



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Ankara İli Jeotermal Kaynaklı Elektrik Üretim Santrali

Ön Fizibilite Raporu





T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



Ankara İli Jeotermal Kaynaklı Elektrik Üretim Santrali

Ön Fizibilite Raporu



2021

MART

RAPORUN KAPSAMI

Bu ön fizibilite raporu, Beypazarı ilçesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından ekonomik katma değer üreterek yerel kalkınmayı desteklemek amacıyla Ankara ilinde jeotermal elektrik üretimi santrali kurulmasının uygunluğunu tespit etmek, yatırımcılarda yatırım fikri oluşturmak ve detaylı fizibilite çalışmalarına altlık oluşturmak üzere Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda faaliyet gösteren Ankara 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 Ankara Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz.

Bu raporun tüm hakları Ankara 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; Ankara 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	7
2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi.....	9
2.2.2. Diğer Destekler	10
2.3. Sektörün Profili.....	11
2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep	14
2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini.....	15
2.6. Girdi Piyasası	16
3. TEKNİK ANALİZ.....	17
3.1. Kuruluş Yeri Seçimi	17
3.2. Üretim Teknolojisi.....	18
3.3. İnsan Kaynakları	22
4. FİNANSAL ANALİZ	26
4.1. Sabit Yatırım Tutarı	26
4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi.....	27
5. ÇEVRESEL ve SOSYAL ETKİ ANALİZİ	29

TABLolar

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Üretim Tesis Tiplerine Göre Uygulanacak Fiyatlar (Türk Lirası kuruş/kWh).....	7
Tablo 2. Yenilenebilir Enerji Üretim Tesis Tiplerine Göre Yerli Katkı İlave Destekleri (Türk Lirası kuruş/kWh)	8
Tablo 3. Kurulu Güce Göre Lisans Bedelleri.....	10
Tablo 4. 2019 Yılı Lisanslı Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı	11
Tablo 5. Birincil Kaynaklara Göre Santral Adetleri ve Kurulu Güç.....	12
Tablo 6. Birincil Kaynaklar ve Lisans Durumlarına Göre Santral Sayıları	13
Tablo 7. Jeotermal, Rüzgar ve Güneş Enerjisi Üretim Kapasitesindeki Gelişim (2009-2019)13	
Tablo 8. Türkiye'nin Kurulu Güç Bakımından En Büyük İlk 10 Enerji Santrali	14
Tablo 9. Yurtiçi Elektrik Tüketim Talebi (MWh)	14
Tablo 10. Jeotermal Elektrik Üretim Santrali Üniteleri ve Tanımları	21
Tablo 11. Ankara'da 15 Yaş Üstü Nüfusun Eğitim Durumu, 2015-2019.....	22
Tablo 12. Ankara'da Okuryazarlık Durumuna ve Cinsiyete Göre Nüfusun Dağılımı (%), 2018	23
Tablo 13. Eğitim Düzeyine Göre Nüfus Oranları (%), 2018.....	23
Tablo 14. Ankara'da Çalışma Çağındaki Nüfus, 2015-2019.....	23
Tablo 15. Ankara'da Genç Nüfus, 2015-2019	24
Tablo 16. Ayaş ve Beypazarı'nda 15+ Yaş Eğitim Durumuna Göre Nüfus, 2015-2019	24
Tablo 17. İşletme Dönemi Aylık Personel Giderleri.....	25
Tablo 18. İşletme Dönemi Yıllık Personel Giderleri.....	26
Tablo 19. Tahmini Sabit Yatırım Maliyeti Tablosu.....	26
Tablo 20. Jeotermal Elektrik Santralinin Aylık ve Yıllık Üretim Projeksiyonu (kWh).....	27
Tablo 21. Jeotermal Elektrik Santralinin Aylık ve Yıllık Gelir Projeksiyonu	28
Tablo 22. Jeotermal Elektrik Santralinin Aylık ve Yıllık Gider Projeksiyonu.....	28
Tablo 23. Sabit Yatırım Tutarı, Net Nakit Girişi Alternatifleri ve Yıllık İşletme Gideri Projeksiyonu.....	29

HARİTALAR

Harita 1. Beypazarı, Jeotermal Enerji Santralinin Kurulması Planlanan Parseller	17
---	----

ŞEKİLLER

Şekil 1. Tek Flash (Single Flash) ve Çift Flash (Double Flash) Çevrimler	18
Şekil 2. Çift Akışkanlı (Binary) ve Kombine Çevrim.....	19
Şekil 3. Çift Akışkanlı Rejeneratörlü Çevrim ve Çift Akışkanlı Eşanjörlü Rejeneratif Çevrim.	19
Şekil 4. Organik Rankin Çevrimi (ORC) Sistemi	20
Şekil 5. Yatırımın Geri Ödeme Süresi (Yıl)	29

ANKARA İLİ JEOTERMAL KAYNAKLI ELEKTRİK ÜRETİM SANTRALİ ÖN FİZİBİLİTE RAPORU

1. YATIRIMIN KÜNYESİ

Yatırım Konusu	Jeotermal Enerji ile Elektrik Üretim Santrali	
Üretilecek Ürün/Hizmet	Elektrik Enerjisi	
Yatırım Yeri (İl - İlçe)	Ankara - Beypazarı	
Tesisin Teknik Kapasitesi	1000 kWe/yıl	
Sabit Yatırım Tutarı	2.663.538 \$	
Yatırım Süresi	24 ay	
Sektörün Kapasite Kullanım Oranı	%69	
İstihdam Kapasitesi	8	
Yatırımın Geri Dönüş Süresi	5 yıl 6 ay	
İlgili NACE Kodu (Rev. 3)	35.11.19 Elektrik enerjisi üretimi	
İlgili GTİP Numarası	-	
Yatırımın Hedef Ülkesi	Türkiye	
Yatırımın Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına Etkisi	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki
	Amaç 7: Erişilebilir ve Temiz Enerji	Amaç 8: İnsana Yakınsır İş ve Ekonomik Büyüme Amaç 11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar
Diğer İlgili Hususlar	Beypazarı Kapullu Mahallesiinde önemli bir tarihsel geçmişe sahip termal kaynakların 73 santigrat sıcaklık değeriyle verimli düzeyde elektrik üretim potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. Yenilebilir enerji kaynaklarının katma değerli üretime kazandırılması ile kırsalda çevre dostu enerji üretimi mümkün olurken, yerel istihdamın ve büyümemin de desteklenmesi mümkün olabilecektir.	

Subject of the Project	Establishment of a Power Generation Plant with Geothermal Energy	
Information about the Product/Service	Electricity Generation	
Investment Location (Province-District)	Ankara - Beypazarı	
Technical Capacity of the Facility	1000 kWe per year	
Fixed Investment Cost (USD)	2.663.538 \$	
Investment Period	24 months	
Economic Capacity Utilization Rate of the Sector	%69	
Employment Capacity	8	
Payback Period of Investment	5 years 6 months	
NACE Code of the Product/Service (Rev.3)	35.11.19 Generation of electrical energy	
Harmonized Code (HS) of the Product/Service	-	
Target Country of Investment	Turkey	
Impact of the Investment on Sustainable Development Goals	Direct Effect	Indirect Effect
	Goal 7: Accessible and Clean Energy	Goal 8: Decent Work and Economic Growth Goal 11: Sustainable Cities and Communities
Other Related Issues	It has been determined that thermal springs with an important historical background in Beypazarı Kapullu Neighborhood have an efficient electricity generation potential with a temperature of 73 degrees Celsius. By bringing renewable energy resources into value-added production, it will be possible to produce environmentally friendly energy in the countryside, while supporting local employment and growth.	

2. EKONOMİK ANALİZ

2.1. Sektörün Tanımı

“Jeotermal” ifadesi yer anlamındaki “geo” ile sıcaklık anlamına gelen “termos” kelimelerinin birleşiminden oluşmakta, “yer-sıcaklığı” anlamına gelmektedir. Jeotermal enerji ise yerin altında üretilen ve depolanan termal enerjidir. Termal enerji maddenin sıcaklığını belirleyen enerjidir. Yerkabuğundaki jeotermal enerjinin kaynağı %20 oranında gezegenin orijinal oluşumundan gelmekte iken, geriye kalan %80’i ise radyoaktif mineral bozulmalarından kaynaklanmaktadır. Jeotermal kaynaklar teknik potansiyel bakımından tükenmez nitelikte olduğundan, yenilenebilir enerji kaynakları arasında ifade edilmektedir. Dünyanın çekirdeğindeki termal enerji radyoaktif bozunmalar tarafından oluşmaktadır ve sıcaklık 5.000 °C’ye erişebilmektedir. Bu sıcaklığın oluşturduğu ısı enerjisi, çekirdeği kuşatan kayalara iletilir, yüksek sıcaklık ve basınç kayaları eritir ve magma konveksiyon katı haldeki kayadan daha hafif olduğu için yukarı doğru hareket eder. Magma yerkabuğundaki kaya ve suyu ısıtır, kimi yerlerde 370 °C’ye kadar erişebilir.

Binlerce yıldır kaplıcalarda banyo ve tedavi için kullanılan jeotermal enerji, son 60 yıldır elektrik enerjisi üretiminde de kullanılmaktadır. Jeotermal enerji düşük maliyetli, yüksek verimli, güvenilir, sürdürülebilir ve çevre dostu bir enerji türüdür. Jeotermal kaynaklar ile üretilebilecek enerji potansiyeli dünya enerji ihtiyacının çok üzerindedir. Arama ve sondaj faaliyetlerinin pahalı olması nedeniyle ülkeler bu potansiyelin çok azından faydalanabilmektedir. Son dönemde jeotermal enerjiye olan ilgi artmakta, pahalı olan araştırma ve sondaj faaliyetlerini kimi ülkelerde kamu üstlenmekte, sektör hızlı bir gelişim göstermektedir. Örneğin, İzlanda’da üretilen toplam elektrik enerjisinin %30’u, Portekiz’de %29’u, Çin’de %24’ü, Fransa’da %16’sı, Yeni Zelanda’da %10’u ve Almanya’da %6,6’sı jeotermal santrallerden sağlanmaktadır. Chevron özel sektör olarak dünyanın en büyük jeotermal enerji üreticisi şirkettir. En büyük jeotermal elektrik üretim sahası Kuzey Kaliforniya’daki The Geysers bölgesindedir¹. Bu bölge, 22 enerji santralinden oluşan 1.517 kapasiteye sahip Geysers Jeotermal Kompleksi olarak adlandırılmaktadır. Dünyadaki toplam kapasite ise 2009 yılındaki 9,8 GW’dan, 2019 yılı itibarıyla 13,9 GW seviyesine erişmiştir. Son 10 yılda dünya Jeotermal Enerji bakımından en hızlı gelişim gösteren ülke ise Türkiye olmuştur². Ülkemiz jeotermal kaynaklar açısından büyük bir potansiyele sahip olup, Avrupa’da kaynak potansiyeli açısından birinci, kaplıca uygulamaları konusunda ise üçüncü sırada yer almaktadır. Sıcaklıkları 20-110 C arasında, debileri ise 2-500 lt/sn arasında değişebilen 1.500’den fazla kaynağa sahip olan ülkemiz kaynak zenginliği ve potansiyeli açısından dünyada ilk yedi ülke arasında değerlendirilmektedir³.

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 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.

¹ Aydın, Levent, Enerji Ekonomisi ve Politikaları, Seçkin Yayınevi, 2014

² STATISTA Küresel İş ve Ekonomi Verileri Veritabanı, <https://www.statista.com/statistics/476281/global-capacity-of-geothermal-energy/>, son erişim tarihi 1.11.2020

³ Akkuş, İ. Ve Alan, H., Türkiye’nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneri Raporu, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 2016

⁴ KOSGEB, <https://www.kosgib.gov.tr/Content/Upload/Dosya/DesteklenenSektörler.pdf>, son erişim tarihi 15.11.2020

2.2. Sektöre Yönelik Sağlanan Destekler

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, 10 Mayıs 2005 tarihinde kabul edilmiş, 2010 yılında 6094 sayılı değişiklikle son halini almıştır. Kanunla yenilenebilir enerjiden elektrik üreten tesislerin, üretim miktarı baz alınarak desteklenmesi öngörülmüştür. Kamu kesimince elektrik üretim yatırımlarına sağlanan en önemli desteğin bu kanun ve devamı niteliğindeki mevzuat hükümleri ile sağlanmıştır. 8 Ocak 2011 tarihli ve 27809 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile yenilenebilir enerji kaynaklarına kaynak türüne ve yerlilik oranına göre teşvik verilmesi düzenlenmiştir. Bu çerçevede EPDK tarafından hazırlanan yönetmelik ile Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizmasının ayrıntıları belirlenmiştir.

“Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik” 01/10/2013 tarihli ve 28782 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik enerjisi üretiminin teşvik edilmesine yönelik olarak üretim lisansı sahiplerine Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi verilmesi ve YEK Destekleme Mekanizmasının (YEKDEM) kurulmasına ve işletilmesine ilişkin esaslar düzenlenmiştir. Kanun kapsamında verilen desteklerden biri alım teminatı desteğidir. Buna göre; yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi yapan ve YEKDEM (Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması)’e tabi olmak isteyen tesisler, kWh üzerinden belirlenen fiyatlardan toplamda 10 yıl süre ile alım teminatı ile desteklenmiştir. Alım teminatı desteği sürecinde genel işleyiş yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim lisansına sahip olan kişilerin, bir sonraki yıl faydalanmak için YEKDEM’e kayıt olmak için 31 Ekim tarihine kadar EPDK’ya başvuru yapması şeklinde düzenlenmiştir. EPDK; 30 Kasım sonuna kadar başvuruları değerlendirir, yıllık üretim kapasiteleri ve yıllık üretim programının da bulunduğu nihai YEK listesini Piyasa İşletmecisine (PMUM-Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi) bildirir. PMUM, katılımcının YEKDEM’e tabi olduğu tarihten itibaren, katılımcının Milli Yük Tevzi Merkezi’ne (MYTM) bildirdiği günlük üretim miktarını, piyasa fiyatlarından bağımsız olarak piyasa katılımcılarına (elektrik tedarikçilerine) teklif ederek uzlaştırmanın yapılmasını sağlar⁵. Son olarak; piyasa katılımcılarının, YEKDEM katılımcılarına piyasa fiyatlarının üstünde ödedikleri tutar yönetmelik kapsamında hesaplanarak PMUM tarafından buna ilişkin ödeme yapılır. Aşağıdaki Tablo’da YEKDEM Kapsamında Sağlanan Teminatlı Fiyatlar yer almaktadır.

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Üretim Tesis Tiplerine Göre Uygulanacak Fiyatlar (Türk Lirası kuruş/kWh)

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (Türk Lirası kuruş/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	40
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	32
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	54
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (Çöp Gazı/Biyometanizasyon/Termal Bertaraf)	32/54/50
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	32

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik⁶

⁵ Arslantaş, Mehmet Eray, Türkiye’de Jeotermal Enerji Santrallerinin Ekonomik Açından Fırsat Maliyetlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 2019.

⁶ 29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanun kapsamında çıkarılan yönetmelik, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm>

26/07/2012 tarih 28365 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik ile elektrik enerjisi üreten tesisler bünyesindeki makine teçhizatın yurtiçinde imal edilmiş olması dikkate alınmıştır. Bu çerçevede yapılan değerlendirmelerde üretilen elektriğin 5 yıl süre ile kW başına aşağıdaki yerli üretim parçalarının kullanılması şartına bağlı olarak aşağıdaki Tablo'da belirtilen ilave tutarlarla satın alınması teminat altına alınmıştır.

"Yerli Katkı İlavesi" olarak belirtilen bu destekten yararlanma ön şartı YEKDEM'de yer almaktadır. Yönetmeliğe göre; gerçek ve tüzel kişilerin, 31.12.2020 tarihinden önce işletmeye alınan üretim tesislerinde kullanılan mekanik/elektro-mekanik aksamın yurt içinde üretildiği durumlarda, bu tesislerde üretilip dağıtım sistemine verilen elektrik için, I sayılı cetvelde yer alan alım fiyatlarına, II sayılı cetvelde belirtilen yerli katkı ilavesi eklenmektedir. Tablo'da belirtildiği üzere tesise ve yurt içinde gerçekleşen imalata kWh başına en az 0,4 en fazla 3,5 cent yerli katkı ilavesi yapılmaktadır. 2013 yılında yürürlüğe giren yerli aksam desteğinden faydalanan santral sayısının yıllar içinde arttığı bilinmektedir.

Tablo 2. Yenilenebilir Enerji Üretim Tesis Tiplerine Göre Yerli Katkı İlave Destekleri (Türk Lirası kuruş/kWh)

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Maksimum Yerli Katkı ile Ulaşılabilecek Fiyat (Kuruş /kWh)
A. Hidroelektrik üretim tesisi	1-Türbin	40
	2-Jeneratör ve güç elektroniği	
B.Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1-Kanat	32
	2-Jeneratör ve güç elektroniği	
	3-Türbin kulesi	
	4-Rotor ve nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç)	
C.Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	20,0
	2- PV modülleri	
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	
	4- İnvertör	
	5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	
D. Yoğunlaştırılmış	1- Radyasyon toplama tüpü	50

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Maksimum Yerli Katkı ile Ulaşılabilecek Fiyat (Kuruş /kWh)
güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	2- Yansıtıcı yüzey levhası	
	3- Güneş takip sistemi	
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	
	5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	
	6- Stirling motoru	
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	
E. Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	32
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	
	4- Buhar veya gaz türbini	
	5- içten yanmalı motor veya stirling motoru	
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	
	7- Kojenerasyon sistemi	
F. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	54
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	

Kaynak: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklemesine İlişkin Yönetmelik

2.2.1. Yatırım Teşvik Sistemi

Yeni yatırım teşvik belgesi düzenlenmesine ilişkin tüm müracaatlar ile yabancı yatırımcıların Türkiye’de kurdukları şirket ve şubeler tarafından Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’na yapılan bildirimler Teşvik Uygulama ve Yabancı Sermaye Genel Müdürlüğü tarafından yönetilen E-TUYS adlı web tabanlı uygulama aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji üretim santralleri için 8 Ocak 2011 Tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan 6094 sayılı Kanun ile arazi ediniminde kolaylıklar sağlanmıştır. Bu kanuna göre: ‘Milli park, tabiat parkı, tabiat anıtı ile tabiatı koruma alanlarında, muhafaza ormanlarında, yaban hayatı geliştirme sahalarında, özel çevre koruma bölgelerinde ilgili Bakanlığın, doğal sit alanlarında ise ilgili koruma bölge kurulunun olumlu görüşü alınmak kaydıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulmasına izin verilir. Bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik enerjisi üretim tesisleri için 29/6/2001 tarihli ve 4706 sayılı Hazineye Ait Taşınmaz Malların Değerlendirilmesi ve Katma Değer Vergisi Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanunun ek 2 nci maddesi hükümleri uygulanmaz’ hükümleri derç edilmiştir. Kanunun tasarrufunda bulunan araziler ya da diğer gayrimenkuller enerji üretimine konu yatırımlarda kullanılmak şartıyla kullanıma izin verilmesi bu maddeyle hükme bağlanmıştır.

15/06/2012 tarih ve 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar ile yatırımlar, sektörüne ve bölgesine göre farklı oranlarda desteklenmektedir. Ankara ili için 1. Bölge destekleri geçerlidir. Bununla beraber, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak gerçekleştirilecek elektrik üretimi yatırımları herhangi bir bölgesel ilave desteğe tabi olmamakta, ancak bölgesine ve enerji kaynağına bakılmaksızın genel desteklerden yararlandırılmaktadır. Buna göre, firmaların Sanayi ve Teknoloji Bakanlığından alacakları yatırım teşvik belgesi ile yararlanacağı genel destekler; yatırım kapsamında temin edecekleri makine teçhizat için KDV istisnası ile gümrük vergisi muafiyeti olmaktadır. Genel teşvik uygulamaları kapsamında bu tür yatırımların destek unsurlarından yararlanabilmesi için asgari sabit yatırım tutarı; 1 inci bölgede olan Ankara için bir milyon Türk Lirası’dır.

2.2.2. Diğer Destekler

Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği’ne göre (04/08/2002 tarih ve 24836 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır) elektrik üretimi yapacak olan firmaların Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu’ndan (EPDK) lisans almaları gerekmektedir. Aşağıdaki Tablo’da EPDK Kurul Kararı (2015) ile belirlenmiş kurulu güce göre lisans bedelleri görülmektedir.

Tablo 3. Kurulu Güce Göre Lisans Bedelleri

Kurulu Güç Değeri, P= MW	Lisans Bedeli (TL)	Lisans Bedeli (\$) ⁷
0 < P ≤ 10 MW	5.500	687,5
10 < P ≤ 25 MW	11.000	1.375
25 < P ≤ 50 MW	16.500	2.062,5
50 < P ≤ 100 MW	27.500	3.437,5
100 < P ≤ 250 MW	55.000	6.875
250 < P ≤ 500 MW	110.000	13.750
500 < P ≤ 1000 MW	165.000	20.625
P > 1000 MW	275.000	34.375

Lisanssız elektrik üretimini düzenleyen yönetmelik (02/10/2013 tarih ve 28783 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır) kapsamında; kurulu gücü 1 MW’ın altında olan yenilenebilir kaynaklardan elektrik üreten tesisler için lisans alma zorunluluğu bulunmamaktadır.

Ayrıca, tek seferlik olarak alınan bu bedel ile beraber, yıllık lisans bedeli olarak üretilen her bir kWh için 0,003 TL bedel alınmaktadır (yıllık 30.000 Mwh üreten tesis için 900 TL’ye karşılık gelmektedir). Yenilenebilir kaynaklardan üretim yapan tesisler ilk sekiz yıl boyunca bu bedelden muaftır.

⁷ 1 ABD Doları = 8,00 TL, 2020 Kasım ayı ortalaması alınmıştır.

Resmi Gazete’de yayımlanan karara göre, 1 Ocak 2021-30 Haziran 2021 tarihleri arasında devreye girecek santraller 31 Aralık 2030 tarihine kadar Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması’ndan (YEKDEM) faydalanabilecektir. 18 Eylül 2020 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan Cumhurbaşkanlığı Kararı ile Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) belgeli üretim tesisleri için belirlenen fiyat desteği ise 31 Aralık 2030 tarihine kadar uygulanacaktır. YEK belgeli üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmesi durumunda, bu tesislerde enerji için belirlenen fiyat desteğine üretim tesisinin işletmeye giriş yapıldığı zamandan itibaren 5 yıl ilave destek sağlanacaktır. YEKDEM’den yararlanan santrallerin ürettiği elektriğin megavatsaatine, rüzgâr enerjisi santralleri ve hidroelektrik santraller için 73 dolar, jeotermal enerjisi santralleri için 105 dolar, biyokütle ve güneş enerjisi santralleri için 133 dolar alım garantisi verilmektedir⁸.

2.3. Sektörün Profili

Ülkemiz enerji alanında net ithalatçı pozisyonundadır. Demir-çelik ve çimento gibi enerji yoğun sınai faaliyetle ile turizm gibi dönemsel enerji talebinin yüksek olduğu alanlar ülkemizin önemli sektörleridir. Bu sebeple enerji maliyetlerinin asgari düzeye indirilmesi, Türkiye’nin de aralarında olduğu net enerji ithalatçısı ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji temin edilmesinin önemini belirgin hale getirmektedir⁹. Jeotermal enerji yaygın olarak, güç üretiminde güvenilir bir kaynak olarak kullanılmaktadır. Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 2018 yılı sonu verilerine göre 14.9 GWe düzeyindedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Endonezya, Türkiye ve Yeni Zelanda şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 70.000 MW’ti aşmış olup, Dünya’da doğrudan kullanım uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise ABD, Çin, İsveç, Belarus ve Norveç’tir¹⁰.

Ülkemizde son yıllarda elektrik üretiminde ithal kaynaklar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının özendirilmesi amacıyla yapılan yapısal düzenlemeler sonuçlarını göstermeye devam etmiş olup, 2018 yılında toplam elektrik üretiminde %30,67 olan yenilenebilir enerji kaynaklarının payı 2019’da %42,10’a yükselmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının 2018 yılı sonu itibarıyla toplam kurulu güç içerisindeki payı %44,70 iken 2019 yılında %45,23’e yükselmiştir. Toplam termik kurulu gücün oranı ise 2018 yılında %55,30 iken 2019 yılında %54,77’ye düşmüştür¹¹.

Tablo 4. 2019 Yılı Lisanslı Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı

Kaynak Türü	2018 Ocak		2019 Ocak	
	Üretim (mwh)	Oran (%)	Üretim (mWh)	Oran (%)
Doğal gaz	9.101.183,59	34,64	5.482.141,91	21,40
Barajlı hidrolik	3.087.681,14	11,75	5.467.305,15	21,34
İthal kömür	5.788.357,38	22,03	5.118.971,23	19,98
Linyit	3.645.158,35	13,87	3.585.835,34	13,99
Rüzgar	1.813.885,74	6,90	2.201.832,38	8,59
Akarsu	1.453.245,74	5,53	2.201.504,04	8,59
Jeotermal	664.251,52	2,53	773.622,50	3,02
Taş kömürü	268.008,82	1,02	269.916,41	1,05
Biyokütle	193.271,55	0,74	261.292,73	1,02

⁸ TSKB, Aylık Enerji Bülteni Eylül 2020, <http://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-bulteni-eylul-2020.pdf> , son erişim tarihi 22/10/2020

⁹ Arslantaş, Mehmet Eray, Türkiye’de Jeotermal Enerji Santrallerinin Ekonomik Açından Fırsat Maliyetlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 2019.

¹⁰ Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlas.com/ulkelere-gore-jeotermal-enerji.html>, son erişim tarihi 20/10/2020

¹¹ EPDK, Elektrik Piyasası 2019 Yılı Gelişim Raporu, Ankara, 2020

Kaynak Türü	2018 Ocak		2019 Ocak	
	Üretim (mwh)	Oran (%)	Üretim (mWh)	Oran (%)
Asfaltit	179.788,61	0,68	168.225,31	0,66
Fuel oil	79.123,19	0,30	86.318,60	0,34
Güneş	1.667,61	0,01	6.249,97	0,02
Lng	669,00	0,00	0,00	0,00
Genel Toplam	26.276.292,23	100,00	25.623.215,56	100,00

Kaynak: EPDK, Elektrik Piyasası 2019 Yılı Gelişim Raporu, 2020

TEİAŞ tarafından açıklanan verilere göre, aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere 2020 yılı itibarıyla elektrik enerjisi üretiminde jeotermal enerjiyi kullanan 54 adet santral 1.514,7 MW kurulu güce ulaşmıştır. Tablo 5'te birincil kaynaklara göre kurulu güç ve santral adedi verilmiştir.¹²

Tablo 5. Birincil Kaynaklara Göre Santral Adetleri ve Kurulu Güç

Birincil kaynak	Santral adedi	Kurulu güç (MW)
Akarsu	562	7.912,7
Asfaltit kömür	1	405,0
Atık ısı	84	369,6
Barajlı	128	21.877,1
Biyokütle	196	868,8
Doğal gaz	335	25.632,3
Fuel oil	11	305,9
Güneş	7.267	6.361,1
İthal kömür	15	8.966,9
Jeotermal	54	1.514,7
Linyit	47	10.097,3
Lng	1	2,0
Motorin	1	1,0
Nafta	1	4,7
Rüzgar	283	8.077,0
Taşkömür	4	810,8
Toplam	8.990	93.207,1

Kaynak: TEİAŞ, Ekim 2020 Kurulu Güç Raporu, 2020

Türkiye’de kayıtlı toplam 9.172 enerji santralinden 8.990’ı enerji üretmektedir. En fazla santral sayısı 7.347 ile Güneş enerjisi alanındadır. Güneş enerjisini akarsu (575), doğalgaz (336), rüzgar (314) ve biyokütle (245) santralleri izlemektedir. Jeotermal elektrik üretim santralleri ise serbest üretim şirketi santralleri sınıfında olmak üzere toplam 60 adettir. EPDK tarafından, lisanslı elektrik üretiminin kaynak bazında 1990 yılından bu yana gelişimi aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere, jeotermal, rüzgar, güneş ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payı her geçen yıl artmıştır.

¹² TEİAŞ, Ekim 2020 Kurulu Güç Raporu, <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/kurulu-guc-raporlari> son erişim tarihi 20/10/2020

Tablo 6. Birincil Kaynaklar ve Lisans Durumlarına Göre Santral Sayıları

Birincil Kaynak	EÜAŞ Santralleri	İşletme Hakkı Devredilen Santraller	Serbest Üretim Şirketi Santralleri	Yap İşlet Devret Santralleri	Lisanssız Santraller	Toplam
Güneş	0	0	31	0	7.316	7.347
Akarsu	10	65	483	4	13	575
Doğalgaz	7	0	282	0	47	336
Rüzgar	2	0	232	0	80	314
Biyokütle	0	0	196	0	49	245
Barajlı	38	23	69	1	0	131
Atık ısı	0	0	15	0	68	83
Jeotermal	0	1	59	0	0	60
Linyit	4	1	42	0	0	47
İthal kömür	0	0	15	0	0	15
Fuel oil	0	0	11	0	0	11
Taşkömür	0	0	4	0	0	4
Asfaltit kömür	0	0	1	0	0	1
Lng	0	0	1	0	0	1
Motorin	1	0	0	0	0	1
Nafta	0	0	1	0	0	1
Toplam	62	90	1.442	5	7.573	9.172

Kaynak: TEİAŞ, Ekim 2020 Kurulu Güç Raporu, 2020

EPDK sektör raporuna göre jeotermal, rüzgar ve güneş enerjisi üretiminde son 10 yılda ciddi bir gelişim gözlenmiştir. 2009 yılında Jeotermal elektrik santrallerinin toplam üretim kapasitesi 77,2 mW iken, 2019 yılı itibarıyla 19,6 katına çıkarak 1.514,7'ye erişmiştir. Türkiye kurulu güç kapasitesi içindeki payı da binde 17'den % 1,66'ya yükselmiştir.

Tablo 7. Jeotermal, Rüzgar ve Güneş Enerjisi Üretim Kapasitesindeki Gelişim (2009-2019)

	Jeotermal (mWe)	Rüzgar (mWe)	Güneş (mWe)	Toplam (mWe)
2009	77,2	791,6	-	44.761,2
2019	1.514,7	7.591,2	5.995,2	91.267,0

Kaynak: EPDK, Enerji Sektörü Yıllık Gelişim Raporu, 2020

Türkiye'de jeotermal enerji ile ilgili yatırımlar hızla artmakta olup, halen faaliyette olan en büyük 10 jeotermal enerji santraline ait bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 8. Türkiye'nin Kurulu Güç Bakımından En Büyük İlk 10 Enerji Santrali

Sıra	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 Jeotermal Santrali	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

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

2.4. Dış Ticaret ve Yurt İçi Talep

2019 yılında elektrik ithalatı geçen yıla göre %10,32 azalarak 2,21 TWh olarak gerçekleşmiştir. Elektrik ihracatı ise geçen yıla göre %9,27 azalarak 2,79 TWh olarak gerçekleşmiştir.

Üretilen elektrik ulusal şebekeye aktarıldığından kaynaklarına göre elektriğin yurtdışı alış ve satış miktar ve değerlerine ilişkin istatistikler tutulmamaktadır. Bu nedenle, jeotermal elektrik üretimine ilişkin ithalat ve ihracat miktar ve değerlerine, bu şekilde bir istatistik tutulmadığından bu bölümde yer verilmemiştir.

EPDK verilerine göre 2019 yılında faturalanan elektrik tüketimi bir önceki yıla göre %1,72 azalarak 229,6 TWh olmuştur. Bu miktarın 53,7 TWh'lik kısmı iletim gerilim seviyesinden bağlı tüketicilere, geri kalan 175,9 TWh'lik kısmı ise dağıtım gerilim seviyesinden bağlı tüketicilere satılmıştır. Ülkemizde faturalanan tüketime ait veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 9. Yurtiçi Elektrik Tüketim Talebi (MWh)

Tüketici Türü	Dağıtım Gerilim Seviyesinden Bağlı Tüketicilerin Tüketim Miktarı (MWh)		İletim Gerilim Seviyesinden Bağlı Tüketicilerin Tüketim Miktarı (MWh)		Toplam (MWh)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abone	147.685.453	134.409.689	16.747.847	1.278.906	164.433.300	135.688.596
Serbest Tüketici	30.225.373	41.494.792	38.951.356	52.414.526	69.176.730	93.909.318
Genel Toplam	177.910.826	175.904.481	55.699.203	53.693.432	233.610.030	229.597.914

Kaynak: EPDK¹³

¹³ EPDK, Elektrik Sektörü 2019 Yılı Gelişim Raporu, 2020

Artan nüfus ve ekonomik aktiviteyle birlikte Türkiye'nin yıllık elektrik enerjisi talebi 230 milyar mWh düzeylerindedir.

- 2019 yılında lisanslı elektrik üretim miktarı, 2018 yılına göre %0,59 azalarak 294.251,32 GWh olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının (hidrolik dahil) toplam lisanslı elektrik üretimi içerisindeki payı 2018 yılında %30,67 iken 2019 yılında %42,10 olmuştur. Toplam termik kurulu gücün oranı ise 2018 yılında %69,33 iken 2019 yılında %57,90 olarak gerçekleşmiştir. Tüketim miktarı ise 2018 yılına göre %0,26 azalarak 301.982,70 GWh'a ulaşmıştır.
- 2019 yılında lisanssız kurulu güç geçen yıla oranla %18,81 artarak 6.309,27 MW olmuştur. Bu miktarın %92,33'ünü güneş enerjisine dayalı santraller oluşturmaktadır. 2019 yılında lisanssız üretim miktarı 2018 yılına göre %19,68 oranında artarak 9.829,45 GWh olmuştur. Bu miktarın %95,90'ı güneş enerjisinden elde edilmiştir.
- 2019 yılında elektrik ithalatı geçen yıla göre %10,32 azalarak 2,21 TWh olarak gerçekleşmiştir. Elektrik ihracatı ise geçen yıla göre %9,27 azalarak 2,79 TWh olarak gerçekleşmiştir.
- 2019 yılında ağırlıklı ortalama Piyasa Takas Fiyatı (PTF) 2018 yılına kıyasla %15,18 artarak 268,48 TL/MWh olmuştur. 2019 yılında ortalama Sistem Marjinal Fiyatı (SMF) 2018 yılına göre %7,28 artarak 250,25 TL/MWh olmuştur.
- 2019 yılında YEK Destekleme Mekanizmasından (YEKDEM) faydalanan lisanslı katılımcı sayısı 777'e ulaşmış olup bu katılımcıların kurulu gücü 20.921,5 MW'tır.
- 2019 yılında YEKDEM katılımcılarının üretimleri, 2018 yılına kıyasla %22,5 artarak 76,69 TWh olarak gerçekleşmiştir. Bu miktarın %48,2'si hidroelektrikten, %26'sı rüzgardan elde edilmiştir.
- 2019 yılında YEKDEM ortalama fiyatı 2018 yılına kıyasla %41,16'lık artışla 495,6 TL/MWh olmuştur.
- 2019 yılında YEKDEM ek maliyeti, faturalanan birim enerji miktarı başına YEKDEM kullanıcılarına ağırlıklı ortalama PTF'ye ilaveten ödenen tutar, geçen yıla kıyasla %139 artarak 75,89 TL/MWh olarak gerçekleşmiştir.
- 2019 yılı için serbest tüketici limiti 1.600 kWh olarak belirlenmiş olup, bu limite karşılık gelen talep tarafında teorik piyasa açıklık oranı %95,4 olarak hesaplanmıştır.
- Serbest tüketicilerin 2019 yılı tüketimi 93,9 TWh olarak gerçekleşmiştir. Fiili piyasa açıklığı 2018 yılında %29,6 iken 2019 yılında bu oran %40,9'a yükselmiştir.
- 2019 yılı sonunda serbest tüketici sayısı 2018 yılı sonuna göre %132 artarak 339 bine yükselmiştir. Bu sayı toplam tüketici sayısının %0,76'sına karşılık gelmektedir.

2.5. Üretim, Kapasite ve Talep Tahmini

Hızla gelişen ve sanayileşen ülkemizde, hem bölgesel bir enerji ticaret merkezi hem de büyüyen bir tüketici olarak Türkiye'nin dünya enerji piyasasındaki önemi giderek artmaktadır. Buna binaen, ülkemizin enerji talebi geçtiğimiz son yıllarda artmış olup, gelecekte de bu artışın devam etmesi beklenmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre, Ülkemizde enerji kullanımı 2015 ile 2030 yılları arasında yıllık %4,5 civarında büyüme oranıyla artmaya devam ederek, gelecek on yılda yaklaşık iki katına çıkacaktır. Bu seviyede bir enerji talebinin bilinen kısıtlı yerli kaynaklarla karşılanmasının mümkün olmadığı görülmektedir. Toplam enerji tüketiminin yaklaşık %90'ının petrol, doğal gaz ve kömürden karşılandığı Türkiye'de, söz konusu tüketim büyük ölçüde ithalata dayanmaktadır.

Bu nedenlerle, Türkiye'nin mevcut elektrik ihtiyacının başta yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere yerli kaynaklarla karşılanması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca Jeotermal santrallerde elektrik üretiminin de içinde bulunduğu yenilenebilir enerji üretimine Devlet tarafından alım garantisi verilmesi hususları dikkate alındığında talep açısından Jeotermal santral'den elde edilecek elektrikte darboğaz oluşmayacaktır.

Proje kapsamında Beypazarı Kapullu mh.'sinde yapılacak sondaj çalışmaları (12 ay) neticesinde üretim kapasitesi net bir şekilde belirlenebilecektir. Ancak, Bu ön fizibilite çalışması kapsamında 1000 kWh'lik kapasitede bir jeotermal elektrik üretim santralinin yapılabilirliği analiz edilmiştir. Böylece, jeotermal kaynağın sıcaklık ve verimlilik düzeyine göre birim MWh için üretim, gelir, gider ve istihdam projeksiyonlarının daha kolay hesaplanabilmesi amacı güdülmüştür.

2.6. Girdi Piyasası

Türkiye jeotermal kaynaklar açısından büyük bir potansiyele sahip olup, Avrupa'da kaynak potansiyeli açısından birinci, kaplıca uygulamaları konusunda ise üçüncü sırada yer almaktadır. Sıcaklıkları 20-110 C arasında, debileri ise 2-500 lt/sn arasında değişebilen 1500'den fazla kaynağa sahip olan ülkemiz kaynak zenginliği ve potansiyeli açısından dünyada ilk yedi ülke arasında değerlendirilmektedir. Ülkelere ve kökenlerine göre değişik sınıflandırmalar olmasına karşılık jeotermal sahalar, yaygın olarak kullanılan sıcaklık değerlerine ve ülkemiz koşullarına göre kabaca üç gruba ayrılır.

- Düşük Entalpili Sahalar(20-70 C)
- Orta Entalpili Sahalar(70-150 C)
- Yüksek Entalpili Sahalar(150 C den yüksek).

Bu sıcaklık eşik değerleri, yüksek sıcaklıklı (entalpili) jeotermal sahalarla sahip birçok ülkede; düşük entalpili 150 C, Yüksek entalpili >150 C şeklinde de sınıflanabilmektedir.

Jeotermal kaynakların kullanım alanları, gelişen teknolojiye bağlı olarak günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Jeotermal enerjiden günümüzde ya doğrudan kullanım, ya da elektrik üretiminde yararlanılmaktadır. Jeotermal sahalardan üretilen jeotermal akışkan;

- Isıtma Uygulaması: Sera, konut, tarımsal kullanımlar, balıkçılık, yol-kaldırım ısıtılması,
- Endüstride: Yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayi, dericilik ve soğutma tesislerinde,
- Kimyasal madde üretiminde: Borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su ve akışkandaki karbondioksitten kuru buz ve sıvı karbondioksit elde edilmesinde kullanılmaktadır.

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

Proje konusu jeotermal santral için öngörülen Kapasite Kullanım Oranları jeotermal kaynaktan Santralde üretilen elektriğin, serbest tüketicilere satılması planlanmaktadır. 4628 sayılı Kanuna göre yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretiminin tamamı için alım garantisi bulunmakta, üretildiği halde satılamayan elektrik miktarı oluşmamaktadır. Ekonomik olarak düşünüldüğünde, yapılacak satış miktarlarında piyasa payı kısıdı yoktur, tek kısıt santralin üretim miktarıdır. Dolayısıyla proje için ayrıca ekonomik kapasite kullanım oranı öngörülmemekte, teknik bölümde belirtilen satışa esas üretim miktarının tamamının satılabileceği öngörülmektedir. Bu itibarla, sektördeki gerçekleştirmeler ve gelecekte oluşacak potansiyel göz önünde bulundurularak kapasite kullanım oranlarının, yıllar itibarıyla %100 gerçekleştireceği öngörülmüştür.

Kurulacak tesis için işletme döneminde gerekli olacak temel girdiler elektrik enerjisi üretimine uygun asgari 70°C sıcaklığa sahip jeotermal su ve personel giderleridir.

3. TEKNİK ANALİZ

3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

Jeotermal elektrik enerjisi santrali birincil kaynaklara bağlı bir üretim yapısına haiz olduğundan Santralin kurulacağı yerin belirli değerlerde sıcaklığa sahip jeotermal kaynak suyu bulunan lokasyonlar olması gerekmektedir. Kuzey Batı Ankara'da Ayaş-Beyşehir Jeotermal Sahası olarak adlandırılan bölgede zengin jeotermal kaynaklar bulunmaktadır. Santralin kurulabilmesi için 70°C ve üzeri bir sıcaklık gerekmektedir.

Alaska'nın Chena Hot Springs bölgesinde 400 kW kapasiteli Jeotermal santrali final raporunda, 2007 yılında bu bölgede bulunan 164 Fahrenheit derecedeki (yaklaşık 72 derece) jeotermal kaynaktan 400 kW kapasitede elektrik üretimi yapan bir ORC (Organik Rankine Çevrimi) santrali kurulduğu belirtilmektedir¹⁴.

Kurulacak santral için yer seçimi kararı verilmesinde bilimsel dayanak olarak, Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Mehmet Çelik'in 2019 yılında yapmış olduğu araştırma¹⁵nin bulgularına göre "Jipsli formasyonlardan beslenen jeotermal kaynakların (Çoban Hamamı, Ayaş İçmeleri, Dutlu Kaplıcaları ve Kapullu Hamamı) $H_2O - SO_4$ jeotermometre hesaplamasında en yüksek rezervuar sıcaklığı 73°C ile Kapullu Hamamı'nda" bulunmaktadır.

Bu nedenle Jeotermal Elektrik Üretim Santralinin Beyşehir ilçesine bağlı Kapullu mh.'sinde mahalle merkezine 572 m mesafede, ulaşım ve enerji iletim hattı üzerinde kurulması öngörülmektedir. Kapullu Ayaş'a 53,6 km ve Beyşehir'e ise 41,8 km mesafededir.

Yatırım yeri olarak jeotermal suyun çıktığı en yakın konumda olan, ulaşım aksı üzerinde, yeterli büyüklükte olması kriterlerine göre seçilmiştir. Önerilen arazi Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün <https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/> adresi üzerinden tespit edilmiştir. Yapılan ön araştırmada 71668793 ve 71668794 no'lu parsellerin yatırım için elverişli olduğu değerlendirilmiştir. Arazi şahıs arazisidir. Yatırımcı bölgedeki farklı bir araziye de tercih edebilir. Bölgede faaliyet gösteren emlakçılar ile yapılan görüşmelerde uygun bir bedel ödenmek suretiyle arazi sahiplerinin böyle bir yatırım için arazilerini satmak veya kiralamakta tereddüt etmeyeceği bilgisi alınmıştır. Ancak, önerilen arazinin yatırıma tahsis edilmek üzere satın alınması veya kiralanması sorumluluğu yatırımcıya aittir.

Harita 1. Beyşehir, Jeotermal Enerji Santralinin Kurulması Planlanan Parseller



¹⁴ Chena Power LLC, 400kW Geothermal Power Plant at Chena Hot Springs Final Report, Alaska Energy Authority, Alaska, US, 2006

¹⁵ Çelik, Mehmet, "Düşük Entalpilli Jeotermal Sistemlerin Çevresel İzotoplarla İncelenmesi: Ayaş-Beyşehir Jeotermal Sahası

Düzlük arazide 71668793 ve 71668794 no'lu taşınmaz no'lu 815 ve 816 nolu parsellerdeki 15.800 m² ve 10.840 m² alana sahip arazilerde kurulması planlanmaktadır. Söz konusu arazilerin toplam büyüklüğü 26.640 m²'dir. Bu arazide, 2 çekme kuyusu, 1 basma kuyusu, Santral enerji üretim tesisi, idari ofis yer alacaktır. Bölgede arazi birim m² fiyatları ortalama 48,4 TL düzeyindedir.

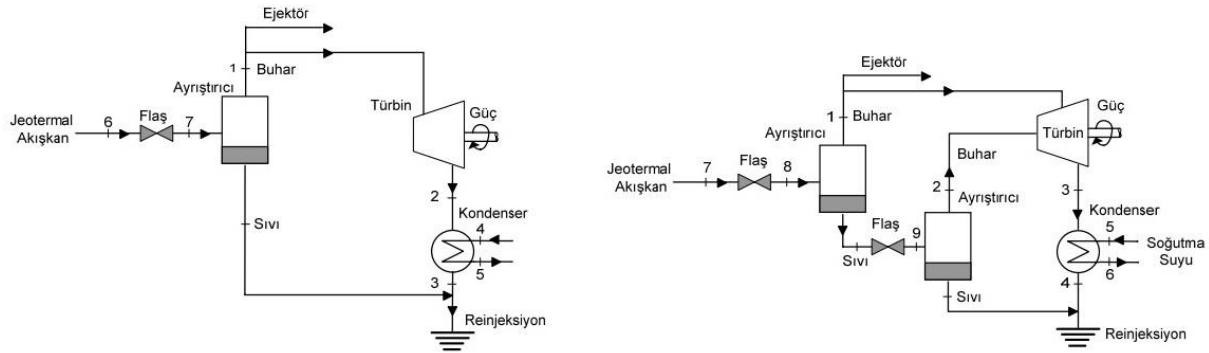
3.2. Üretim Teknolojisi

Jeotermal enerji, yerkürenin çekirdeğinde yer alan magma tabakasının yüzeye yaklaşması ve çevresindeki yer altı sularını ısıtması, ısınan suların yüksek basınç ve sıcaklık ile bazen doğal yollarla bazen de gerçekleştirilen arama çalışmaları neticesinde yeryüzüne çıkarıldığı ve sıcaklığından faydalanılarak elektrik üretimi amacıyla kullanılan kaynaktır.

Proje konusu olan jeotermal santral için, güç üretiminde bir jeotermal kaynağın uygunluğu, kaynağın debisi, basıncı ve sıcaklığı gibi termodinamik özelliklere ve ekonomik parametreler önemlidir. Jeotermal güç santralleri kullandıkları termodinamik çevrimlere göre çeşitlilik gösterirler. Bunlar arasında kondensersiz ve kondenserli kuru buhar çevrimleri, tek ve çift flaşlı çevrimler, çift akışkanlı (binary) çevrim, kombine (flaş/çift akışkan) çevrim ve rejeneratörlü çevrimler sayılabilir. Jeotermal bir kaynak için en uygun çevrimin seçilmesi son derece kritiktir ve kaynaktan maksimum çıktının elde edilmesinde en önemli faktörlerden biridir¹⁶.

Jeotermal santrallerde kullanılan termodinamik çevrimler (tek-flaş, çift flaş, çift akışkanlı (binary), kombine flaş/çift akışkanlı, rejeneratörlü) olarak sayılabilir. Buhar yüzdesinin düşük olduğu veya jeotermal akışkanın tamamen sıvı fazında olduğu durumlarda flaş buhar çevrimleri kullanılır. Flaşlama işleminin çıkışında basıncının daha düşük, entalpisinin girişteki akışkanla aynı olması sebebiyle, jeotermal akışkanın belli bir yüzdesi buharlaşır.

Şekil 1. Tek Flash (Single Flash) ve Çift Flash (Double Flash) Çevrimler



Kaynak: Coşkun ve ark.(2019)

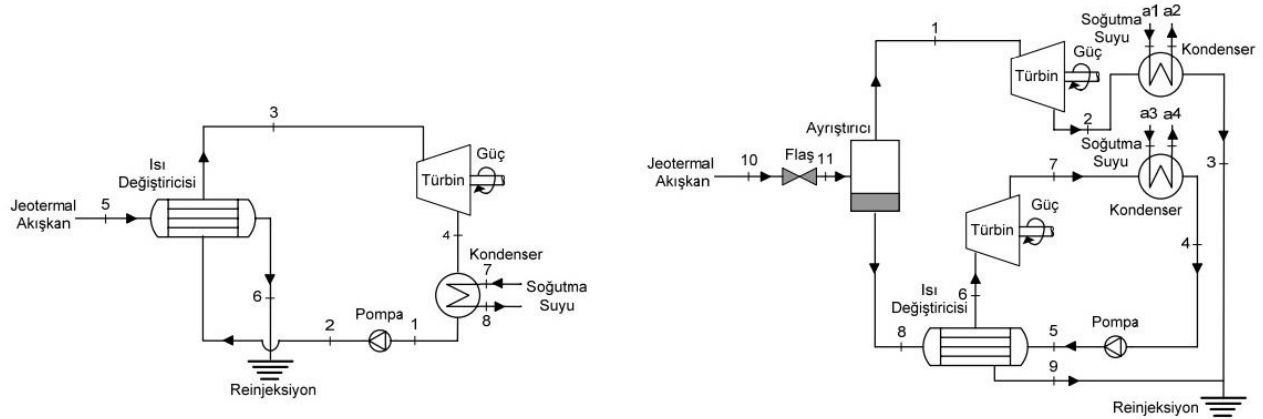
Düşük sıcaklıkta olan sıvı ağırlıklı jeotermal kaynaklardan elektrik üretiminde çift akışkanlı (binary) çevrimler kullanılmaktadır. Bu çevrimlerde ikincil akışkan olarak çeşitli akışkanlar (izobütan, R-114, izopentan, vd.) kullanılmaktadır. Aracı akışkan buharlaştırıcı içerisinde aldığı ısıyla doymuş buhar haline ya da kızgın buhar haline gelmektedir. Buhar türbinden geçtikten sonra, buharlaştırıcıya pompalanmadan önce su-soğutmalı kondenser içerisinde yoğuşmaktadır.

Kombine çevrimler, hem flaş hem de çift akışkanlı çevrimlerin avantajlarından aynı anda yararlanmayı amaçlamaktadır. Kombine çevrimler yüksek sıcaklıktaki jeotermal kaynaklar için uygundur. Jeotermal

¹⁶ A. Coşkun, A. Bolattürk, M. Kanoğlu, Kütahya'nın Jeotermal Kaynaklarından Elektrik Üretimi İçin Çevrim Seçimi ve Optimizasyonu, TESKON Bildiriler Kitapçığı, 2019

akışkanın flaş havuzunda püskürtülmesiyle elde edilen buhar, bir buhar türbininden geçerek güç elde edilmektedir. Ayırıcıdan ayrılan jeotermal akışkan, yer altına reinjekte edilmeden önce ısı değiştiricisinde ikincil akışkanı buharlaştırmak için kullanılır. Isı değiştiricisinden ayrılan ikincil akışkan, türbine gönderilerek ilave güç elde edilir ve çevrim tamamlanır.

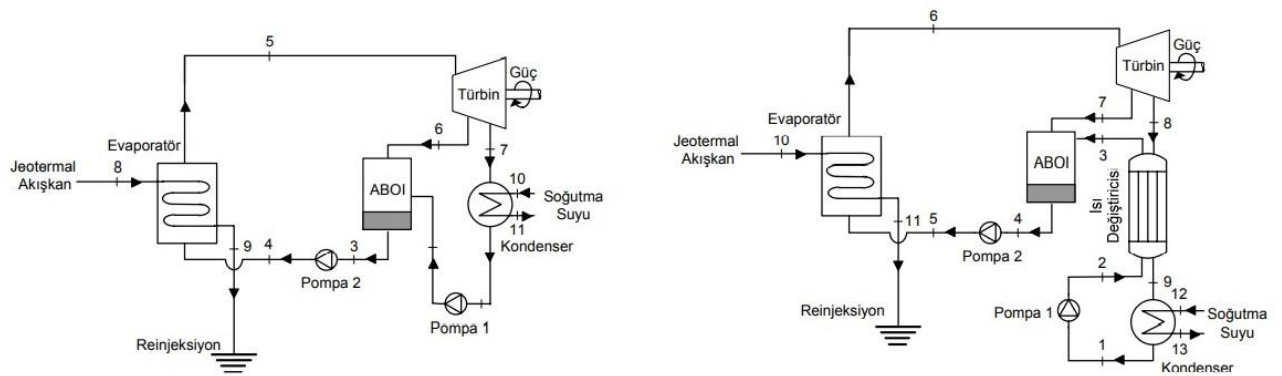
Şekil 2. Çift Akışkanlı (Binary) ve Kombine Çevrim



Kaynak: Coşkun ve ark.(2019)

Jeotermal güç uygulamalarında aşağıdaki şekillerde gösterilen rejeneratörlü çevrimler kullanılabilir. Soldaki şekil'de gösterilen çevrimde açık beslemeli organik ısıtıcı (ABOI) türbininden ayrılan buhar ile aracı akışkanı ön ısıtmak için kullanılmaktadır. Sağdaki şekil'de gösterilen rejeneratörlü çift akışkan çevriminde açık beslemeli organik ısıtıcının yanı sıra, aracı akışkanı ön soğutmak için ısı değiştiricisi kullanılmaktadır.

Şekil 3. Çift Akışkanlı Rejeneratörlü Çevrim ve Çift Akışkanlı Eşanjörlü Rejeneratif Çevrim



Kaynak: Coşkun ve ark.(2019)

Organik Rankin Çevrimi (ORC) sistemleri düşük sıcaklıklı bir kaynak için uygun bir çevrim olup burada yukarıda bahsedilen iki akışkanlı (binary) çevrim söz konusudur.

Tablo 10. Jeotermal Elektrik Üretim Santrali Üniteleri ve Tanımları

Ünite Adı	Adet	Tanım
Üretim kuyuları	2	Elektrik üretiminde ısısından faydalanılacak kuyuları ifade eder.
Jeotermal akışkan toplama üniteleri	2	Üretilen jeotermal suları, santrale pompalamak için kuyu başında kurulacak tesislerdir (toplama tankı, pompa, vana, kontrol sistemleri ve borular).
Re-enjeksiyon kuyuları	1	Isısı alınan suları tekrar rezervuara basmak için kullanılan kuyulardır.
İnhibitör dozaj sistemleri	2	Dozaj pompaları inhibitörü kuyuya basan pompalardır.
Re-enjeksiyon pompaları ve sürücüler	2	Geri basılacak suları basmakta kullanılacak pompa ve onları kontrol etmek için kullanılacak elemanlardır.
Organik Çevrim Türbini	2	Isıtılan ve buharlaşan kapalı çevrim akışkanının çalıştırdığı donanıma ifade eder.
Jeneratör	1	Türbin tarafından çevrilen ve elektrik üreten donanımdır.
Isı değiştiriciler		Kapalı çevrimle jeotermal akışkandaki ısı enerjisini, organik akışkana (pentan, izobütan vb.) aktarmakta kullanılır.
Kondenser	1	Türbinden çıkan akışkanın kapalı devre çevrim içinde tekrar kullanmak için soğutmakta kullanılan donanımlardır. Sistemde hava soğutmalı kondenser kullanılacaktır.
Hava kompresörleri	4	Basınçlı hava ile kontrol edilen vanalar için kullanılır.
Acil durum jeneratörü	1	Elektrik kesilmesi ve şebekede elektrik olmaması durumunda, santrali yeniden devreye almak ve bu arada çalıştırılması zorunlu olan makine ve binalara enerji sağlamak için kullanılır.
Trafo	1	Santral tarafından üretilen elektriği, şebeke değerlerine yükseltir.

Yukarıdaki tabloda bir jeotermal santral kurulumu için gereken tüm süreç ele alınarak, yatırım gereksinimleri ve kullanılacak makine/teçhizat ayrıntıları verilmiştir. Bir jeotermal santralin kurulumu genelde anahtar teslim şeklinde gerçekleştirilmektedir (örneğin, ülkemizde Delta Proses, Jeotermal Enerji sektörünün öncü firmalarından biri olup anahtar teslimi olarak çok sayıda Jeotermal Enerji Santralleri tamamlamıştır. Elektrik sisteminin projelendirmesi, bakanlık izinlerinin alınması, AG-OG sistemi saha montajı, Enstrumantasyon tedarigi ve montajı, elektrik ve PLC-DCS panolarının üretimi, DCS - Scada programlama ve devreye alma fazlarının tamamı tek elden Delta Proses tarafından yapılmaktadır. Diğer bir örnek olarak, Zorlu Enerji de rüzgar, güneş, jeotermal, hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santrallerin projelendirilip hizmete alınması konusunda deneyimlidir).

Tabloda belirtilen gereksinimlerin bir bölümü yerli imkanlarla gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin üretim kuyularının ve re-enjeksiyon kuyularının hazırlanması işlemleri için ülkemizde ekskavasyon hizmeti sağlayan önemli firmalar mevcuttur. Buna ilave olarak santralde kullanılacak ısı değiştiricileri ve pompa/kompresör gibi bazı bileşenler de yerli ürünler ile tedarik edilebilmektedir. Ancak ORC türbin, jeneratör gibi ana santral ekipmanlarının yurt dışından temini gerekmektedir. Bu tür yurt dışı makine alımları için devlet destekleri de almak mümkündür.

Örneğin, Zorlu Enerji tarafından Manisa Alaşehir'de kurulması planlanan 24,9 MWe güçteki Alaşehir 2 Jeotermal Santrali ile Özmen Holding ve Sis Enerji ortaklığında yine Alaşehir'de kurulacak 23,52 MWe kapasiteli Özmen 1 Jeotermal Enerji Santrali projeleri yatırım teşviği almaya hak kazanan iki proje

örneğidir. 17 milyon 500 bin dolar tutarında makina ve teçhizat ithalatı yapılacak ve toplam 107 milyon 750 bin TL'ye mal olması planlanan Özmen 1 JES'e ve 45 milyon 612 bin 430 dolar tutarında makina ve teçhizat ithalatı yapılacak ve toplam 225 milyon TL'ye mal olması planlanan Alaşehir 2 JES için Ekonomi Bakanlığı tarafından KDV istisnası ve gümrük vergisi muafiyeti uygulanması kararı alınmıştır.¹⁷

3.3. İnsan Kaynakları

Ankara eğitilmiş nüfusu ve kaliteli, köklü eğitim kuramlarıyla Türkiye'nin önde gelen bir şehridir. Ankara'da 15 yaş üstü nüfusta okuma yazma bilmeyenlerin sayısı yıllar itibarıyla azalırken lise ve üstü eğitim almış kişi sayısı ise giderek artmaktadır. Bu haliyle Ankara beşeri sermayesi güçlü bir il konumundadır. Lise ve üstü eğitim seviyesindeki insanların sayısı toplam nüfusun yarısına yakındır. Özellikle üniversite ve yüksek lisans eğitilmiş nüfusta dikkat çekici bir artış gözlenmektedir. Türkiye'nin en iyi üniversitelerinin yer aldığı Ankara'da, üniversitelerin lisans, yüksek lisans ve doktora programlarında jeoloji mühendisliği, enerji mühendisliği, elektrik-elektronik mühendisliği, elektrik mühendisliği başta olmak üzere yatırıma ilişkin önemli sayıda yetişmiş insan kaynağı bulunmaktadır. Ayrıca, güçlü Organize Sanayi Bölgesi altyapısı ve konuya ilişkin merkezi kurumların Ankara'da olması sayesinde santral için gerekli nitelikli insan kaynağının bulunmasında sorun yaşanmayacağı değerlendirilmektedir.

Tablo 11. Ankara'da 15 Yaş Üstü Nüfusun Eğitim Durumu, 2015-2019

	Okuma yazma bilmeyen	Okuma yazma bilen fakat diplo masız	İlkokul mezunu	İlköğretim mezunu	Orta okul ve dengi meslek okulu mezunu	Lise ve dengi meslek okulu mezunu	Yüksekokul veya fakülte mezunu	Yüksek lisans (5 ve 6 yıllık fakülte dahil) mezunu	Doktora mezunu	Bilinmeyen
2015	105.614	106.141	806.011	480.855	455.670	1.098.877	873.359	102.453	30.486	40.779
2016	101.182	101.915	775.462	424.037	519.435	1.143.608	916.477	106.026	30.744	36.525
2017	96.648	97.414	760.882	433.982	540.990	1.163.619	940.790	129.315	33.979	33.938
2018	89.896	89.201	690.819	428.692	549.522	1.209.863	974.756	140.171	33.831	32.213
2019	84.912	85.410	676.819	274.256	728.500	1.240.303	1.022.142	151.235	34.442	33.325

Kaynak: TÜİK, Eğitim İstatistikleri, 2020

¹⁷ Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlasi.com/>, son erişim tarihi 20/01/2021

Tablo 12. Ankara'da Okuryazarlık Durumuna ve Cinsiyete Göre Nüfusun Dağılımı (%), 2018

	Okuma Yazma Bilen		Okuma Yazma Bilmeyen	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
Türkiye	99,1	94,83	0,90	5,17
Ankara	99,56	96,78	0,44	3,22

Kaynak: İstatistiklerle Ankara, 2019

Tablo 13. Eğitim Düzeyine Göre Nüfus Oranları (%), 2018

Eğitim Düzeyi	Türkiye	Ankara	İstanbul	İzmir
Okuma yazma bilmeyen	3,55	2,12	2,27	1,60
Okuma yazma bilen fakat bir okul bitirmeyen	4,62	2,10	2,84	3,68
İlkokul mezunu	21,07	16,30	18,49	22,03
İlköğretim mezunu	14,28	10,11	13,96	12,63
Ortaokul veya dengi mezunu	14,06	12,96	14,04	12,67
Lise veya dengi mezunu	23,91	28,54	25,27	25,40
Yüksekokul veya fakülte mezunu	15,77	23,00	19,15	19,04
Yüksek lisans mezunu	1,60	3,31	2,56	1,91
Doktora mezunu	0,33	0,80	0,46	0,43
Bilinmeyen	0,79	0,76	0,95	0,59

Kaynak: Ankara Bölgesel Yenilik Stratejisi, 2019

Çalışma çağındaki nüfusun son beş yıl itibarıyla durumuna bakıldığında toplam nüfusa oran olarak değişiklik olmadığı (%74) ancak rakamsal artış olduğu gözlenmektedir. 2019 yılı itibarıyla çalışma çağındaki nüfusun 4.154.515 olduğu görülmektedir.

Tablo 14. Ankara'da Çalışma Çağındaki Nüfus, 2015-2019

	Çalışma Çağı Nüfusu (15-65 Yaş)	Toplam Nüfusa Oranı
2015	3.893.294	73,87%
2016	3.950.008	73,88%
2017	4.019.688	73,82%
2018	4.054.115	73,66%
2019	4.154.515	73,67%

Kaynak: TÜİK, ADNKS İstatistikleri, 2020

Ülkemizde istatistiklerde kullanılan genç nüfus tanımı 15-24 yaş arasındaki nüfusu kapsamaktadır. Bu yaş aralığındaki nüfus genellikle eğitimde olup Ankara'da da bu yaş aralığında 2019 yılı itibarıyla 837.494'lük bir nüfus dikkat çekmektedir. Doğum oranlarının azalmasıyla genç nüfusun toplam nüfusa oranı azalmaktadır. 2015 yılında %15,54 olan oran bugün %15'in altına düşmüş durumdadır. Genç nüfusun çalışma çağındaki nüfusa oranı ise azalmaktadır.

Tablo 15. Ankara'da Genç Nüfus, 2015-2019

	Genç Nüfus (1524 Yaş)	Toplam Nüfusa Oranı	Çalışma Çağındaki Nüfusa Oranı
2015	818.855	15,54%	21,03%
2016	814.323	15,23%	20,62%
2017	826.042	15,17%	20,55%
2018	828.997	15,06%	20,45%
2019	837.494	14,85%	20,16%

Kaynak: TÜİK, ADNKS İstatistikleri, 2020

Jeotermal Elektrik Üretim Santralinin ihtiyaç duyduğu insan kaynağı ihtiyacının sadece Ankara il merkezinden değil, aynı zamanda yakın mesafedeki Ayaş ve Beypazarı ilçelerinden de karşılanabileceği değerlendirilmektedir. Aşağıdaki tablodan görüleceği üzere 2019 yılı sonu itibarıyla Ayaş'ta yüksek öğrenimli toplam 15+ yaş nüfus 1.533 düzeyinde iken, Beypazarı'nda bu sayı 5.927'dir. Her iki ilçedeki toplam yüksek öğrenimli nüfus sayısı 6.460'tır.

Tablo 16. Ayaş ve Beypazarı'nda 15+ Yaş Eğitim Durumuna Göre Nüfus, 2015-2019

	Yıl	Ayaş	Beypazarı
15+ Orta Okul ve Altı	2015	7.520	25.255
15+ Yaş ve Lise Ve Dengi Meslek Okulu	2015	2.090	7.555
15+ Yaş ve Yüksekokul Veya Fakülte	2015	1.015	4.569
15+ Yaş ve Yüksek Lisans ve Doktora	2015	73	246
Toplam	2015	10.698	37.625
15+ Orta Okul ve Altı	2016	7.161	25.992
15+ Yaş ve Lise Ve Dengi Meslek Okulu	2016	2.095	8.468
15+ Yaş ve Yüksekokul Veya Fakülte	2016	1.078	5.195
15+ Yaş ve Yüksek Lisans ve Doktora	2016	71	270
Toplam	2016	10.405	39.925
15+ Orta Okul ve Altı	2017	7.112	24.959

15+ Yaş ve Lise Ve Dengi Meslek Okulu	2017	2.142	8.209
15+ Yaş ve Yüksekokul Veya Fakülte	2017	1.129	5.013
15+ Yaş ve Yüksek Lisans ve Doktora	2017	89	311
Toplam	2017	10.472	38.492
15+ Orta Okul ve Altı	2018	8.300	24.168
15+ Yaş ve Lise Ve Dengi Meslek Okulu	2018	3.160	8.615
15+ Yaş ve Yüksekokul Veya Fakülte	2018	1.572	5.324
15+ Yaş ve Yüksek Lisans ve Doktora	2018	122	331
Toplam	2018	13.154	38.438
15+ Orta Okul ve Altı	2019	7.603	23.652
15+ Yaş ve Lise Ve Dengi Meslek Okulu	2019	2.819	9.006
15+ Yaş ve Yüksekokul Veya Fakülte	2019	1.417	5.551
15+ Yaş ve Yüksek Lisans ve Doktora	2019	116	376
Toplam	2019	11.955	38.585

Kaynak: TÜİK, ADNKS İstatistikleri, 2020

Enerji santralinde işletme döneminde istihdam edilmesi öngörülen personelin görev, pozisyon ve meslek bilgilerine göre brüt, net, SGK prim ödemelerine ilişkin hesaplamalar ve toplam personel gideri aşağıdaki tablolarda sunulmaktadır. Santral'da 1 mühendis kökenli Müdür, 1 mühendis, 1 tekniker, 2 işçi, 2 güvenlik (gece ve gündüz vardiyalı), 1 şoför olmak üzere toplam 8 personelin görev yapması öngörülmektedir.

Tablo 17. İşletme Dönemi Aylık Personel Giderleri

	Personel Sayısı	Brüt (TL)	SSK İşçi (TL)	Damga Vergisi (TL)	Asgari Geçim İndirimi (TL)	Toplam Net Ele Geçen (TL)	SSK İşveren (TL)	İşsizlik İşveren (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (\$)
Müdür	1	11.000	1.540	83	263	7.351	1.705	220	12.925	12.925	1.657
Mühendis	1	8.000	1.120	61	255	5.494	1.240	160	9.400	9.400	1.205
Tekniker	1	6.500	910	49	249	4.560	1.008	130	7.638	7.638	979
İşçi	2	5.000	700	38	261	3.669	775	100	5.875	11.750	1.506
Güvenlik	2	4.500	630	34	235	3.302	698	90	5.288	10.575	1.356
Şoför	1	4.500	630	34	235	3.302	698	90	5.288	5.288	678
Toplam Aylık Gider										57.575	7.381

Tablo 18. İşletme Dönemi Yıllık Personel Giderleri

	Çalışan Sayısı	Brüt (TL)	SSK İşçi (TL)	Damga Vergisi (TL)	Asgari Geçim İndirimi (TL)	Toplam Net Ele Geçen (TL)	SSK İşveren (TL)	İşsizlik İşveren (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (TL)	Toplam Maliyet (\$)
Müdür	1	132.000	18.480	1.002	3.156	88.213	20.460	2.640	155.100	155.100	19.885
Mühendis	1	96.000	13.440	729	3.061	65.927	14.880	1.920	112.800	112.800	14.462
Tekniker	1	78.000	10.920	592	2.984	54.717	12.090	1.560	91.650	91.650	11.750
İşçi	2	60.000	8.400	455	3.130	44.023	9.300	1.200	70.500	141.000	18.077
Güvenlik	2	54.000	7.560	410	2.817	39.621	8.370	1.080	63.450	126.900	16.269
Şoför	1	54.000	7.560	410	2.817	39.621	8.370	1.080	63.450	63.450	8.135
Toplam Yıllık Gider										690.900	88.577

İşletmede görevlendirilecek personelin toplam maliyeti aylık 57.575 TL (7.381 \$) ve yıllık ise 690.900 TL (88.577 \$) düzeyinde olacaktır.

4. FİNANSAL ANALİZ

4.1. Sabit Yatırım Tutarı

Kurulması planlanan jeotermal elektrik santral 1 kWe başına ortalama maliyet dahil 2,500 \$'dır. Bu birim değere göre yatırım kalemleri itibarıyla aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Arazi bedeli de dahil edildiğinde toplam sabit yatırım tutarı 20.991.343 TL olacaktır. Toplam sabit yatırım maliyeti ABD doları cinsinden ise ve 2.663.538 \$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 19. Tahmini Sabit Yatırım Maliyeti Tablosu

Yatırım Kalemleri	Maliyet (TL)	Maliyet (\$) ¹⁸
Arazi ¹⁹	1.288.843	163.538
Santral Paketi Tedariği	10.895.483	1.382.500
Projelendirme Giderleri	137.918	17.500
Sondaj ve Test Giderleri	2.955.375	375.000
İnşaat ve Altyapı Giderleri	354.645	45.000
Mekanik Tesisat İmalat ve Montaj Giderleri	1.339.770	170.000
Elektrik & Otomasyon İşleri İmalat & Montaj Giderleri	965.423	122.500
Malzeme Tedariği	926.018	117.500
Arazi Hazırlık Giderleri	374.348	47.500
Yatırım Dönemi İdari ve Operasyonel Personel Giderleri	748.695	95.000
Diğer Giderler	1.004.828	127.500
Toplam	20.991.343	2.663.538

¹⁸ ABD Doları/TL kuru hesaplamasında Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Ekim 2020 ayı ortalama kuru olarak 1\$=7,881 TL değeri referans alınmıştır.

¹⁹ Beypazarı, Kapullu Mh. 815 ve 816 no'lu parsellerde 26.640 m² arazi.

4.2. Yatırımın Geri Dönüş Süresi

Yatırımın geri dönüş süresinin hesaplanması için gelir ve giderlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Üretilen ürün elektrik enerjisi ve kamusal mal niteliğini haiz olduğunda alım garantisi bulunmakta ve fiyatı da ilgili kamu otoriteleri tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle, gelir ve gider tahminleri üretim kapasitesine bağlı olarak gerçeğe yakın değerlerde olacaktır.

Bugün için jeotermalden üretilen elektriğin tahmini birim maliyeti, 4-6 Cents/KWh arasındadır. İşletme maliyeti ise ortalama 2 Cents/KWh olarak kabul edilebilir. Kurulacak 1 mWe'lik bu elektrik üretim tesisi ile santral kapasite faktörüne göre 3 farklı elektrik üretim değerlerine erişilmesi mümkündür. Santral kapasite faktörü termal suyun sıcaklığına bağlıdır. Santral kapasite faktörüne duyarlı olarak santralin aylık ve yıllık ortalama enerji üretim projeksiyonu aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 20. Jeotermal Elektrik Santralinin Aylık ve Yıllık Üretim Projeksiyonu (kWh)

	Aylık	Yıllık
Elektrik Üretim Kapasitesi (kW)	1.000	1.000
Ay	30	360
Saat	24	24
Santral Kapasite Faktörü -1	0,85	0,85
Santral Kapasite Faktörü -2	0,80	0,80
Santral Kapasite Faktörü -3	0,75	0,75
Üretim Alternatifi-1 (kWh)	612.000	7.344.000
Üretim Alternatifi-2 (kWh)	576.000	6.912.000
Üretim Alternatifi-3 (kWh)	540.000	6.480.000

Düşük senaryoda yıllık 6.480.000 kWh, orta senaryoda 6.912.000 kWh ve iyi senaryoda ise 7.344.000 kWh'lik enerji üretimi söz konusu olabilecektir. Bu üretim projeksiyonlarına göre santralin ekonomik getirisi aylık 388.800 ile 440.640 TL arasında, yıllık ise 4.665.600 TL ile 5.287.680 TL arasında değişecektir. Dolar bazında ise aylık 49.334 \$ ile 55.912 \$ arasında, yıllık ise 592.006 \$ ile 670.940 \$ getirisi olacaktır.

Tablo 21. Jeotermal Elektrik Santralinin Aylık ve Yıllık Gelir Projeksiyonu

	Aylık Gelir (TL)	Yıllık Gelir (TL)	Aylık Gelir (\$)	Yıllık Gelir (\$)
Birim Fiyat (TL/kWh)	0,72		0,09	
Üretim Alternatifi-1 (TL)	440.640	5.287.680	55.912	670.940
Üretim Alternatifi-2 (TL)	414.720	4.976.640	52.623	631.473
Üretim Alternatifi-3 (TL)	388.800	4.665.600	49.334	592.006

Santralin aylık ve yıllık TL ve \$ cinsinden gider projeksiyonu aşağıdaki tabloda verilmiştir. Santralin toplam aylık giderinin 95.919 TL, yıllık ise 1.151.031 TL olması öngörülmektedir. ABD doları cinsinden ise 12.171 \$ ve yıllık ise 146.051 \$ olacağı hesaplanmıştır.

Tablo 22. Jeotermal Elektrik Santralinin Aylık ve Yıllık Gider Projeksiyonu

Gider Kalemleri	Aylık Gider (TL)	Yıllık Gider (TL)	Aylık Gider (\$)	Yıllık Gider (\$)
Personel Giderleri	57.575	690.900	7.306	87.667
Bakım Giderleri	14.470	173.634	1.836	22.032
İdari Giderler	1.809	21.704	230	2.754
Su Giderleri	1.447	17.363	184	2.203
Akaryakıt Giderleri	1.085	13.023	138	1.652
Araç Kiralama Giderleri	362	4.341	46	551
Vergi, Sigorta vd. Giderler	19.172	230.065	2.433	29.192
Toplam Giderler	95.919	1.151.031	12.171	146.051

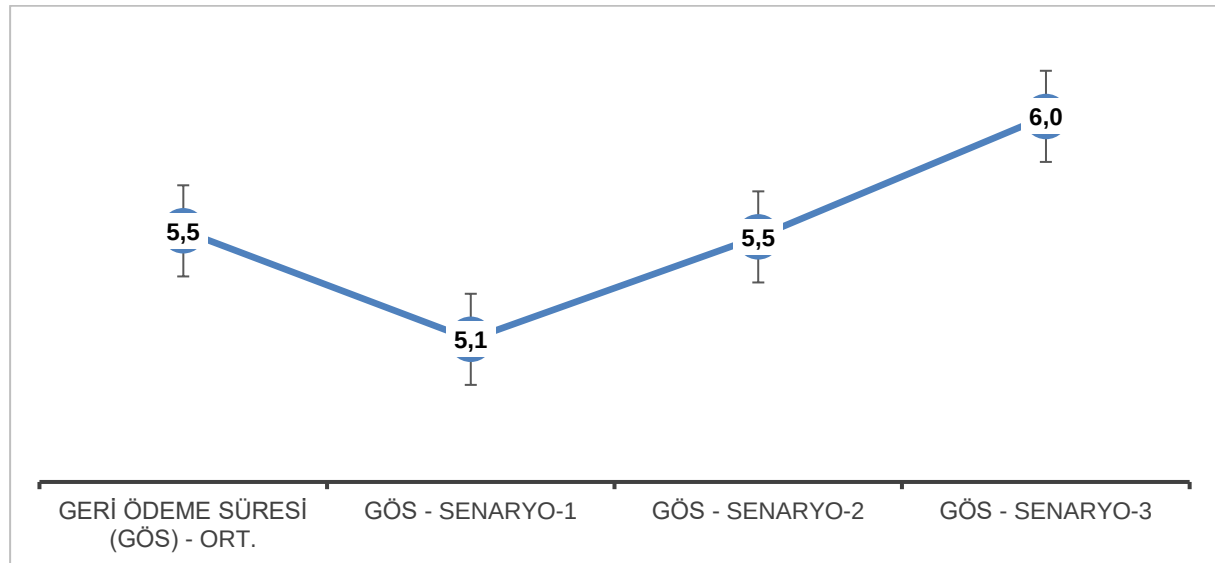
Santralin aylık ve yıllık TL ve \$ cinsinden gider projeksiyonu aşağıdaki tabloda verilmiştir. Santralin toplam aylık giderinin 95.919 TL, yıllık ise 1.151.031 TL olması öngörülmektedir. ABD doları cinsinden ise 12.171 \$ ve yıllık ise 146.051 \$ olacağı hesaplanmıştır.

Bu gelir ve gider değerlerine göre 3 alternatifli yıllık net nakit akışı aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 23. Sabit Yatırım Tutarı, Net Nakit Girişi Alternatifleri ve Yıllık İşletme Gideri Projeksiyonu

	Toplam (TL)	Toplam (\$)
Sabit Yatırım Tutarı (YT)	20.991.343	2.663.538
Net Nakit Girişi (NNG)-1	5.287.680	670.940
Net Nakit Girişi (NNG)-2	4.976.640	631.473
Net Nakit Girişi (NNG)-3	4.665.600	592.006
Yıllık İşletme Gideri (YİG)	1.151.031	146.051

Yukarıdaki projeksiyonlar neticesinde yatırımın geri dönüş süresi iyi, orta ve düşük kapasiteli senaryolara göre sırasıyla 5,1 yıl, 5,5 yıl ve 6,0 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada geri ödeme süresi olarak ortalama değer 5,5 yıl kabul edilmiştir.

Şekil 5. Yatırımın Geri Ödeme Süresi (Yıl)

5. ÇEVRESEL ve SOSYAL ETKİ ANALİZİ

Yatırım konusu tesis Çevresel Etki Değerlendirmesine tabi değildir. 3 Ekim 2013 tarihli ve 28784 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğinin ek-1'inde Çevresel Etki Değerlendirmesi Uygulanacak Projeler Listesi yer almaktadır. Bu listenin 50'inci maddesinde "50- Jeotermal enerji santralleri"ne yer verilmiştir. Ancak, ilgili maddede "a) Elektrik enerjisi üretilmesi amacıyla jeotermal kaynağın çıkartılması (Isıl kapasitesi 25 MWe ve üzeri)." ifadesi yer almaktadır. Kurulması planlanan enerji santrali 1 MWe kapasitesinde olduğundan Çevresel Etki Değerlendirme sürecine tabi olmayacaktır.

Ekşi ve Ark.(2019)²⁰'a göre jeotermal enerjinin de dahil olduğu yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik sosyal kabul, konvansiyonel enerji üretim yatırımlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 236 kişi üzerinde yapılan araştırmaya göre, Jeotermal Enerji yatırımlarına ilişkin “coğrafi konum fark etmeksizin heryere yapılabilir” şeklinde yanıt verenlerin oranı %58,1’dir. Ancak, Ilgar(2005)’e göre ise jeotermal kaynaklardan çıkan kükürt oksitlerin, koku, su ve toprak kirliliğine yol açtığını ilişkin çeşitli tespitler mevcuttur. Jeotermal enerji kaynaklarının oluşturabilecekleri çevresel hasarlar, kamuoyunun gündemine daha çok Alaşehir’de 2012 yılında, enerji üretimi için kullanılan jeotermal kaynaklarda meydana gelen patlamalarla olmuştur. Patlamalar sonrası önemli miktarda tarım arazisi kirlilikten dolayı kullanılamaz hale gelmiştir²¹. Yapılacak yatırımda bu tarımsal arazilerin kirlenmesi risklerine ilişkin gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Yatırım süreci başlatılmasıyla eş zamanlı olarak Kapullu köyünde “sosyal kabul” çalışmasının başlatılmasında fayda görülmektedir.

Santralin inşası sırasında 30 kişinin istihdam edilmesi, tam kapasite üretime geçtiğinde ise 8 kişinin istihdam edilmesi sözkonusudur. Kapullu köyünden istihdam edilebilecek personele ödenecek maaş ödemeleri ve tüketim harcamaları ile köy ekonomisine katkı sağlanacaktır.

²⁰ Ekşi ve ark.(2019) , Enerji Yatırımlarında Sosyal Kabulü Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi, Strategic Public Management Journal, Volume 5, Issue 10, pp. 63-77, Aralık 2019, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/903156>

²¹ CNNTURK (2012) <https://www.cnnturk.com/2012/turkiye/06/17/manisada.jeotermal.kabus/665420.0/index.html>

KAYNAKLAR

- 29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanun kapsamında çıkarılan yönetmelik, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm>
- Akkuş, İ. Ve Alan, H., Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneri Raporu, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 2016
- Arslandaş, Mehmet Eray, Türkiye'de Jeotermal Enerji Santrallerinin Ekonomik Açısından Fırsat Maliyetlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 2019.
- Aydın, Levent, Enerji Ekonomisi ve Politikaları, Seçkin Yayınevi, 2014
- Chena Power LLC, 400kW Geothermal Power Plant at Chena Hot Springs Final Report, Alaska Energy Authority, Alaska, US, 2006
- CNNTURK (2012) <https://www.cnnturk.com/2012/turkiye/06/17/manisada.jeotermal.kabus/665420.0/index.html>
- Coşkun, A., A. Bolattürk, M. Kanoğlu, Kütahya'nın Jeotermal Kaynaklarından Elektrik Üretimi İçin Çevrim Seçimi ve Optