Hava Soğutmalı Binary Sistemin en önemli avantajlarından biri kapalı sistemde çalışmasıdır. Böylelikle jeotermal akışkan hem ısını verdiğ i organik ikincil akışkanla (pentan) hem de ısı enerjisinin mekanik enerjiye çevrildiğ i türbinle teması olmamaktadır. Bu da enerji üretim sisteminde kabuklaşma ve tıkanma problemleri yaşanmasının önüne geçilmesinde önemli bir adımdır. Kullanılması planlanan sistemde kuyu başı ayırma istasyonlarından gelen jeotermal akışkan buhar ve sıvı (brine) fazda ön ısıtıcılarda ve buharlaştırıcıda ısını düşük kaynama noktasına sahip organik ikincil akışkana (pentan) aktararak sıcaklığı düşmekte ve re-enjeksiyon ekipmanları yardımıyla üretim sistemini terketmektedir. Ön ısıtıcılarda buharlaşan pentan, türbinleri çalıştırdıktan sonra hava soğutmalı yoğunlaştırıcıya da tamamen sıvı faza geçmekte ve buradan tekrar döngüye girmek için ön ısıtıcılara aktarılmaktadır.

İletim Bölümü: Proje kapsamında tesis alanına Trafo Merkezi (TM) kurulması planlanmış, üretilecek elektrik ilk aşamada dağıtım merkezinden trafoya aktarılması planlanmıştır. Enerji nakli olması için TEİAŞ'dan ve Aras Elektrik Dağıtım A.Ş. görüş alınarak gerekli elektrik üretim izinleri çıkarılacaktır.

İdari Bina: Proje kapsamında Jeotermal Santral için ilk aşamada 400 m2 büyüklüğünde bir adet idari bina yapılması planlanmıştır. Bu bölümde idari ofisler, yemekhane, mescit, işçi soyunma ve giyinme yerleri, duş, lavabo, sığınak, tuvalet vb. sosyal tesisler bulunmaktadır.

Yardımcı İşletmeler: Jeotermal Santralde üretime yardımcı işletmeler Sızdırmaz Depolama Havuzu ile Re-enjeksiyon Sistemi, Yangın Algılama ve Söndürme Sistemi, idari binada bulunan Laboratuvar ve Atölye ile hidrofor, su deposu, su arıtma sistemi, vb.dir. Sızdırmaz depolama havuzunun amacı santral alanında oluşabilecek herhangi bir üretim sorununda kuyulardan çekilen akışkanın durdurulmamasıdır. Ayrıca kuyuların temizlik ve bakım işlemleri sırasında da kullanılabilir.

Yatırıma konu olan jeotermal enerji tesisinde kullanılması planlanan makine-ekipman listesi aşağıda belirtilmiştir. Detaylı teknik özellikleri ek olarak paylaşılmıştır.

| Kullanılacak Makine-Ekipman | Tanımları |
|---|---|
| Eşanjörler | Sistemin ana ekipmanları buharlaştırıcı eşanjör sistemidir. Akışkandaki sıcaklığın ısıtılması için gereklidir. |
| Borular | Akışkanın iletimi, basımı ve besleme için gereklidir. |
| Jeneratör | Sistemin ana ekipmanları kapsamında jeneratör gereklidir. Olası durumlarda elektrik kesintilerinde santralin çalışması için gereklidir. |
| Pompalar | Akışkanın iletimi için gereklidir. |
| Kontrol Valfleri ve Manuel Vanalar | Dengeleme için gereklidir. |
| Isıtıcılar | Jeotermal akışkan ön ısıtıcıya alınması, ön ısıtıcıda kullanılan düşük kaynama noktasına sahip organik ikincil akışkanı ısıtarak buharlaştırılması için gereklidir. |
| Türbinler (Organik Çevrim) | Jeotermal akışkanın enerjisiyle buharlaşan organik sıvının çalıştırılarak hava ile soğutulan yoğunlaştırıcıda |

| | |
|---|---|
| | yoğunlaşması ve yoğunlaşan sıvı pompa yardımıyla ön ısıtıcıya geri döndürülme için gereklidir. |
| Buhar, Akışkan ve Sıcaklık Transmitteri | Buharın, akışkanın ve sıcaklığın dönüştürülmesi için gereklidir. |
| Kuyu Sondaj Makinesi ve Tamamlama Teçhizatı | İstenilen sıcaklıktaki ve debideki akışkana ulaşmak için gereklidir. |
| Kuyu Baş Vana ve Ekipman ve Aksesuarlar | Elektrik üretimindeki kuyu başındaki sıcaklık ve debi için gereklidir. |
| Jeotermal Akışkan Test ve Ölçüm Cihazı | Akışkanın değerlerini ölçmek için gereklidir. |
| İnhibitör Dozaj Pompaları ve Aksesuarı | Kuyuya basma ve sabitleme için gereklidir. |
| Trafo Merkezi ve Tesisatı, OG Dağıtım ve Kompanzasyon Panoları | Üretilen elektriğin iletimi için gereklidir. |
| Jeotermal İsale Hattı | Akışkanın üretim alanına iletimi için gereklidir. |
| Basıncı Akışkan Tankları | Akışkanların belirli bir sıcaklıkta muhafaza edilmesi için gereklidir. |
| Hava Kompresörleri | Vanalar için gereklidir. |
| Kondenstop, Eksantrik, Konsantrik Redüksiyon | Buharla karışması sonucu ısı transferinin azalmaması ve en yüksek değerde ısı transferini sağlamaya yönelik buharın sistemde tutulması için gereklidir. |
| Üretim Dengeleme Pompaları ve Teçhizatı | Elektrik enerjisi için gerekli su ve ısı için gereklidir. |
| Saha Enstrümanları Otomasyon Sistem | Sahanın ve sistemin izlenmesi için gereklidir. |
| Re-enjeksiyon Pompası ve Teçhizatı | Sistemde döngüsünü tamamlayan akışkanın kaynağa geri gönderilmesi için gereklidir. |
| Jeotermal Akışkan Ön İzolasyonlu Paket Boru | Akışkanın temas etmemesi için gereklidir. |

3.3. İnsan Kaynakları

Ağrı ilin toplam nüfusu 535.435 kişidir. Yüzölçümü 11.520 km² olan Ağrı ilinde kilometrekareye 46 insan düşmektedir. Ağrı nüfus yoğunluğu 46/km²'dir. Ağrı ili 8 ilçeden oluşmaktadır. Yatırıma konu olan jeotermal enerji tesisinin kurulacağı ilçe Diyadin ilçesidir. Diyadin ilçesinin Ağrı ili nüfus yüzdesi 7,80'dir. Diyadin ilçesinin nüfus verilene bakıldığında ilin 4. Büyük ilçesi olduğu görülmektedir.

Tablo 33. Ağrı İli İlçelerine Ait Nüfus Bilgileri

| İlçe Adı | İlçe Toplam Nüfus | İlçe Erkek Nüfus | İlçe Kadın Nüfus | Nüfus Yüzdesi |
|--------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|
| Merkez | 150.263 | 76.491 | 73.772 | % 28,06 |
| Patnos | 123.203 | 64.690 | 58.513 | % 23,01 |
| Doğubayazıt | 119.941 | 62.471 | 57.470 | % 22,40 |
| Diyadin | 41.789 | 21.686 | 20.103 | % 7,80 |
| Eleşkirt | 32.316 | 16.449 | 15.867 | % 6,04 |
| Tutak | 29.987 | 15.429 | 14.558 | % 5,60 |
| Taşlıçay | 20.028 | 10.246 | 9.782 | % 3,74 |
| Hamur | 17.908 | 9.338 | 8.570 | % 3,34 |

Kaynak: TÜİK, ADNKS İstatistikleri, 2021

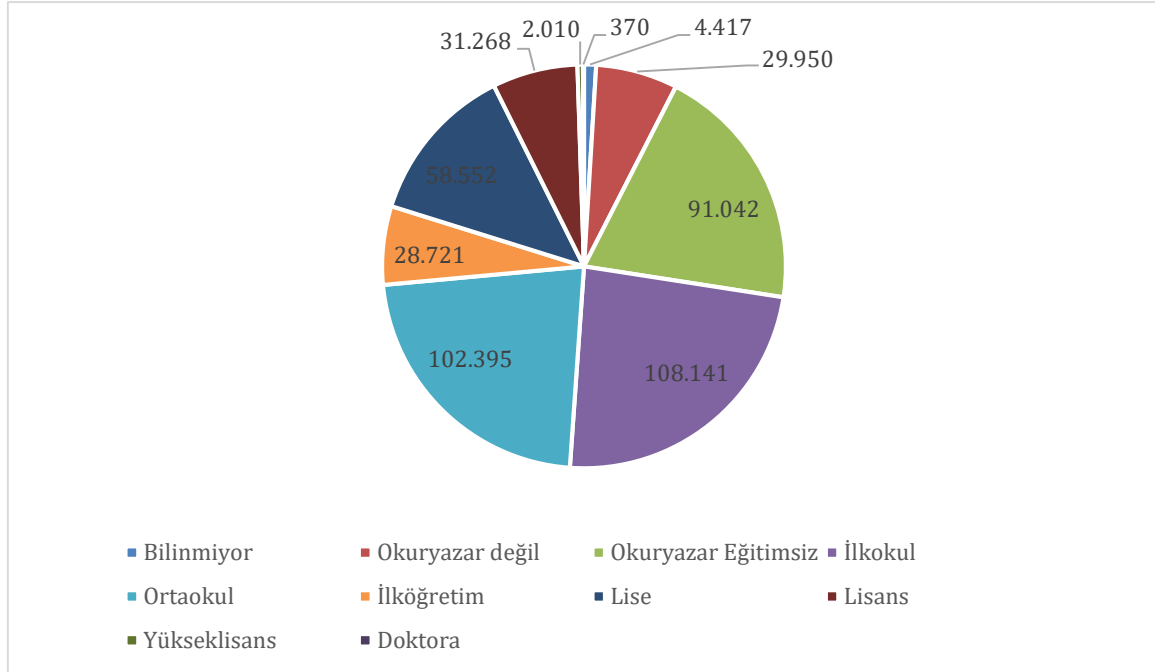
Tabloya göre, okuma bilen kişilerin oranları ve eğitim seviyelerinde artışlar gözlenmektedir. Son 5 yılda lise ve dengi mezun, lisan, yüksek lisans ve doktora eğitim alan kişilerde artış olmuştur. Bu da bölgenin eğitilmiş nüfusunun arttığı ve kalifiye eleman oranında da yükseliş olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 34. Ağrı ili nüfusunun eğitim durumu, 2015-2019

| | Okuma yazma bilmeyen | Okuma yazma bilen fakat diplomasız | İlkokul mezunu | İlköğretim mezunu | Orta okul ve dengi meslek okulu mezunu | Lise ve dengi meslek okulu mezunu | Yüksek okul veya fakülte mezunu | Yüksek lisans (5 ve 6 yıllık fakülte dahil) mezunu | Doktora mezunu | Bilinmeyen |
|-------------|----------------------|------------------------------------|----------------|-------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|--|----------------|------------|
| 2015 | 38.716 | 58.512 | 74.063 | 58.882 | 33.331 | 41.860 | 25.026 | 956 | 274 | 9.998 |
| 2016 | 36.834 | 56.111 | 74.748 | 51.812 | 44.408 | 43.746 | 26.473 | 916 | 285 | 6.421 |
| 2017 | 34.480 | 51.934 | 78.936 | 52.554 | 44.808 | 44.387 | 26.991 | 1.657 | 364 | 5.267 |
| 2018 | 32.601 | 43.025 | 66.728 | 53.354 | 66.661 | 49.207 | 29.596 | 1.740 | 353 | 4.487 |
| 2019 | 29.948 | 38.360 | 59.151 | 28.721 | 94.829 | 58.552 | 31.268 | 2.010 | 370 | 4.167 |

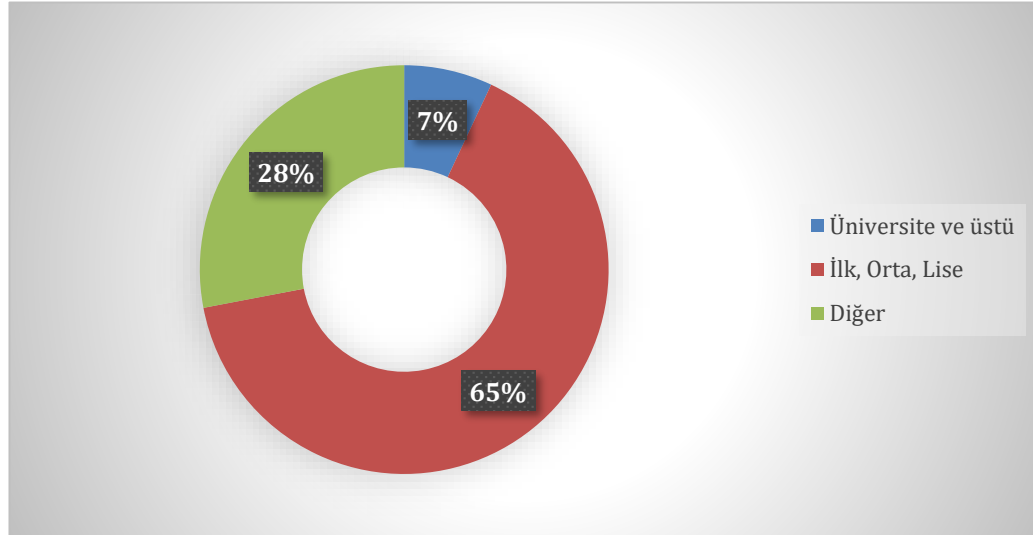
Kaynak: TÜİK, Eğitim İstatistikleri, 2020

Tablo 35. Ağrı ili Eğitim Düzeyine Göre Nüfus Oranları (Kişi), 2020



Kaynak: TÜİK, Eğitim İstatistikleri, 2020

Tablo 36. Ağrı ili Eğitim Düzeyine Göre Nüfus Oranları (%),2020



Kaynak: TÜİK, Eğitim İstatistikleri, 2020

Tablo 37. Ağrı İli Çalışma Çağındaki Nüfus, 2016-2020

| | Çalışma Çağı Nüfusu (15-65 Yaş) | Toplam Nüfusa Oranı |
|------|---------------------------------|---------------------|
| 2016 | 319.812 | 58,97% |
| 2017 | 318.928 | 59,45% |
| 2018 | 321.012 | 59,87% |
| 2019 | 322.693 | 60,17% |
| 2020 | 324.019 | 60,50% |

Kaynak: TÜİK, ADNKS İstatistikleri, 2021

Tablo 38. Ağrı ili Genç Nüfus, 2016-2020

| Yıl | Genç Nüfus (15-24 Yaş) | Toplam Nüfusa Oranı | Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı |
|------|------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 2016 | 112.959 | 21,09% | 34,86% |
| 2017 | 113.882 | 21,24% | 35,29% |
| 2018 | 115.765 | 21,45% | 36,06% |
| 2019 | 117.956 | 22,00% | 36,99% |
| 2020 | 120.092 | 22,15% | 37,55% |

Kaynak: TÜİK, ADNKS İstatistikleri, 2021

Tablo 39. TRA2 (Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan) 2021 TÜİK Bölgesel İşgücü Göstergeleri

| TRA2(Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan) | Toplam | Kadın | Erkek |
|--|--------|-------|-------|
| 15 ve daha yukarı yaştaki nüfus (Bin Kişi) | 755 | 376 | 379 |
| 15 ve daha yukarı yaştaki nüfus (Bin Kişi) | 333 | 104 | 229 |
| 15 ve daha yukarı yaştaki nüfus (Bin Kişi) | 295 | 96 | 199 |
| İşsiz (Bin Kişi) | 38 | 8 | 30 |
| İşgücüne dahil olmayan nüfus (Bin Kişi) | 421 | 271 | 150 |
| İşgücüne dahil olmayan nüfus (Bin Kişi) | 44,2 | 27,7 | 60,5 |
| İstihdam oranı (%) | 39,1 | 25,5 | 52,6 |
| İstihdam oranı (%) | 11,4 | 8,0 | 13,0 |

Kaynak: İşgücü Piyasası Araştırmaları, Ağrı Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü, 2020

Ağrı ilinin dahil olduğu 2. Düzey Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması TRA2 (Ağrı, Kars, Iğdır, Ardahan) olarak tanımlanmıştır. Tabloda yer alan verilere göre bölgede yaklaşık nüfus 755.000 kişi iken işgücü katılma oranı yüzde 44,2 seviyesindedir. İşsizlik oranı ise 2020 yılında bölgemizde yüzde 11,4 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 40. Ağrı ili İş Gücü Piyasası Verileri

| | İş Gücüne Katılım Oranı | İşsizlik Oranı | İstihdam Oranı |
|------|-------------------------|----------------|----------------|
| AĞRI | %47,5 | %9.8 | %42,8 |

Kaynak: İl İstihdam ve Mesleki Eğitim Raporları, Ağrı Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü, 2021

Jeotermal elektrik santrali için yeni personel istihdamı yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda 1 elektrik mühendisi, 1 makine mühendisi, 1 jeofizik mühendisi istihdam edilecektir. Ayrıca bu personeller dışında 3 elektrik ve makine teknikeri, 2 işçi, 3 idari personel ve 1 tesis müdürü istihdamı gerçekleştirilecektir.

Tablo 41. Tahmini Çalışan Sayısı ve Ortalama Maaşları

| Çalışan Niteliği | Tahmini Çalışan Sayısı | Yıllık Ortalama Maaş TL | Yıllık Ortalama Maaş (ABD Doları) | Önde gelen ülkelerdeki maaş (ABD Doları) |
|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|
| Tesis Müdürü | 1 | 238.919 | 17.188,44 | 100.000-200.000 |
| İdari Personel | 3 | 276.236,8 | 19.873,15 | 80.000-120.000 |
| Elektrik Mühendisi | 1 | | | 25.700-97.600 |
| Jeofizik Mühendisi | 1 | 111.657,61 | 8.032,92 | |
| Makine Mühendisi | 1 | | | |
| Tekniker | 3 | 248.885,5 | 17.761,55 | 15.500-58.500 |
| İşçi | 2 | 119.993,00 | 8.632,59 | 3.800-45.000 |

4. FİNANSAL ANALİZ

4.1. Sabit Yatırım Tutarı

Yatırıma konu olan Ağrı ili Diyadin ilçesinde kurulması öngörülen jeotermal enerji tesisi için 2 MW'lık elektrik enerjisi için tahmini sabit yatırım maliyeti tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 42. Tahmini Sabit Yatırım Maliyeti Tablosu

| YATIRIM KALEMLERİ | TOPLAM (ABD Doları) | Yatırım Kalem Açıklamaları |
|---|--------------------------------|--|
| 1- Etüt-Proje İşleri | 2.750 | Tesisin projelendirme(keşif, metraj, harita çizim ve plan giderleri) ve etüt maliyeti. |
| 2- Arsa-Arazi işlemleri | 16.188 | Arazi-arsa kiralama (2 dönüm hazine arazisinin rayiç bedeli üzerinden değeri) |
| 3-Kuyu-Sondaj İşlemleri | 490.647,48 | 1100 m derinlikte kuyu ve sondaj çalışmaları maliyeti |
| 4- İnşaat Giderleri | 127.482,00 | 400 m2 idari bina, sızdırmazlık deposu, atölye-depo, evsel foseptik işleri |
| 5- Makine ve Ekipman | 5.909.353 | Jeotermal Elektrik Santralinde Hava Soğutmalı Binary Sistem için öngörülen makine-ekipman maliyeti |
| 6-Diğer Harcamalar | | |
| Demirbaş Giderleri | 25.179,86 | İdari ofis, atölye vb için alınan malzemeler |
| Taşıt Alım Giderleri | 25.200 | Pazarlama çalışmalarının yürütülmesi için gerekli araç alımı |
| Montaj Giderleri | 10.000 | Tesiste kullanılacak makinelerin montaj giderleri |
| Kuruluş İşlemleri ve Harç Masrafları | 39.500 | Limited şirket, ÇED, Sigorta için öngörülen tutar |
| Genel Giderler | 59.445,33 | Diğer kalemlerin toplamının %1'ine tekabül eden tutar |
| Beklenmeyen Giderler | 262.221,67 | Diğer kalemlerin toplamının %5'ine tekabül eden tutar |
| SABİT YATIRIM TUTARI | 6.967.967,34 | |

4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Tesisin yatırımın geri dönüş süresi 3 yıl 5 ay olarak hesaplanmıştır.

Tablo 43. Yıllık İşletme Gelirleri

| Yıllar | 1. Yıl | 2. Yıl | 3. Yıl | 4. Yıl | 5. Yıl | 6. Yıl | 7.Yıl | 8. Yıl | 9. Yıl | 10. Yıl |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| A- Satış Miktarı | | | | | | | | | | |
| Elektrik Enerjisi Üretimi | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 | 33,333,336 |
| Toplam | 33,333,336.00 | 33,495,336.00 | 33,495,336.00 | 33,495,336.00 | 33,495,336.00 | 33,495,336.00 | 33,495,336.00 | 33,495,336.00 | 33,495,336.00 | 33,495,336.00 |
| B- Birim Fiyatı | | | | | | | | | | |
| Elektrik Enerjisi Üretimi | 1.50 | 1.70 | 1.80 | 1.90 | 2.00 | 2.10 | 2.20 | 2.30 | 2.40 | 2.50 |
| C- Satış Geliri (Ciro) (AXB) | | | | | | | | | | |
| B- Birim Fiyatı | | | | | | | | | | |
| Elektrik Enerjisi Üretimi | 50,000,004.00 | 56,666,671.20 | 60,000,004.80 | 63,333,338.40 | 66,666,672.00 | 70,000,005.60 | 73,333,339.20 | 76,666,672.80 | 80,000,006.40 | 83,333,340.00 |
| Toplam Satış Geliri (Ciro) | 50,000,004.00 | 56,666,671.20 | 60,000,004.80 | 63,333,338.40 | 66,666,672.00 | 70,000,005.60 | 73,333,339.20 | 76,666,672.80 | 80,000,006.40 | 83,333,340.00 |

Tablo 44. Yıllık İşletme Giderleri

| YIL (Tahmini) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|
| Giderler KKO | %100 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1. Hammadde | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.Yardımcı Madde ve Malzeme | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.Elektrik, Su, Yakıt | 4,000,000 .00 | 4,533,333 .29 | 4,799,999 .95 | 5,066,666 .62 | 5,333,333 .28 | 5,599,999 .94 | 6,133,333 .27 | 6,399,999 .94 | 6,666,666 .60 | 7,466,666 .59 |
| 4.Bakım-Onarım | 2,500,000 .20 | 2,833,333 .56 | 3,000,000 .24 | 3,166,666 .92 | 3,333,333 .60 | 3,500,000 .28 | 3,666,666 .96 | 3,833,333 .64 | 4,000,000 .32 | 4,166,667 .00 |
| 5.Tekn. Ödemeleri (Lisans vs) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6. İşçilik ve Personel | 995,691.9 5 | 1,244,614 .94 | 1,617,999 .42 | 2,103,399 .24 | 2,734,419 .02 | 3,554,744 .72 | 4,621,168 .14 | 6,238,576 .99 | 8,734,007 .78 | 12,664,31 1.29 |
| 7. Kira Giderleri | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8. Genel Yönetim | 8,500,000 .68 | 10,200,00 0.82 | 11,400,00 0.91 | 11,400,00 0.91 | 12,000,00 0.96 | 11,900,00 0.95 | 12,466,66 7.66 | 13,033,33 4.38 | 13,600,00 1.09 | 14,166,66 7.80 |
| 9. Satış/Pazarlama | | 6,000.00 | 6,700.00 | 7,000.00 | 7,200.00 | 6,000.00 | 5,500.00 | 6,000.00 | 6,420.00 | 6,400.00 |
| 10.Amortisman | 8,385,848 .00 | 8,385,848 .00 | 8,385,848 .00 | 8,385,848 .00 | 8,385,848 .00 | 8,385,848 .00 | 8,385,848 .00 | 8,385,848 .00 | 8,972,857 .36 | 8,385,848 .00 |
| 11.Faiz (İşletme Dönemi) | 0.00 | 1,724,697 .00 | 1,724,697 .00 | 1,724,697 .00 | 1,724,967 .00 | 1,724,697 .00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TOPLAM | 24,381,54 0.83 | 28,927,82 7.60 | 30,935,24 5.52 | 31,854,27 8.69 | 33,519,10 1.86 | 34,671,29 0.90 | 35,279,18 4.04 | 37,897,09 2.94 | 40,549,88 9.45 | 46,856,56 0.68 |
| Amortisman Hariç İşletme Giderleri | 15,995,69 2.83 | 20,541,97 9.60 | 22,549,39 7.52 | 23,468,43 0.69 | 25,133,25 3.86 | 26,285,44 2.90 | 26,893,33 6.04 | 29,511,24 4.94 | 31,577,03 2.09 | 38,470,71 2.68 |

Tablo 45. Gelir-Gider Tablosu (TL)

| | 1 Yıl | 2 Yıl | 3 Yıl | 4 Yıl | 5 Yıl | 6 Yıl | 7 Yıl | 8 Yıl | 9 Yıl | 10 Yıl |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| I. Gelirler | 50,000,00 | 56,666,67 | 60,000,00 | 63,333,33 | 66,666,67 | 70,000,00 | 73,333,33 | 76,666,67 | 80,000,00 | 83,333,34 |
| | 4.00 | 1.20 | 4.80 | 8.40 | 2.00 | 5.60 | 9.20 | 2.80 | 6.40 | 0.00 |
| 1.Satışlardan Elde Edilen Gelir | 50,000,00 | 56,666,67 | 60,000,00 | 63,333,33 | 66,666,67 | 70,000,00 | 73,333,33 | 76,666,67 | 80,000,00 | 83,333,34 |
| | 4.00 | 1.20 | 4.80 | 8.40 | 2.00 | 5.60 | 9.20 | 2.80 | 6.40 | 0.00 |
| 2. Diğer Gelirler | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3. Destek Miktarı | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| II. Giderler | 24,381,54 | 28,678,90 | 30,312,93 | 30,746,57 | 31,780,37 | 32,112,23 | 31,653,70 | 32,654,20 | 34,241,63 | 35,187,94 |
| | 0.83 | 4.61 | 8.05 | 1.40 | 4.79 | 8.13 | 7.85 | 7.90 | 7.32 | 1.34 |
| 1. Hammadde | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.Yardımcı Madde ve Malzeme | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.Elektrik, Su, Yakıt | 4,000,000.00 | 4,533,333.29 | 4,799,999.95 | 5,066,666.62 | 5,333,333.28 | 5,599,999.94 | 6,133,333.27 | 6,399,999.94 | 6,666,666.60 | 7,466,666.59 |
| 4.Bakım-Onarım | 2,500,000.20 | 2,833,333.56 | 3,000,000.24 | 3,166,666.92 | 3,333,333.60 | 3,500,000.28 | 3,666,666.96 | 3,833,333.64 | 4,000,000.32 | 4,166,667.00 |
| 5.Tekn. Ödemeleri(Lisans vs) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6. İşçilik ve Personel | 995,691.95 | 995,691.95 | 995,691.95 | 995,691.95 | 995,691.95 | 995,691.95 | 995,691.95 | 995,691.95 | 995,691.95 | 995,691.95 |
| 7. Kira Giderleri | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8. Genel Yönetim | 8,500,000.68 | 10,200,000.82 | 11,400,000.91 | 11,400,000.91 | 12,000,000.96 | 11,900,000.95 | 12,466,666.76 | 13,033,333.43 | 13,600,000.10 | 14,166,666.78 |
| 9. Satış/Pazarlama | 0.00 | 6,000.00 | 6,700.00 | 7,000.00 | 7,200.00 | 6,000.00 | 5,500.00 | 6,000.00 | 6,420.00 | 6,400.00 |

SERHAT KALKINMA AJANSI

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 10.Amortisman | 8,385,848. 00 | 8,385,848. 00 | 8,385,848. 00 | 8,385,848. 00 | 8,385,848. 00 | 8,385,848. 00 | 8,385,848. 00 | 8,385,848. 00 | 8,972,857. 36 | 8,385,848. 00 |
| 11.Faiz (İşletme Dönemi) | 0.00 | 1,724,697. 00 | 1,724,697. 00 | 1,724,697. 00 | 1,724,967. 00 | 1,724,697. 00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| III. Vergilendirme Öncesi Kar (I - II) | 25,618,46 3.17 | 27,987,76 6.59 | 29,687,06 6.75 | 32,586,76 7.00 | 34,886,29 7.21 | 37,887,76 7.47 | 41,679,63 1.35 | 44,012,46 4.90 | 45,758,36 9.08 | 48,145,39 8.66 |
| IV. Vergi İndirimi ve İstisnalar | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| V. Vergiler [(III-IV)* % Vergi Oranı] | 6,404,615. 79 | 6,996,941. 65 | 7,421,766. 69 | 8,146,691. 75 | 8,721,574. 30 | 9,471,941. 87 | 10,419,90 7.84 | 11,003,11 6.22 | 11,439,59 2.27 | 12,036,34 9.66 |
| VI. Vergilendirme Sonrası Kar (III - V) | 19,213,84 7.38 | 20,990,82 4.94 | 22,265,30 0.06 | 24,440,07 5.25 | 26,164,72 2.91 | 28,415,82 5.61 | 31,259,72 3.52 | 33,009,34 8.67 | 34,318,77 6.81 | 36,109,04 8.99 |
| VII. Ödenen Temettüleri | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Tablo 46. Tahmini Net Akış Tablosu

| Tahmini Nakit Akış Tablosu (TL) | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Yatırım Dönemi | 1 Yıl | 2 Yıl | 3 Yıl | 4 Yıl | 5 Yıl | 6 Yıl | 7 Yıl | 8 Yıl | 9 Yıl | 10 Yıl |
| VIII. | 0.00 | 50,000,0 | 56,666,6 | 60,000,0 | 63,333,3 | 66,666,6 | 70,000,0 | 73,333,3 | 76,666,6 | 80,000,0 | 83,333,3 |
| Toplam | | 04.00 | 71.20 | 04.80 | 38.40 | 72.00 | 05.60 | 39.20 | 72.80 | 06.40 | 40.00 |
| Nakit | | | | | | | | | | | |
| Girişi | | | | | | | | | | | |
| 12.Satışlar | 0.00 | 50,000,0 | 56,666,6 | 60,000,0 | 63,333,3 | 66,666,6 | 70,000,0 | 73,333,3 | 76,666,6 | 80,000,0 | 83,333,3 |
| dan Elde | | 04.00 | 71.20 | 04.80 | 38.40 | 72.00 | 05.60 | 39.20 | 72.80 | 06.40 | 40.00 |
| Edilen | | | | | | | | | | | |
| Nakit | | | | | | | | | | | |
| Girişi | | | | | | | | | | | |
| 13. Diğer | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Gelirler | | | | | | | | | | | |
| Nakit | | | | | | | | | | | |
| Girişi | | | | | | | | | | | |
| 14. Destek | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Miktarı | | | | | | | | | | | |
| IX. Destek | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Miktarı | | | | | | | | | | | |
| (KKYDP) | | | | | | | | | | | |
| X. | 45,366,20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Özkaynakl | ar | 0.00 | | | | | | | | | |
| XI. Kredi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| XII. | 164,189,4 | 15,995,6 | 20,541,9 | 22,549,3 | 23,468,4 | 25,133,2 | 26,285,4 | 26,893,3 | 29,511,2 | 31,577,0 | 38,470,7 |
| Toplam | 57.27 | 92.83 | 79.60 | 97.52 | 30.69 | 53.86 | 42.90 | 36.04 | 44.94 | 32.09 | 12.68 |
| Nakit | | | | | | | | | | | |
| Çıkışı (+15 | | | | | | | | | | | |
| +II) | | | | | | | | | | | |
| 15.Toplam | 90,851,29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Yatırım | 8.48 | | | | | | | | | | |
| Harcamala | | | | | | | | | | | |
| rı | | | | | | | | | | | |

SERHAT KALKINMA AJANSI

| | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 15.1. İşletme Sermayesindeki Değişim | 118,898.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.2 .Sabit Yatırım Harcaması | 90,732,400.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| II. Giderler | 73,338,158.79 | 15,995,692.83 | 20,541,979.60 | 22,549,397.52 | 23,468,430.69 | 25,133,253.86 | 26,285,442.90 | 26,893,336.04 | 29,511,244.94 | 31,577,032.09 | 38,470,712.68 |
| XIII. Amortismanlar | 0.00 | 8,385,848.00 | 8,385,848.00 | 8,385,848.00 | 8,385,848.00 | 8,385,848.00 | 8,385,848.00 | 8,385,848.00 | 8,385,848.00 | 8,972,857.36 | 8,385,848.00 |

Tablo 47. NET BUGÜNKÜ DEĞER (NBD)

| | |
|--|------------------|
| İskonto oranı(sermaye maliyeti) | 8% |
| Yatırım Tutarı | -96,854,746.00 |
| 1 Yıl Gelir | 19,213,847.38 |
| 2 Yıl Gelir | 20,990,824.94 |
| 3 Yıl Gelir | 22,265,300.06 |
| 4 Yıl Gelir | 24,440,075.25 |
| 5. yıl Gelir | 26,164,722.91 |
| 6.yıl Gelir | 28,415,825.61 |
| Bugünkü değer | 107,140,007.46 ₺ |
| Net Bugünkü Değer | 10,285,261.46 ₺ |

Tablo 48. Jeotermal tesisin aylık ve yıllık üretim miktarları

| | Aylık | Yıllık |
|--|--------------|---------------|
| Elektrik üretim kapasitesi (mw) | 4 | 4 |
| Ay | 30 | 360 |
| Saat | 24 | 24 |
| Santral kapasitesi | 0,96 | 0,96 |
| Üretim Alternatifi | 2.777.760 | 33.333.120 |

5. ÇEVRESEL ve SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Yatırım konusu tesis, 03.10.2013 tarih ve 28784 sayılı resmî gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesine yönetmeliği kapsamında değerlendirme tabi olan konulardan olmadığı için ÇED gerekli değildir görüşü alınacaktır. Bu yönetmelikte, jeotermal kaynaktan elektrik üretilmesi kapsamında ısı kapasite 25 MWe üzerinde olan santraller ÇED kapsamında değerlendirilecektir. Yatırıma konu olan jeotermal santral 4MW olduğu için ÇED kapsamı dışındadır.

Yenilenebilir Enerji tesisleri çevreye dost, temiz ve daha uygun yatırımlar olması nedeniyle çevresel etkisi bulunmamaktadır.

Bölgede ısı enerjiden elektrik enerjisi üretimi ile bölgenin elektrik ihtiyacı karşılayacağı için bölgenin yeterlilik düzeyi gelişecektir. Tesiste çalıştırılmak üzere bölge halkının seçilmesi bölgenin sosyo-ekonomik kalkınma seviyesini artıracaktır.

KAYNAKLAR

- On Birinci Kalkınma Planı, 2019-2023
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal>, son erişim tarihi 25.11.2021
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Jeotermal Enerji Araştırmaları
<https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>, son erişim tarihi 25.11.2021
- KOSGEB, <https://www.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/DesteklenenSektörler.pdf>, son erişim tarihi 25.11.2021
- <https://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/4-9329/172021-tarihinden-31122025-tarihine-kadar-isl-Türkiye'de-Jeotermal-Enerji-Endüstrisinin-2009-Güncel-Durumu>
- Özdemir A., Yüksel F., Türkiye'de Enerji Sektörünün İleri ve Geri Bağlantı Etkileri, 2006
- Eti Menkul Kıymetler, Enerji Sektörü Rapor, 2007
- T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu(EPDK), Elektrik Piyasası 2020 Yılı Piyasa Gelişim Raporu
T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021
- Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu, 2001
- Avrupa'da Jeotermal Pazar Yönelimleri ve Risk Değerlendirmesi
EPIAŞ, "Enerji Piyasaları İşletme A.Ş, 2021
- İşgücü Piyasası Araştırması Ağrı İli 2021 Yılı Sonuç Raporu (<https://media.iskur.gov.tr/52043/agri.pdf>)
- Mehmet KANOĞLU; "Jeotermal Elektrik Üretim Sistemleri ve Kojenerasyon", Jeotermal Enerji Semineri
- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, TMMOB ENERJİ RAPORU 2006
- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ 2020
- Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu
TÜİK, Eğitim, ADKNS, Nüfus İstatistikleri, 2020

Ek-1: Fizibilite Çalışması için Gerekli Olabilecek Analizler (Tüm Ön Fizibilite Çalışmalarında bu bölüme yer verilecektir.)

Yatırımcı tarafından hazırlanacak detaylı fizibilitede, aşağıda yer alan analizlerin asgari düzeyde yapılması ve makine-teçhizat listesinin hazırlanması önerilmektedir.

- Ekonomik Kapasite Kullanım Oranı (KKO)

Sektörün mevcut durumu ile önümüzdeki dönem için sektörde beklenen gelişmeler, firmanın rekabet gücü, sektördeki deneyimi, faaliyete geçtikten sonra hedeflediği üretim-satış rakamları dikkate alınarak hesaplanan ekonomik kapasite kullanım oranları tahmini tesis işletmeye geçtikten sonraki beş yıl için yapılabilir.

Ekonomik KKO= Öngörülen Yıllık Üretim Miktarı /Teknik Kapasite

- Üretim Akım Şeması

Fizibilite konusu ürünün bir birim üretilmesi için gereken hammadde, yardımcı madde miktarları ile üretimle ilgili diğer prosesleri içeren akım şeması hazırlanacaktır.

- İş Akış Şeması

Fizibilite kapsamında kurulacak tesisin birimlerinde gerçekleştirilecek faaliyetleri tanımlayan iş akış şeması hazırlanabilir.

- Toplam Yatırım Tutarı

Yatırım tutarını oluşturan harcama kalemleri yıllara sari olarak tablo formatında hazırlanabilir.

- Tesis İşletme Gelir-Gider Hesabı

Tesis işletmeye geçtikten sonra tam kapasitede oluşturması öngörülen yıllık gelir gider hesabına yönelik tablolar hazırlanabilir.

- İşletme Sermayesi

İşletmelerin günlük işletme faaliyetlerini yürütebilmeleri bakımından gerekli olan nakit ve benzeri varlıklar ile bir yıl içinde nakde dönüşebilecek varlıklara dair tahmini tutarlar tablo formunda gösterilebilir.

- Finansman Kaynakları

Yatırım için gerekli olan finansal kaynaklar; kısa vadeli yabancı kaynaklar, uzun vadeli yabancı kaynaklar ve öz kaynakların toplamından oluşmaktadır. Söz konusu finansal kaynaklara ilişkin koşullar ve maliyetler belirtilebilir.

- Yatırımın Kârlılığı

Yatırımı değerlendirmede en önemli yöntemlerden olan yatırımın kârlılığının ölçümü aşağıdaki formül ile gerçekleştirilebilir.

Yatırımın Kârlılığı= Net Kâr / Toplam Yatırım Tutarı

- [Nakit Akım Tablosu](#)

Yıllar itibariyle yatırımda oluşması öngörülen nakit akışını gözlemek amacıyla tablo hazırlanabilir.

- [Geri Ödeme Dönemi Yöntemi](#)

Geri Ödeme Dönemi Yöntemi kullanılarak hangi dönem yatırımın amorti edildiği hesaplanabilir.

- [Net Bugünkü Değer Analizi](#)

Projenin uygulanabilir olması için, yıllar itibariyle nakit akışlarının belirli bir indirgeme oranı ile bugünkü değerinin bulunarak, bulunan tutardan yatırım giderinin çıkarılmasıyla oluşan rakamın sıfıra eşit veya büyük olması gerekmektedir. Analiz yapılırken kullanılacak formül aşağıda yer almaktadır.

$$NBD = \sum_{t=0}^n \frac{NAt}{(1-k)^t}$$

NAt : t. Dönemdeki Nakit Akışı

k: Faiz Oranı

n: Yatırımın Kapsadığı Dönem Sayısı

- [Cari Oran](#)

Cari Oran, yatırımın kısa vadeli borç ödeyebilme gücünü ölçer. Cari oranın 1,5-2 civarında olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Cari Oran} = \frac{\text{Dönen Varlıklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Likidite Oranı, yatırımın bir yıl içinde stoklarını satamaması durumunda bir yıl içinde nakde dönüşebilecek diğer varlıklarıyla kısa vadeli borçlarını karşılayabilme gücünü gösterir. Likidite Oranının 1 olması yeterli kabul edilmektedir. Formülü aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Likidite Oranı} = \frac{\text{Dönen Varlıklar} - \text{Stoklar}}{\text{Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar}}$$

Söz konusu iki oran, yukarıdaki formüller kullanılmak suretiyle bu bölümde hesaplanabilir.

- [Başabaş Noktası](#)

Başabaş noktası, bir firmanın hiçbir kar elde etmeden, zararlarını karşılayabildiği noktayı/seviyeyi belirtir. Diğer bir açıdan ise bir firmanın, giderlerini karşılayabildiği nokta da denilebilir. Başabaş noktası birim fiyat, birim değişken gider ve sabit giderler ile hesaplanır. Ayrıca sadece sabit giderler ve katkı payı ile de hesaplanabilir.

$$\text{Başabaş Noktası} = \frac{\text{Sabit Giderler}}{\text{Birim Fiyat} - \text{Birim Değişken Gider}}$$

Ek-2: Yerli/İthal Makine-Teçhizat Listesi

| İthal Makine / Teçhizat Adı | Miktarı | Birimi (Adet, kg, m ³ vb.) | F.O.B. Birim Fiyatı (\$) | Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL) | Toplam Maliyet (KDV Hariç, TL) | İlgili Olduğu Faaliyet Adı |
|-----------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| Yerli Makine / Teçhizat Adı | Miktarı | Birimi (Adet, kg, m ³ vb.) | Birim Maliyeti (KDV Hariç, TL) | Toplam Maliyeti (KDV Hariç, TL) | İlgili Olduğu Faaliyet Adı |
|-----------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



Ortakapı Mah. Atatürk Cad No:117 Merkez/Kars
Tel.: 0 (474) 212 52 00 - Faks: 0 (474) 212 52 04
E-Posta: info@serka.gov.tr | <https://www.serka.gov.tr>

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz