



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Zafer
Kalkınma Ajansı
Development Agency

Kütahya İli

Jeotermal Enerji Santrali

Ön Fizibilite Raporu





T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Kütahya İli Jeotermal Enerji Santrali

Ön Fizibilite Raporu



2021

ŞUBAT

RAPORUN KAPSAMI

Bu ön fizibilite raporu, yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal enerji ile elektrik üretmek amacıyla Kütahya ilinde jeotermal enerji santrali kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Zafer 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 Zafer Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları Zafer Kalkınma Ajansı'na 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; Zafer 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	3
2. EKONOMİK ANALİZ	5
2.1. Sektörün Tanımı	5
2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler	5
2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi	5
2.2.2. Diğer Destekler	6
2.3. Sektörün Profili	8
2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep	13
2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini	13
2.6. Girdi Piyasası	14
2.7. Pazar ve Satış Analizi	15
3. TEKNİK ANALİZ	17
3.1. Kuruluş Yeri Seçimi	17
3.2. Üretim Teknolojisi	19
3.3. İnsan Kaynakları	21
4. FİNANSAL ANALİZ	24
4.1. Sabit Yatırım Tutarı	24
4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi	24
5. ÇEVRESEL ve SOSYAL ETKİ ANALİZİ	25

TABLolar

Tablo 1: Genel Teşvik Uygulamaları Kapsamında Desteklerin Hesaplanması.....	6
Tablo2: YEKDEM İle Yerli Katkı Fiyatları ve Uygulama Süreleri*	7
Tablo 3: Sektörde Öne Çıkan İlk 5 Ülke, 2019	11
Tablo 4: Dünyada 2015 -2019 Yıllarında Gerçekleşen ve 2019-2025 Yıllarında Gerçekleşmesi Beklenen Üretim Miktarları ve Tutarları	12
Tablo 5: Ülkemizde Son 5 Yılda Gerçekleşen Üretim Miktarları, Tutarları ve KKO'ları	12
Tablo 6: 2015-2019 Yılları Elektrik Tüketimi ve Dış Ticaret Miktarları	13
Tablo 7: 2015 – 2019 Yılları Türkiye Elektrik Sistemi Enerji Tüketimi	13
Tablo 8: 2019-2023 Yıllarında Devreye Girecek Santrallerin Kurulu Güç Değerleri	13
Tablo 9: Talep Tahmini Referans (Baz) Talep	14
Tablo 10: Maliyet Kalemleri Tablosu	15
Tablo 11: 2021-2025 Yılları İçin Yıllık Üretim Miktarı ve Satış Tutarları	17
Tablo 12: Dinamik Sıcaklık ve Dinamik Basınç Test Değerleri	20
Tablo 13: Su Debisine ve Sıcaklıklarına Göre Kapasite Teklifleri.....	21
Tablo 14: Genç Nüfusun Çalışma Çağındaki Nüfusuna Oranı (15-29 yaş arası), 2015-2019	23
Tablo 15: Yeni İstihdam Edilecek Personel Adetleri ve Ücretleri	23
Tablo 16: Sabit Yatırım Maliyet Tablosu.....	24
Tablo 17: Yatırımın Sağlayacağı Çevresel ve Sosyal Faydalar	25

ŞEKİLLER

Şekil 1: E-TUYS Başvuru Süreçleri	5
Şekil 2: Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası.....	8
Şekil 3: Birincil Kaynaklara Göre Kurulu Güç Verileri (MW)	9
Şekil 4: Jeotermal Akışkanın Kullanım Alanları (Lindal Diyagramı)	10
Şekil 5: Sektörde Dünya Çapında Öne Çıkan İlk 5 Firma	11
Şekil 6: Gediz'in Konumu	17
Şekil 7: 3MW Gediz Jeotermal Elektrik Santrali Kurulum Alanı.....	18
Şekil 8: Sondaj Kuyusu ve İsale Hattı	18
Şekil 9: ORC Sistemi ile Elektrik Üretim Gösterimi	19
Şekil 10: Kütahya'da 15 Yaş Üstü Nüfusun Eğitim Durumu, 2015 - 2019	21
Şekil 11: Kütahya'daki Çalışma Çağındaki Nüfus (15-65 yaş arası), 2015 -2019	22
Şekil 12: Kütahya'da Genç Nüfus (15-29 yaş arası), 2015-2019	22

KÜTAHYA İLİ JEOTERMAL ENERJİ SANTRALİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

1. YATIRIMIN KÜNYESİ

Yatırım Konusu	Kütahya İli Jeotermal Enerji Santrali	
Üretilcek Ürün/Hizmet	Elektrik Enerjisi	
Yatırım Yeri (İl - İlçe)	Kütahya -Gediz	
Tesisin Teknik Kapasitesi	3 MW	
Sabit Yatırım Tutarı	5.599.582 \$	
Yatırım Süresi	2 Yıl	
Sektörün Kapasite Kullanım Oranı	%79	
İstihdam Kapasitesi	14 Kişi	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	15,94 Yıl	
İlgili NACE Kodu (Rev. 3)	35.11.19	
İlgili GTİP Numarası	2716	
Yatırımın Hedef Ülkesi	Yok – Yurt İçi	
Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkisi	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki
	Amaç 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji	Amaç 13: İklim Eylemi
Diğer İlgili Hususlar	Yatırım bölgesinin jeotermal kaynaktan elektrik üretimine yönelik potansiyel kapasitesi 30 MW – 35 MW olduğu tahmin edilmektedir. Pratikte bu potansiyelin %10'luk karşılığı olan 3 MW'lık kurulu güç kapasitesine sahip bir jeotermal enerji santrali için uygun bir yatırım yeridir.	

Subject of the Project	Kütahya Geothermal Power Plant	
Information about the Product/Service	Electricity	
Investment Location (Province-District)	Kütahya -Gediz	
Technical Capacity of the Facility	3 MW	
Fixed Investment Cost	5.599.582 \$	
Investment Period	2 Yıl	
Economic Capacity Utilization Rate of the Sector	79%	
Employment Capacity	14	
Payback Period of Investment	15,94 Years	
NACE Code of the Product/Service (Rev.3)	35.11.19	
Harmonized Code (HS) of the Product/Service	2716	
Target Country of Investment	Domestic Use	
Impact of the Investment on Sustainable Development Goals	Direct Effect	Indirect Effect
	Goal 7: Affordable and Clean Energy	Goal 13: Climate Action
Other Related Issues	The potential capacity of the investment location for electricity generation of geothermal source is expected to be 30 MW - 35 MW. The designated investment location in Gediz is a suitable investment location for a geothermal power plant with an installed power capacity of 3 MW, which corresponds to 10% of the potential in practice.	

2. EKONOMİK ANALİZ

2.1. Sektörün Tanımı

Ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde termik, hidrolik, nükleer ve yenilenebilir (Güneş, rüzgâr, jeotermal vb.) kaynaklardan yararlanılır. Bu çalışmada yararlanılacak kaynak olarak jeotermal kaynak seçilmiştir. Fizibiliteye konu yatırım kapsamında jeotermal kaynaktan elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilecek olup elde edilecek elektrik enerjisi “elektrik enerjisi üretimi” tanımıyla NACE kodu 35.11.19 ve GTİP numarası 2716’dır.

2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

Yenilenebilir enerji sektöründe en önemli teşvik Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) kapsamında sağlanan 10 yıl alım garantili sabit fiyat uygulamasıdır.

Yatırım 3305 sayılı yatırımlarda devlet yardımları hakkında karara göre genel teşvik uygulamalarından faydalanabilmektedir.

Ayrıca uygun kredi imkânı sunan Türkiye Kalkınma ve Yatırım Bankası A.Ş. kredilerine başvuru yapılabilir.

2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi

Söz konusu yatırım Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB) tarafından yürütülen 3305 sayılı yatırımlarda devlet yardımları hakkında karara göre genel teşvik uygulamaları kapsamındadır. Bu karar kapsamında, yeni yatırım teşvik belgesi düzenlenmesine ilişkin tüm müracaatlar ile yabancı yatırımcıların Türkiye’de kurdukları şirket ve şubeler tarafından STB’ye yapılan bildirimler Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Genel Müdürlüğü tarafından yönetilen E-TUYS adlı web tabanlı uygulama aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Şekil 1: E-TUYS Başvuru Süreçleri



E-TUYS web tabanlı uygulamasına www.turkiye.gov.tr (e-devlet üzerinden) adresinden erişilebildiği gibi <https://etuys.sanayi.gov.tr/ebelge/> linkinden de ulaşılabilmektedir.

Yatırımın genel teşvik uygulamaları kapsamında faydalanılabileceği destek unsurları şunlardır;

- **Gümrük Vergisi Muafiyeti:** Yatırım kapsamında ithal edilecek makine ve teçhizatlar için gümrük vergisi ödenmez.
- **Katma Değer Vergisi (KDV) İstisnası:** Teşvik Belgesi kapsamında alınacak yerli makine ve teçhizatlar için KDV ödenmez.

Yatırım kapsamında alınacak makine ve teçhizat için aşağıdaki senaryoya göre 1.013.405 \$ KDV ve gümrük vergisi muafiyetinden yararlanma imkânı bulunmaktadır. Hesaplamalarda KDV %18, gümrük vergisi %2 olarak kullanılmıştır.

Tablo 1: Genel Teşvik Uygulamaları Kapsamında Desteklerin Hesaplanması

<i>Makine ve Teçhizat Maliyeti</i>		<i>Tutar (\$)</i>	<i>KDV İstisnası (\$)</i>	<i>Gümrük Vergisi Muafiyeti (\$)</i>
<i>İthal Makine Teçhizat</i>		3.884.674	<i>699.241</i>	<i>77.693</i>
Türbin	2.118.913			
Kondenser	1.765.761			
<i>Yerli Makine ve Teçhizat</i>		1.313.726	<i>236.471</i>	
Jeneratör	494.413			
Eşanjör	678.052			
Kontrol Otomasyon Sistemi	141.261			
TOPLAM		5.198.400		1.013.405

2.2.2. Diğer Destekler

29.01.2021 tarihli ve 3453 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı'na göre 01.07.2021 tarihinden 31.12.2025 tarihine kadar işletmeye girecek YEK belgeli üretim tesisleri için güncellemeye esas YEKDEM ile yerli katkı fiyatları ve uygulama süreleri Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre güneş santralleri için ise yerli katkı fiyatı da dâhil edilerek ortalama 8,76 dolar cent (54 + 8 = 62 kuruş) bedelle 10 yıl alım garantisi teşviki verilmektedir.

Söz konusu yatırım kapsamında faydalanılabilecek bir diğer destek ise Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) ödemelerinde yapılan indirimdir. Bu kapsamda, Kütahya'da sigorta primlerini düzenli ve zamanında ödeyenlere uygulanan prime esas üst kazançtan 5 puanlık indirim ilave olarak prime esas alt kazanç üzerinden 6 puanlık ilave indirim uygulaması bulunmaktadır¹.

Türkiye Kalkınma ve Yatırım Bankası tarafından sanayi, yenilenebilir enerji, enerji ve kaynak verimliliği, turizm yatırımları, eğitim ve sağlık yatırımları için uygun koşullarda yatırım kredisi sağlanabilmektedir.

¹ Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Yatırıma Destek Platformu", Erişim Tarihi: 15.09.2020, https://www.yatirimadestek.gov.tr/pdf/assets/upload/dosyalar/ozet-sgk_istihdam_tesvikleri.pdf.

Tablo2: YEKDEM İle Yerli Katkı Fiyatları ve Uygulama Süreleri*

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi		YEKDEM Fiyatı		YEKDEM Fiyatı Uygulama Süresi	Yerli Katkı Fiyatı		Yerli Katkı Fiyatı Uygulama Süresi
		(TL kuruş/kWh)	(Dolar cent /kWh)		(TL kuruş/kWh)	(Dolar cent /kWh)	
a. Hidroelektrik üretim tesisi		40	5,65	10	8	1,13	5
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi		32	4,52	10	8	1,13	5
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi		54	7,63	10	8	1,13	5
d. Biokütleyle dayalı üretim tesisi	Çöp Gazı / Atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynaklar	32	4,52	10	8	1,13	5
	Biometanizasyon	54	7,63	10	8	1,13	5
	Termal Bertaraf (Belediye atıkları, bitkisel yağ alıkları, gıda ve yem değeri olmayan tarımsal atıklar, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri, sanayi atık çamurları ile arıtma çamurları)	50	7,06	10	8	1,13	5
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi		32	4,52	10	8	1,13	5

09.02.2021 Günü Saat 15:30'da belirlenen gösterge niteliğindeki TCMB döviz satış kuru esas alınmıştır (1 \$ = 7,0791 TL).

*01.07.2021 Tarihinden 31.12.2025 Tarihine Kadar İşletmeye Girecek YEK Belgeli Üretim Tesisleri İçin Güncellemeye Esas YEKDEM İle Yerli Katkı Fiyatları ve Uygulama Süreleridir.

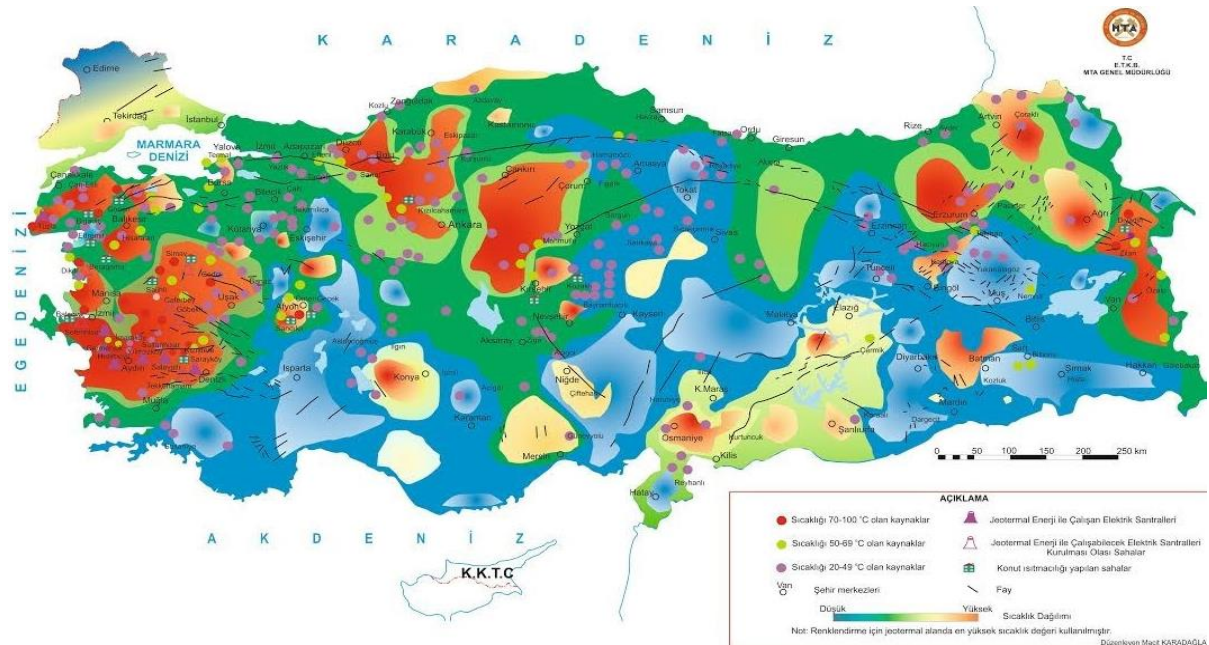
2.3. Sektörün Profili

Elektrik enerjisi, tüketimine ihtiyaç duyulduğu anda üretilmesi gereken bir üründür.² Ancak yapımı oldukça uzun süren elektrik üretim tesisleri aynı zamanda pahalı yatırımlardır. Elektrik, günümüzde birçok alanda yaşam kalitesinin artması ve yaşamın sürekliliği için gerekli olan en önemli unsurların başında gelmektedir. Bu nedenlerden dolayı elektrik enerjisine yönelik yatırımların gerektiği kadar ve zamanında gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.

Ülkemizde elektrik üretimine yönelik yatırımlarının hayata geçirilmesi ve enerji piyasalarının düzenlenmesi Enerji Piyasası Kanunu'yla tanımlanmış olup sektöre ilişkin faaliyetler Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) tarafından yönetilmektedir. EPDK tarafından uygun görülen ve onaylanan projeler kapsamında lisanslı ve lisanssız olarak elektrik enerjisi üretiminde, termik, hidrolik, nükleer ve yenilenebilir (güneş, rüzgâr, jeotermal, biokütle vb.) kaynaklardan yararlanılır.

Jeotermal enerji, yenilenebilir, temiz, ucuz ve çevre dostu bir kaynak olduğu için ülkemiz için önemli bir enerji kaynağıdır. Türkiye jeolojik ve coğrafi konumu itibarı ile aktif bir tektonik kuşak üzerinde yer aldığı için zengin jeotermal kaynaklara sahip bir ülke konumundadır. Bu nedenle, ülkemizin jeotermal potansiyeli oldukça yüksek olup potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesi'nde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın %90'ı düşük ve orta sıcaklıkta olduğu için doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, çeşitli endüstriyel uygulamalar vb.), geri kalan %10'u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur.

Şekil 2: Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası

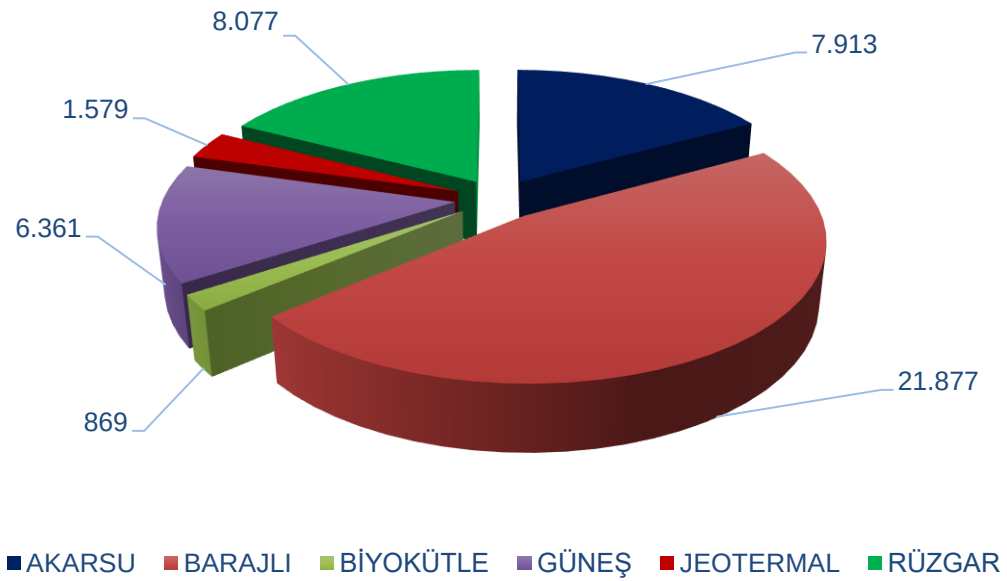


² Oğuz Türkyilmaz ve Yusuf Bayrak, "Türkiye'nin Enerji Görünümü", *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Elektrik Üretimi Raporu*, Erişim Tarihi: 15.09.2020, s. 51, <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2020>.

Türkiye'nin jeotermal ısı potansiyelinin 31.500 MWt ısısal gücü olduğu değerlendirilmekte olup elektrik üretimine elverişli olan kaynakların toplam potansiyelinin ise 2.000 MWe elektrik gücü olduğu tahmin edilmektedir.³

Ülkemizde birincil kaynaklara göre yenilenebilir enerji sektöründeki kurulu güç kapasitesine bakıldığında, jeotermal enerjinin yaklaşık 1.579 MWe kurulu güç ile son sıralarda yer aldığı görülmektedir. Şekil 3'te verilen yenilenebilir enerji kaynaklarına göre kurulu güç kapasitelerinin dağılımı⁴ incelendiğinde ülkenin sahip olduğu jeotermal kaynaklardan yeterli düzeyde faydalanılmadığı görülmektedir.

Şekil 3: Birincil Kaynaklara Göre Kurulu Güç Verileri (MW)



Jeotermal enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminde geleneksel ve ikili (binary) sistem elektrik üretimi olmak üzere başlıca iki yöntem öne çıkmaktadır. Geleneksel yöntemde türbini çalıştırmak için jeotermal buhar kullanılır. İkili sistemde ise düşük sıcaklıklardaki jeotermal kaynaklardan elektrik üretiminin en etkili ve verimli yöntemlerinden birisi olan kapalı bir devrede düşük sıcaklıkta buharlaşan bir sıvı kullanılmak suretiyle elde edilen buharla türbin çalıştırılır ve elektrik enerjisi üretilir.

Jeotermal kaynaktan sadece elektrik enerjisi üretilmemektedir. Jeotermal kaynağın sıcaklık değerlerine göre kullanım alanları çeşitlidir. Jeotermal akışkanın sıcaklık değerlerine göre kullanım alanları Lindal Diyagramı⁵ ile Şekil 4'te gösterilmektedir. Diyagram 70 °C üzeri sıcaklıklarda elektrik

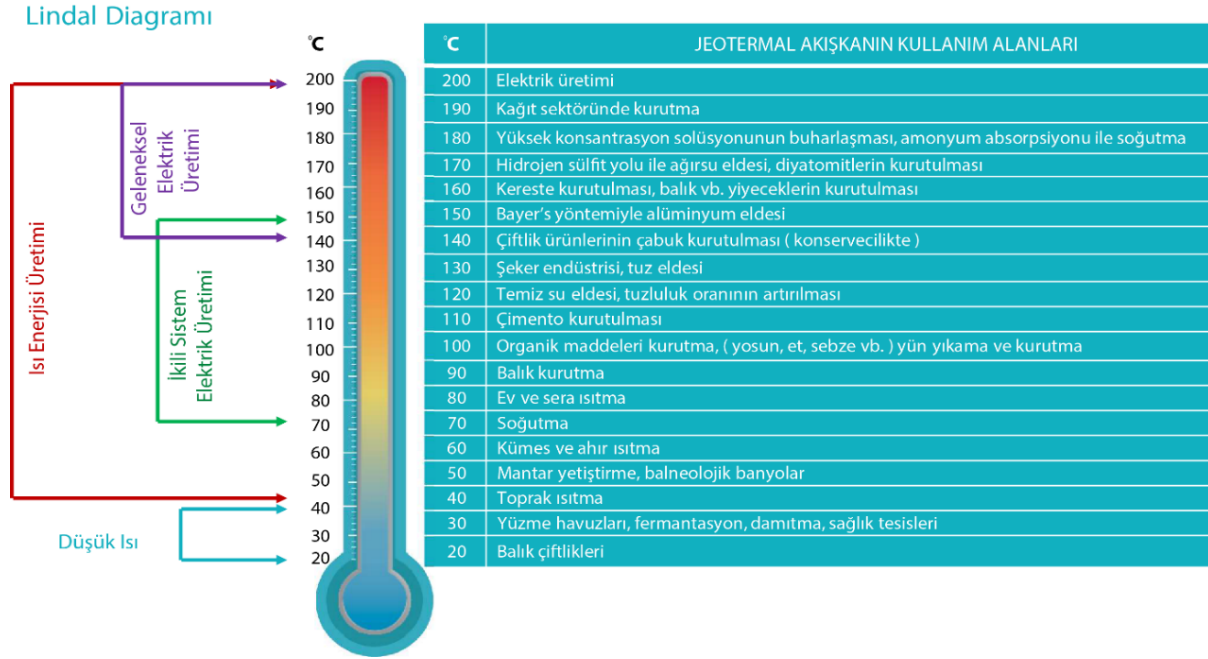
³T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Bilgi Merkezi- Jeotermal," Erişim Tarihi: 15.09.2020, 2020, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal>.

⁴ TEİAŞ, "Kurulu Güç Raporları," Erişim Tarihi: 23.11.2020, 2020, <https://webapi.teias.gov.tr/file/062ff010-2a99-4382-b31c-efd1ba15b30c?download>.

⁵ Zafer Kalkınma Ajansı, "Kütahya Jeotermal Kaynakları", *Lindal Diyagramı Ajans Tarafından Modifiye Edilmiştir*, 2019, s.3.

enerjisi üretilebildiğini göstermektedir. 70 °C - 140 °C arası sıcaklıklarda ikili sistem elektrik üretimi uygun olmakta, 140 °C üzeri sıcaklıklarda ise geleneksel elektrik üretimi yapılabilmektedir.

Şekil 4: Jeotermal Akışkanın Kullanım Alanları (Lindal Diyagramı)



Elektrik enerjisi soğutma, ısıtma, aydınlatma, hareket vb. eylemleri gerektiren tüm sektörlerde kullanılması zorunlu bir üründür. Ayrıca elektrik enerjisi elde edilmesinde kullanılacak jeotermal kaynağın Lindal Diyagramında da görüldüğü üzere termal suyun elektrik üretiminde kullanıldıktan sonra kaynağa geri dönüşünden önce farklı alanlarda (sera, mesken veya toprak ısıtma, ürün kurutma, termal oteller ve balık çiftlikleri vb.) kullanılması mümkün olmakta ve farklı yatırım imkanları oluşmaktadır. Bu sayede jeotermal kaynaktan etkin bir şekilde faydalanılarak hem diğer kullanım alanlarındaki yatırım maliyetleri düşmekte hem de temiz ve çevre dostu bir kaynak olduğu için yatırımların çevreye olumsuz etkileri minimum düzeye inmektedir.

Elektrik enerjisi, tüm sektörlerin (imalat, hizmetler, tarım ve madencilik gibi) hatta meskenlerin ihtiyaç duyduğu vazgeçilmez bir girdidir. Bu yüzden, birçok sektör elektrik enerjisi sektörüyle ileri bağlantılı sektör olarak değerlendirilebilmektedir.

Proje kapsamında ikili sistem jeotermal enerjiden elektrik enerjisi elde edilecektir. Öncelikle uzun vadeli rezervuar kapasitesine sahip bir jeotermal kaynak ve bu kaynağa erişime yönelik altyapı (sondaj kuyusu, taşıma boru hattı, reenjeksiyon kuyusu gibi) imkânlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Daha sonra ise ikili sistemle çalışan enerji üretim tesisleri için türbin, jeneratör, çek valfler, seperatörler, pompalara, buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı gibi sistemlerle düşük sıcaklıkta buharlaşma kabiliyetine sahip olan n-pentan, izo-pentan, izo-bütan gibi hidrokarbonlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılayacak sektörler ise geri bağlantılı sektörler olarak değerlendirilebilmektedir.

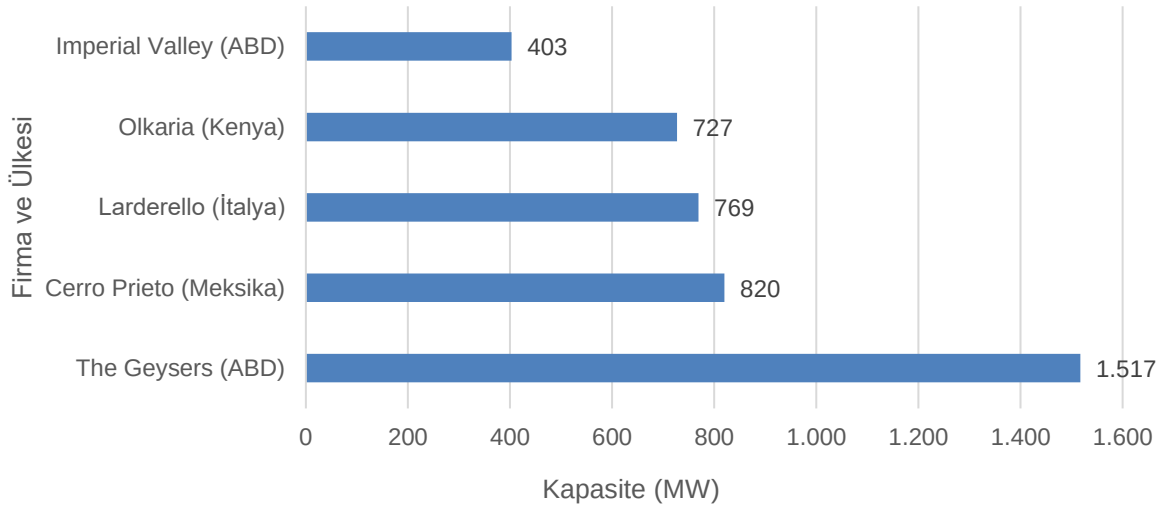
Jeotermal kaynaklardan elektrik enerjisi üretiminde kurulu kapasite büyüklüğü bakımından ülkemiz 1.579 MWe ile dünyada 4. sırada yer almaktadır⁶. Dünyada en fazla kurulu kapasiteye sahip ilk 5 ülke Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Sektörde Öne Çıkan İlk 5 Ülke, 2019

#	Ülke	Kurulu Kapasite MWe
1	A.B.D.	3.700
2	Endonezya	2.289
3	Filipinler	1.918
4	Türkiye	1.579
5	Kenya	1.193

2019 yılında jeotermal enerjinin küresel kurulu kapasitesi 13.93 GWe seviyelerine ulaşmıştır.⁷ Sektörde dünya çapında öne çıkan ilk 5 firma ve kurulu kapasiteleri Şekil 5'te sunulmuştur. İlk 5 firma arasında ülkemizden herhangi bir firma yer almamaktadır.

Şekil 5: Sektörde Dünya Çapında Öne Çıkan İlk 5 Firma



⁶ Gerald W Hutterer, "Geothermal Power Generation in the World 2015-2020 Update Report," Erişim Tarihi: 18.09.2020, 2020, 4, <https://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/WGC/2020/01017.pdf>.

⁷ N. Sönnichsen, "Geothermal Energy Capacity Worldwide 2019 | Statista," Erişim Tarihi: 18.09.2020, 2020, <https://www.statista.com/statistics/476281/global-capacity-of-geothermal-energy/>.

Dünyada 2015 yılından 2019 yılına kadar jeotermal kaynaktan elektrik üretiminde 3.267 MWe kurulu güç kapasite artışı gerçekleşmiştir. Bu kapasite artış trendinin devam etmesi beklenmekte olup 2020 yılından 2025 yılına kadar kurulu kapasitenin 3.381 MWe elektrik güce yükselmesi öngörülmektedir.

Tablo 4: Dünyada 2015 -2019 Yıllarında Gerçekleşen ve 2019-2025 Yıllarında Gerçekleşmesi Beklenen Üretim Miktarları ve Tutarları

	2015 (Kurulu Güç MWe/yıl)	2015 (GWh/yıl)	2019 (Kurulu Güç MWe/yıl)	2019	2025 (Kurulu Güç MWe/yıl)	2025
Elektrik Üretim Miktarı	12.28	73.550	13.93	95.098	19.33	169.339
Tutar (Milyon ABD Doları)		7.723		9.985		17.780

Türkiye genelinde 63 adet jeotermal elektrik üretim tesisi bulunmaktadır⁸. YEKDEM kapsamında desteklenen lisanslı firmaların gerçek zamanlı üretim verileri incelendiğinde son beş yılda gerçekleşen üretim miktarları, tutar olarak değerleri ve kapasite kullanım oranları (KKO)⁹ Tablo 4'te verilmiştir. Kapasite kullanım oranının son 5 yıl için ortalaması %70'dir. Kütahya'da jeotermal kaynaktan enerji üreten firma bulunmamaktadır.

Tablo 5: Ülkemizde Son 5 Yılda Gerçekleşen Üretim Miktarları, Tutarları ve KKO'ları

	2015	2016	2017	2018	2019	Son 5 Yıllık Toplam
Elektrik Üretim Miktarı (GWh/yıl)	2.960	3.924	4.786	6.617	7.938	26.224
Tutar (Milyon ABD Doları)	311	412	502	695	834	2.753
Kurulu Güç Üretim Kapasitesi (GWh/yıl)	4.354	5.431	7.096	9.706	11.143	37.729
KKO	%68	%72	%67	%68	%71	%70

⁸ EPDK, "Enerji Piyasası Veritabanı Yönetim Sistemi," Erişim Tarihi: 06.11.2020, <http://lisans.epdk.gov.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/elektriklstatistik/elektriklstatistik.xhtml>.

⁹ EPIAŞ, "Gerçek Zamanlı Üretim - Lisanslı Üretim Miktarı - YEKDEM | Şeffaflık Platformu ve Zafer Kalkınma Ajansı Hesaplamaları," Erişim Tarihi: 06.11.2020, <https://seffalik.epias.com.tr/transparency/uretim/yekdem/lisansli-uretim-miktari/yekdem-lisansli-gercek-zamanli-uretim.xhtml>.

2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep

EPDK'nın 2015-2019 yıllarında hazırladığı yıllık raporlarına göre elektrik enerjisinde son 5 yıldaki üretim, ithalat ve ihracat miktarları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: 2015-2019 Yılları Elektrik Tüketimi ve Dış Ticaret Miktarları

	Birim	2015	2016	2017	2018	2019	Değişim (%) 2018-2019
Tüketim	GWh	265.724	277.522	292.004	302.772	301.983	-0,26
İthalat	GWh	7.411	6.400	2.729	2.466	2.212	-10,32
İhracat	GWh	2.965	1.442	3.300	3.074	2.789	-9,27

Kaynak: EPDK Yıllık Raporlar

İthalat ve ihracat değerlerinin toplam yurt içi tüketim değerleri ile kıyaslandığında 2015-2019 yılları arasında gerçekleşen ithalatın toplam tüketime oranı %1,6, ihracatın toplam tüketime oranı %1 seviyesinde olduğu görülmektedir.

2015 - 2019 yılları arasında enerji tüketimi esaslı talep ortalaması 292,2 GWh olmuştur. Türkiye elektrik enerjisi brüt tüketimi (Türkiye brüt üretim miktarı + ithalat miktarı - ihracat miktarı) 2018 yılında 304,2 GWh, 2019 yılında ise %5 artış ile 315,2 GWh olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 7: 2015 – 2019 Yılları Türkiye Elektrik Sistemi Enerji Tüketimi

Yıl	Enerji Talebi (GWh)	Artış (%)
2015	265,7	3,3
2016	279,3	5,1
2017	296,72	6,2
2018	304,2	2,5
2019	315,2	5

2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

Jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi için 2.000 MWe potansiyele sahip olduğu tahmin edilen ülkemizin 2019 yılı itibarıyla 1.579 MWe kurulu kapasite büyüklüğüne ulaştığı düşünüldüğünde yaklaşık 500 MWe'lik kurulu kapasite imkanının bulunduğu görülmektedir. EPDK ilerleme raporları, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) Bölge Müdürlükleri ve TEİAŞ Planlama ve Yatırım Yönetimi Dairesi Başkanlığı öngörülerine göre 2019-2023 yıllarında toplamda 177,9 MW kurulu güce sahip santrallerin devreye girmesi beklenmektedir.

Tablo 8: 2019-2023 Yıllarında Devreye Girecek Santrallerin Kurulu Güç Değerleri

YAKIT / KAYNAK	Kurulu Güç (MW)					Toplam
	2019	2020	2021	2022	2023	
Jeotermal	48,0	32,9	0,0	97,0	0,0	177,9

Baz talep tahmini artış oranları ve hali hazırdaki kurulu güç kapasitesine (1.579 MWe) yeni kurulması öngörülen santrallerin kurulu güç kapasiteleri (toplam 177,9 MWe) de dâhil edildiğinde mevcut potansiyelin hala yeterince değerlendirilmediği ve potansiyel barındıran kaynakların atıl kaldığı görülmektedir. Bu doğrultuda fizibiliteye konu yatırım kapsamında hem daha fazla jeotermal kaynaktan etkin bir şekilde yararlanılacak hem de kurulu güç kapasitesine yıllık 3 MW'lık katkı sağlanmış olacaktır.

2020 - 2024 dönemini kapsayan üretim kapasite projeksiyonu çalışmasında, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından makroekonomik hedeflere uygun olarak yapılan model çalışması sonucunda elde edilen talep serilerinden referans (baz) talep tahmin serisi kullanılmıştır. Referans Talep Tahmin Serisi için tüketim tahmini ortalama %4,46 olarak hesaplanmıştır.

Talep tahmin serileri olan referans talep ile yıllara göre artışlar Tablo 9'da verilmiştir.¹⁰ Elektrik enerjisi talep tahminleri Türkiye elektrik sistemi için geçerli olan brüt taleptir. İletim ve dağıtım hatlarındaki kayıp ve kaçaklar ile santrallerin iç ihtiyaçları bu serilere dâhildir. Ayrıca dağıtım sistemine bağlı ve yük tevzi merkezinden talimat almayan üretim tesislerinin de üretimleri bu çalışmaya dâhil edilmiştir. 2020-2024 yıllarında yıllık ortalama 360,3 GWh'lık bir talep ön görüşü yapılmıştır.

Tablo 9: Talep Tahmini Referans (Baz) Talep

Yıl	Enerji Talebi (GWh)	Artış (%)
2020	329,6	4,6
2021	344,4	4,5
2022	359,6	4,4
2023	375,8	4,5
2024	392,1	4,3

Tüm talep tahminleri dâhil edildiğinde toplam elektrik enerjisi ihtiyacının giderek artacağı görülmektedir.

2.6. Girdi Piyasası

Projenin ön hazırlık sürecinde genellikle ruhsat, izin ve lisans konusunda, yatırım döneminde ise inşaat işleri ile kurulum ve montaj işleri kapsamında çeşitli harcama kalemleri oluşacaktır. Yatırım tamamlandıktan sonra işletme döneminde yatırımın faaliyete geçebilmesi için alınması gereken işletme ruhsatı ve elektrik üretim lisansına yönelik maliyetler ile çeşitli temel harcama kalemleri oluşacaktır. Bu süreçlere ilişkin ayrıntılı açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

İş Gücü Giderleri: Yatırımın işletme döneminde 14 kişinin istihdam edilmesi öngörülmekte olup personel maaşlarına ilişkin ayrıntılı bilgi “3.3 İnsan Kaynakları” başlığında sunulmuştur.

¹⁰ EPDK, “Elektrik Üretim Kapasite Projeksiyonları,” Erişim Tarihi: 04.11.2020, 2020, <http://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-66-3/elektrikuretim-kapasite-projeksiyonlari>.

Enerji Giderleri: Sondaj ve reenjeksiyon kuyuları ile diğer makine ekipmanların çalışması için elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, ofis ve idari çalışmalar için de elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmakta olup kullanılacak olan elektrik enerjisi girdisi işletmenin kendi üretiminden karşılanacaktır. Bu kapsamda kullanılacak olan elektrik enerjisinin miktarının 250 KW olması beklenmektedir. Santralin elektrik enerjisi için ön görülen satış fiyatı üzerinden saatlik maliyetinin 137,5 \$ olması beklenmektedir.

Genel Giderler: Teknik analiz, ölçüm, belgelendirme, test üretimleri, ruhsat süreçleri, lisans başvuruları ve kamulaştırma için gerekli olan harcamalar genel giderler içinde yer alacaktır.

Sermaye Yatırım Giderleri: Yatırımın işletme döneminde ihtiyaç duyacağı en temel girdi jeotermal kaynak suyudur. Elektrik üretebilmek için ihtiyaç duyulan suyun sağlanacağı en az 1 adet üretim kuyusu ile kullanılan suyun kaynağa geri verilebilmesi için en az 1 adet reenjeksiyon kuyusu yatırımın en önemli gereksinimlerindendir. Dolayısıyla söz konusu yatırımın temel sermaye harcamasını kuyular ve suyu jeotermal ısıyı elektrik enerjisine dönüştürmek üzere kurulacak olan üretim hattıdır. Bu kapsamda sermaye yatırım gideri olarak değerlendirilecek makine ve teçhizat listesi ile toplam tutarları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10: Maliyet Kalemleri Tablosu

Maliyet Kalemleri	Tutar (\$)
Arazi Bina-İnşaat Maliyeti	259.920
Hazırlık Yapıları	
Arazi Düzenleme ve Geliştirme Giderleri	
İnşaat Giderleri	
Çevre Koruma Giderleri	
Makine ve Teçhizat Maliyeti	5.198.401
Diğer Harcamalar	141.261
Etüt-Proje, Mühendislik ve Kontrollük Giderleri	
Lisans, Patent, Know-How vb. Giderleri	
Taşıma, Sigorta, İthalat ve Gümrükleme Giderleri	
Montaj Giderleri	
Taşıt Araçları	
Genel Giderler	
İşletmeye Alma Giderleri	
Beklenmeyen Giderler	
Diğer Harcamalar	
TOPLAM	5.599.582

2.7. Pazar ve Satış Analizi

Tükenebilir kaynaklara kıyasla uzun ömürlü olması, arama ve üretim için aynı santralin kullanılması, üretimi sırasında doğaya zararlı gaz salınımı gerçekleşmemesi nedeniyle temiz bir enerji türü

olması ve iklim değışiklerinden etkilenmemesi¹¹ nedeniyle dünyada ve ülkemizde jeotermal kaynaktan enerji üretimi her geçen gün artmaktadır.

Elektrik fiyatlarının yükselmesi, yatırımlar için sağlanan teşvikler ve teknolojik gelişmeler, jeotermal elektrik üretimi için ihtiyaç duyulan suyun sıcaklık sınırını 90-120 °C'ye kadar düşürmüştür. Hatta atmosferik sıcaklığın daha düşük olduğu bölgelerde daha düşük ısıdaki kaynaklardan da elektrik üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

Jeotermal elektrik santrallerinin yatırımı tamamlandıktan sonra ürünün pazarlanmasına yönelik farklı çalışmalara ihtiyaç duyulmamaktadır. Bunun temel nedeni enerji sektöründe ürünü (enerjiyi) satın alan tarafın genel olarak kamu (devlet) olması ve devletin çeşitli uygulama ve politikalar ile alternatif kaynaklardan enerji üretimini teşvik etmesidir. Özellikle, YEKDEM elektrik enerjisi üretiminde devletin alıcı olmasını garantilemektedir. Söz konusu yatırım için alım fiyatları yerli katkısı da ilave edilmemiş hali ile 7,63 dolar cent (54 kuruş) üzerinden değerlendirilmiştir.

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. 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 işletmektir.¹² Böylelikle alım ve satımda teminat sağlanarak talebe göre garantili üretim yapma imkânı oluşturulmaktadır.

Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı söz konusu yatırım için pazarlama faaliyetlerinin yerini hakla ilişkiler alacaktır. Jeotermal enerji santrallerinin üretim süreçleriyle ilgili kamuoyunun bilgilendirilmesini sağlamak ve olası ön yargıların önüne geçmek amacı ile sistem hakkında doğru bilgilendirmelerin yapılması önem arz etmektedir. Halkla ilişkiler konusunun önemi genel olarak kamuoyunun enerji sektörü hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması nedeni ile ön yargı sahibi olmasından gelmektedir.

Jeotermal kaynaktan enerji üretiminde kapasite faktörü 0,92 olarak alınmaktadır.¹³ Kurulacak jeotermal enerji santralinin 2020 yılında faaliyete geçecek şekilde hazırlanan bir senaryoya göre hedeflenen 5 yıllık üretim ve satış miktarları ile tutarları Tablo 11'de verilmiştir.

¹¹ Mert Can ESKİN, "ÇŞB, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevre ve Ekonomiye Etkileri, Uzmanlık Tezi," Erişim Tarihi: 06.11.2020, 2018, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/strateji/icerikler/mert-can-eskin--yen-leneb-l-r-enerj--20181128100301.pdf>.

¹² EPIAŞ, "Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.," Erişim Tarihi: 06.11.2020, 2020, <https://www.epias.com.tr/epias-kurumsal/hakkimizda/>.

¹³ EPDK, "Kurul Kararı," Erişim Tarihi: 12.11.2020, 2018, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/06/20200625-3.pdf>.

Tablo 11: 2021-2025 Yılları İçin Yıllık Üretim Miktarı ve Satış Tutarları

	2021	2022	2023	2024	2025	5 Yıllık Toplam
Elektrik Üretim Miktarı (GWh/Yıl)*	22	22	22	22	22	110
Tutar (Milyon \$)**	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	8,39

*Kurulu gücü 3 MW olan bir santralde kapasite faktörü 0,92 ve kendi iç tüketimi düşüldükten sonra 2,75 MW üretim ile yapılan hesaplamada elde edilecek üretim miktarıdır.

** YEKDEM kapsamında uygulanan birim fiyat 7,63 dolar cent üzerinden hesaplanmıştır.

3. TEKNİK ANALİZ

3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

Gediz ilçesi Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından ilan edilmiş Gediz Murat Dağı ve Ilcasu isimli iki adet Termal Turizm Merkezine sahiptir. Murat Dağı Termal Turizm Merkezi aynı zamanda kış sporlarının da yapıldığı ve termal kaynakla kış sporlarının bir arada sunulduğu ender turizm merkezlerindendir. Sahip olunan termal kaynakların farklı alanlarda kullanılması hem kaynakların verimli ve etkin kullanılmasını sağlayacak hem de ilçe ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Şekil 6: Gediz'in Konumu



Jeotermal enerji santrali için seçilen yatırım yeri Gediz ilçesinde Ilcasu Mahallesi Hamamboğazı Mevkiindedir. Yatırım alanına ilişkin harita görüntüsü Şekil 7'de sunulmuştur.

Şekil 7: 3MW Gediz Jeotermal Elektrik Santrali Kurulum Alanı

Santral kurulması planlanan alan Gediz Belediyesi mülkiyetinde yer almaktadır. Bu nedenle santral için herhangi bir kamulaştırma maliyeti söz konusu olmayacaktır. Ancak isale hatları Belediye mülkiyetinde yer almadığından isale hattı için kamulaştırma maliyeti oluşacaktır. Gediz Belediyesine ait alanın ve su kullanım hakkının yatırımcılara kiralama yöntemiyle sunulması öngörülmektedir.

Söz konusu yatırımı gerçekleştirmek için ilçede alternatif yatırım yerleri bulunmakta olup seçim yapılırken kamulaştırma maliyeti ve izinler göz önünde bulundurulmuştur. Bu nedenle en uygun yatırım alanı olarak Belediye'nin mülkiyetinde olan arazi seçilmiştir. İsale hattı da santral yeri için en yakın konumda seçilecek olup reenjeksiyon kuyusu için Şekil 8'de de gösterilmiş olan ve santrale yakın bir konumda bulunan eski bir üretim kuyusunun kullanılması öngörülmektedir. Şekil 8'de gösterilen isale hattı güzergâhının kamulaştırma maliyetinin 31.611 \$ olacağı tahmin edilmektedir.

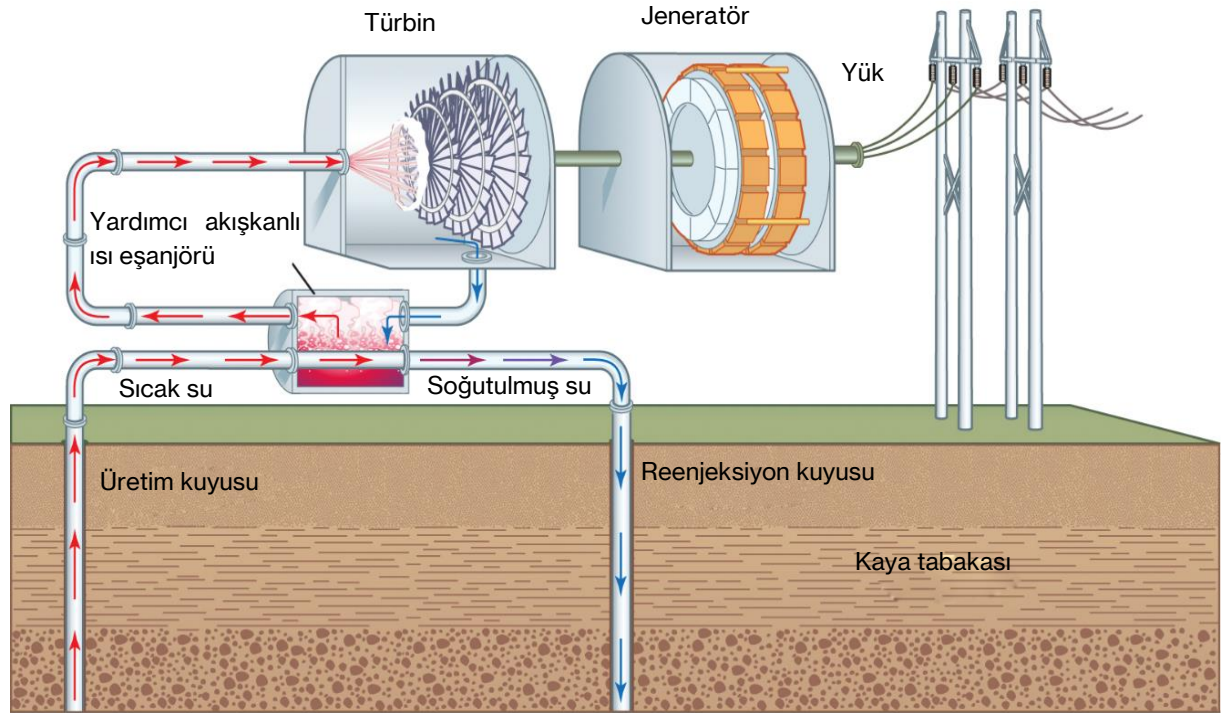
Şekil 8: Sondaj Kuyusu ve İsale Hattı

3.2. Üretim Teknolojisi

Şekil 4'te belirtilen Lindal diyagramına göre gelişen teknolojilere bağlı olarak 70 °C – 140 °C sıcaklık aralıkları ikili sistem elektrik üretimine uygun sıcaklıklardır. Isıdan elektrik üretiminde kullanılan geleneksel teknoloji buhar türbinidir. Ancak uygun işletim için yüksek sıcaklık ve basınç gerektirmektedir. Düşük sıcaklıklarda (<150 °C) elektrik üretimi için ikili sistem, diğer adıyla Organik Rankin Çevrimi (Organic Rankine Cycle, ORC) teknolojisi tercih edilmektedir. ORC teknolojisinde sudan daha düşük sıcaklıkta kaynayan, yüksek moleküler ağırlıklı organik sıvılar kullanılmaktadır. ORC sisteminin çalışma prensibinin gösterimi Şekil 9'da verilmiştir.

Söz konusu yatırım kapsamında kullanılacak jeotermal kaynağın sıcaklığının geleneksel yöntemle elektrik üretimine uygun olmadığı için elektrik üretimi için ORC sistemi kullanılmalıdır. ORC teknolojisi kapalı bir çevrim sistemi olduğu için doğal jeotermal kaynağın kendi ısını kullanır. Böylece ısıtma maliyeti oluşmaz ve dolayısıyla atmosfere zararlı gaz salınımı da gerçekleşmez

Şekil 9: ORC Sistemi ile Elektrik Üretim Gösterimi¹⁴



Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından bölgede yapılan çalışmalar mevcut termal kapasitenin 30-35 MW olduğunu göstermiştir. Fakat söz konusu yatırım kapsamında kurulacak Jeotermal Elektrik Santrali için kurulu güç kapasitesi 3 MW olarak belirlenmiştir. Bunun temel nedeni jeotermal enerji şirketlerinin yatırımlarını kaynağın sahip olduğu termal kapasitenin %10'una karşılık gelecek kadar kurulu kapasiteye sahip olacak şekilde gerçekleştirmeleridir. Ruhsatlandırma ve lisans çalışmaları da bu kapsamda yürütülecektir.

¹⁴ Britannica, "Binary-Cycle Geothermal Power Generation," Erişim Tarihi: 11.11.2020, 2012, <https://www.britannica.com/science/binary-cycle-geothermal-power>.

3MW santral kapasitesi için girdi sağlayacak olan jeotermal kuyusunun debisi ve su sıcaklığı dikkate alınmıştır. Sondaj kuyusu olarak belirlenmiş olan alanda MTA tarafından hazırlanan Mart 2012 tarihli Kütahya- Gediz-Abide (Ilıca) Jeotermal Alanının Koruma Alanları Etüt Raporu kullanılarak temin edilen verilere göre kuyu başı sıcaklığı; 96 °C, kuyu dip sıcaklığı 106 °C, debisi ise 100 litre/sn'dir. Farklı derinliklerdeki basınç ve sıcaklık değerleri Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12: Dinamik Sıcaklık ve Dinamik Basınç Test Değerleri¹⁵

Derinlik (m)	Basınç (Psi)	Sıcaklık (°C)	Derinlik (m)	Basınç (Psi)	Sıcaklık (°C)
0	31,7	103,47	275	406,2	104,94
25	55,7	104,01	300	440,2	104,96
50	87,5	104,17	325	475,4	104,98
75	121,7	104,22	350	511	105
100	158,5	104,52	375	547	105,02
125	195,2	104,68	400	581,8	105,04
150	230,4	104,81	425	617,3	105,06
175	266	104,84	450	652,7	105,08
200	299,6	104,87	475	688,2	105,09
225	334,9	104,89	500	724,9	105,11
250	370,8	104,92	525	760,5	105,13

Kapasite analizi seçiminde bu alanda son 3 yıl içinde yatırım yapmış olan Afyonkarahisar Jeotermal Elektrik Üretim A.Ş. (AF-JET) gibi firmalarla ikili görüşmeler neticesinde elde edilen bilgiler de etkili olmuştur. Bu kapsamda AF-JET firmasının sağlamış olduğu verilerle oluşturulmuş olan Tablo 13 aşağıda yer almaktadır.

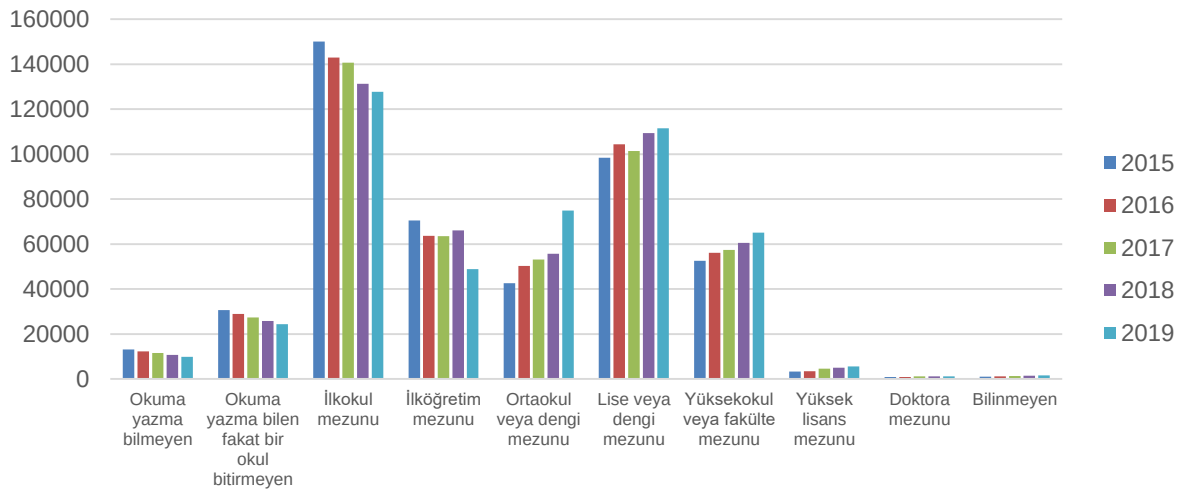
¹⁵ MTA, "Kütahya-Gediz-Abide (Ilıca) Jeotermal Alanının Koruma Alanları Etüt Raporu," 2012.

Tablo 13: Su Debisine ve Sıcaklıklarına Göre Kapasite Teklifleri

ORC İkili Çevrim Tekniği	Firma 1	Firma 2	Firma 3	
			Alternatif 1	Alternatif 2
Teklif Edilen Bürüt Çıkış Gücü KW/h	3.000	3.000	3.000	3.050
Teklif Edilen Sistem İç İhtiyacı KW/h	250	300	325	350
Teklif Edilen Net Çıkış Gücü KW/h	2.750	2.700	2675	2.700
Jeotermal Giriş/Çıkış Sıcaklıkları	90/70	90/70	90/70	
Soğutucu Giriş/Çıkış Sıcaklıkları	14/21	14/21	14/21	
Gerekli Jeotermal Debi l/s	100	100	100	
Alternatör Devir/Çıkış Gerilimi	1.500rpm/6.000kV	1.500rpm/6.000kV	1.500rpm/6.000kV	3.000rpm/6.000kV
Kullanılan Yardımcı Akışkan	R-134a	R-134a	R-134a	Iso-Pentane
Kullanılan Yardımcı Akışkan Miktarı	18.300Kg	-	-	

3.3. İnsan Kaynakları

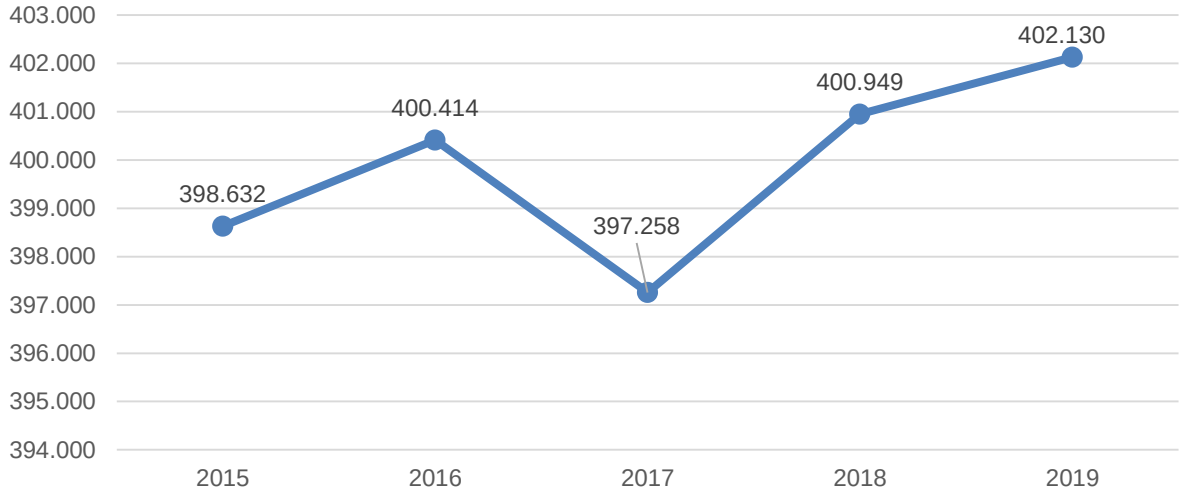
Kütahya’da son 5 yıl için nüfusunun eğitim kademelerine göre durumu incelendiğinde ortaokul, lise, yüksekokul veya fakülte, yüksek lisans ve doktoralı mezun sayıları artış gösterdiği Şekil 10’da anlaşılmaktadır.

Şekil 10: Kütahya’da 15 Yaş Üstü Nüfusun Eğitim Durumu, 2015 - 2019¹⁶

¹⁶ TÜİK, “Eğitim, Nüfus ve İş Gücü Verileri”, 2019, www.tuik.gov.tr.

Kütahya’da son 5 yıllık dönemde çalışma çağındaki nüfus (15-65 yaş arası) ortalama 399.877 olup 2018 ve 2019 yıllarında artma eğilimi göstermiştir. Aynı dönemdeki çalışma çağındaki nüfusunda (15-65 yaş arası nüfusta) %1’lik bir artış gerçekleştiği Şekil 11’den anlaşılmaktadır.

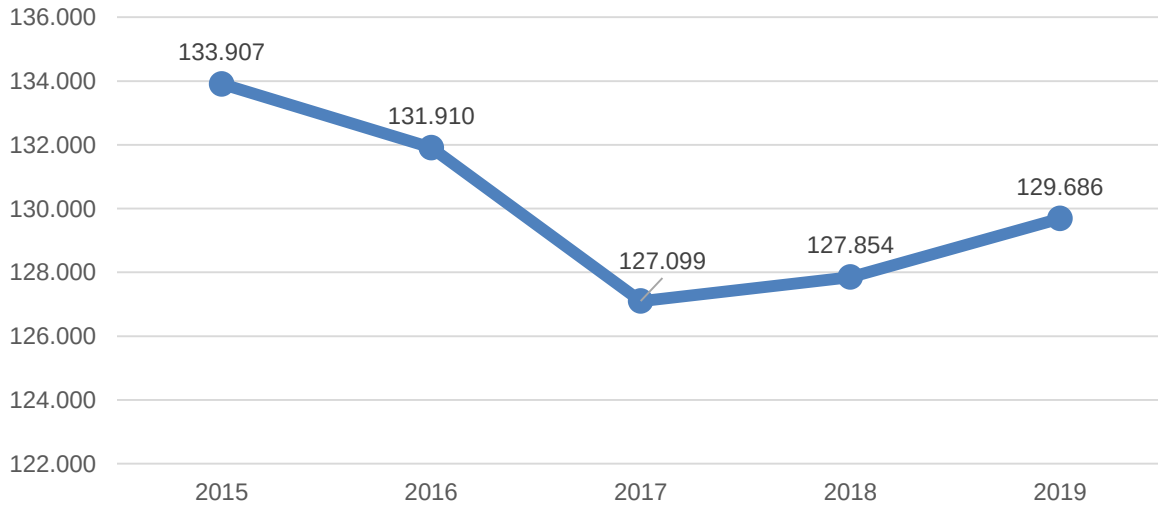
Şekil 11: Kütahya’daki Çalışma Çağındaki Nüfus (15-65 yaş arası), 2015 -2019



Kaynak: TÜİK, 2019

Şekil 12’de görüldüğü üzere ildeki genç nüfusta son 3 yılda artış eğilimi söz konusudur. Genç nüfusun çalışma çağındaki nüfusa oranı son 5 yıl için ortalama %33’tür.

Şekil 12: Kütahya’da Genç Nüfus (15-29 yaş arası), 2015-2019¹⁷



¹⁷ TÜİK, “Eğitim, Nüfus ve İş Gücü Verileri”, 2019, www.tuik.gov.tr.

Tablo 14: Genç Nüfusun Çalışma Çağındaki Nüfusuna Oranı (15-29 yaş arası), 2015-2019¹⁸

Yıl	Kütahya
2015	%34
2016	%33
2017	%32
2018	%32
2019	%32

Projenin gerçekleştirilmesi ve santralin kurulması ile işletmeye alınmasından yatırımcı sorumlu olacaktır. Yatırımcı santral kurulumu işini uygun niteliklerde hazırlanmış olan ihale metinleri ile duyuracaktır. Gerekli yetkinliklere sahip olan potansiyel tedarikçilerden teklifler alınarak projenin uygulanmasına başlanacaktır. Gerekli olan iş gücü ihtiyacının işi alan yüklenici tarafından karşılanması öngörülmektedir.

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 2 elektrik teknikeri ve 2 makine teknikerinin istihdamı gerçekleştirilecektir. Santralde saha personeli olarak 2 kişinin işçi statüsünde istihdam edilmesi öngörülmektedir.

Tablo 15: Yeni İstihdam Edilecek Personel Adetleri ve Ücretleri

Personel Unvanı	Sayısı	Aylık Net Ücret (\$)	Yıllık Net Ücret (\$)	Aylık Toplam Maliyet (\$)	Yıllık Toplam Maliyet (\$)
Elektrik Mühendisi	1	1.413	16.951	2.606	31.270
Makine Mühendisi	1	1.413	16.951	2.606	31.270
Jeofizik Mühendisi	1	1.413	16.951	2.606	31.270
Elektrik Teknikeri	2	1.695	20.342	3.045	36.543
Makine Teknikeri	2	1.695	20.342	3.045	36.543
İşçi	2	848	10.171	1.436	17.230
Güvenlik Görevlisi	3	1.271	15.256	2.154	25.845
Ön Muhasebe Personeli	2	848	10.171	1.436	17.230
TOPLAM	14	10.595	127.135	18.933	227.201

¹⁸ TÜİK, “Eğitim, Nüfus ve İş Gücü Verileri”, 2019, www.tuik.gov.tr.

4. FİNANSAL ANALİZ

4.1. Sabit Yatırım Tutarı

Yatırımın tahmini gerçekleşme süresi 2 yıldır. İlk yıl detaylı etüt çalışmalarının yapılması planlanmaktadır. Bu kapsamda sondaj ve arama çalışmaları ile bu kapsamdaki izin ve ruhsatlar tamamlanacaktır. Sondaj kuyusunun açılmasına yönelik bina-inşaat ve arazi kamulaştırma bedeli de dahil olmak üzere ilk yıl içerisinde yaklaşık 150.000 \$ tutarında yatırım gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

1.500 m uzunluğunda ve 5 m genişliğinde toplam 7.500 m² alanda inşa edilecek isale hattı için kamulaştırma yapılması gerekmektedir. Bu alan için öngörülen kamulaştırma bedeli ise 32 TL/m² (4,5203 \$) olarak dikkate alınmış olup isale hattının toplam kamulaştırma bedeli 240.000 TL (33.902 \$) olarak hesaplanmıştır.

3 MW kurulu güce sahip jeotermal kaynaklı elektrik üretim tesisi için seçilen teknolojinin (ORC sisteminin) gerektirdiği türbin, jeneratör, ısı eşanjörü, kondenser, borular ve kontrol otomasyon sistemi dahil 36.800.000 TL (5.198.401 \$) tutarında makine ve ekipman alımı ile toplam sabit yatırım tutarı 39.640.000 TL (5.599.582 \$) olarak öngörülmektedir.

Tablo 16: Sabit Yatırım Maliyet Tablosu

Gider Kalemi	Yaklaşık Tutar (₺)	Yaklaşık Tutar (\$)
Arazi Bina Maliyeti	1.840.000	259.920
Arazi	240.000	33.903
Bina	1.600.000	226.017
Makine Teçhizat Maliyeti	36.800.000	5.198.401
Türbin	15.000.000	2.118.913
Jeneratör	3.500.000	494.413
Eşanjör	4.800.000	678.052
Kondenser	12.500.000	1.765.761
Kontrol Otomasyon Sistemi	1.000.000	141.261
Diğer Harcamalar	1.000.000	141.261
Diğer Harcamalar	1.000.000	141.261
TOPLAM	39.640.000	5.599.582

4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Jeotermal Santralin kurulu kapasitesi 3 MW olacaktır. Santralde üretilen 3MW elektrik enerjisinin 2.750 KW'lık kısmı satışa sunulacaktır. 250 KW ise işletmenin elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılamak üzere kullanılacaktır. Birim üretim miktarı KW cinsinden değerlendirilmektedir.

Küresel ağırlıklı ortalama seviyeli elektrik üretim maliyetinin 2021 yılı içerisinde 5 dolar cent/kWh olması bekleniyor.¹⁹ Bu durumda yıllık 1.100.000 \$, ilk 10 yıllık dönemde ise 11.000.000 \$ gider oluşacağı öngörülmektedir. Bu giderler EPDK tarafından jeotermal enerji tesisleri için kapasite faktörü 0,92 alındığından yıllık olarak 8.000 saatlik üretimin gerçekleşeceği öngörülmektedir. Üretilen elektriğin yıllık satışından elde edilecek olan gelir 1.678.600 \$ olarak beklenmektedir.

Yatırım dönemi için İller Bankası üzerinden sağlanacak olan kredi faiz oranı olan %5 + LIBOR dikkate alınarak %6 faiz oranı hesaplamalarda kullanılmış olup yatırımın geri dönüş süresi 15,94 yıl olarak hesaplanmıştır.

5. ÇEVRESEL ve SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğinde yer alan “Çevresel Etki Değerlendirmesi Uygulanacak Projeler Listesi”ne göre Tesisin işletmeye geçebilmesi için söz konusu yatırım için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’ndan alınacak Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) gerekli değildir belgesi alınmalıdır.

Yatırımın sağlayacağı çevresel ve sosyal faydaları Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 17: Yatırımın Sağlayacağı Çevresel ve Sosyal Faydalar

No	Çevresel Faydalar	Sosyal Faydalar
1	Çevre dostu bir enerji kaynağı kullanılacağı için çevre kirliliğinin önlenmesi	İlçe halkı için nitelikli bir iş imkânı oluşturulması, istihdamın artması
2	Kaynakların yerinde ve etkin kullanımı	Kurumsal kapasitelerin gelişmesi
3	Doğal çevre ve peyzajın korunması	Çevreci ve Sağlıklı yaşam bilincin artması
4	Alt ve üst yapı olanaklarının geliştirilmesi	Göçün azalması

¹⁹

https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf, 2021, Sayfa 102.

KAYNAKLAR

- Britannica. "Binary-Cycle Geothermal Power Generation." Erişim Tarihi: 11.11.2020, 2020. <https://www.britannica.com/science/binary-cycle-geothermal-power>.
- EPDK. "Elektrik Üretim Kapasite Projeksiyonları." Erişim Tarihi: 04.11.2020, 2020. <http://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-66-3/elektrikuretim-kapasite-projeksiyonlari>.
- "Enerji Piyasası Veritabanı Yönetim Sistemi." Erişim Tarihi: 06.11.2020, n.d. <http://lisans.epdk.gov.tr/epvys-web/faces/pages/lisans/elektriklstatistik/elektriklstatistik.xhtml>.
- "Kurul Kararı." Erişim Tarihi: 12.11.2020, 2018. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/06/20200625-3.pdf>.
- EPİAŞ. "Enerji Piyasaları İşletme A.Ş." Erişim Tarihi: 06.11.2020, 2020. <https://www.epias.com.tr/epias-kurumsal/hakkimizda/>.
- "Gerçek Zamanlı Üretim - Lisanslı Üretim Miktarı - YEKDEM | Şeffaflık Platformu ve Zafer Kalkınma Ajansı Hesaplamaları." Erişim Tarihi: 06.11.2020, 2020. <https://seffalik.epias.com.tr/transparency/uretim/yekdem/lisansli-uretim-miktari/yekdem-lisansli-gercek-zamanli-uretim.xhtml>.
- ESKİN, Mert Can. "ÇŞB, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevre ve Ekonomiye Etkileri, Uzmanlık Tezi." Erişim Tarihi: 06.11.2020, 2018. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/strateji/icerikler/mert-can-eskin--yenilenebilir-enerji--20181128100301.pdf>.
- Huttrer, Gerald W. "Geothermal Power Generation in the World 2015-2020 Update Report." Erişim Tarihi: 18.09.2020, 2020, 4. <https://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/WGC/2020/01017.pdf>.
- MTA. "Kütahya-Gediz-Abide (Ilıca) Jeotermal Alanının Koruma Alanları Etüt Raporu," 2012.
- N. Sönnichsen. "Geothermal Energy Capacity Worldwide 2019 | Statista." Erişim Tarihi: 18.09.2020, 2020. <https://www.statista.com/statistics/476281/global-capacity-of-geothermal-energy/>.
- Oğuz Türkyılmaz, and Yusuf Bayrak. "TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Elektrik Üretimi Raporu." Erişim Tarihi: 15.09.2020, n.d., 51. <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2020>.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. "Yatırıma Destek Platformu." Erişim Tarihi: 15.09.2020. Accessed September 15, 2020. https://www.yatirimadestek.gov.tr/pdf/assets/upload/dosyalar/ozet-sgk_istihdam_tesvikleri.pdf.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. "Bilgi Merkezi- Jeotermal." Erişim Tarihi: 15.09.2020, 2020. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal>.
- TEİAŞ. "Kurulu Güç Raporları." Erişim Tarihi: 23.11.2020, 2020. <https://webapi.teias.gov.tr/file/062ff010-2a99-4382-b31c-efd1ba15b30c?download>.
- TÜİK. "Eğitim, Nüfus ve İş Gücü Verileri." www.tuik.gov.tr, 2019. www.tuik.gov.tr.
- Zafer Kalkınma Ajansı. "Kütahya Jeotermal Kaynakları." Lindal Diagramı Ajans Tarafından Modifiye Edilmiştir., 2019, 3.

Ek-1: Fizibilite Çalışması için Gerekli Olabilecek Analizler

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 gözlemlemek 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.

$$NBD = \sum_{t=0}^{\infty} (NA_t / (1-k)^t)$$

NA_t : 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.

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

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.

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

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.

$$\text{Başabaş Noktası} = \text{Sabit Giderler} / (\text{Birim Fiyat} - \text{Birim Değişken Gider})$$

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



Cumhuriyet Mahallesi Öncü Sokak No:39 43020 Merkez/KÜTAHYA

Tel: 0 (274) 271 77 61 – Faks: 0 (274) 271 77 63

E-posta: info@zafer.gov.tr | www.zafer.gov.tr

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz.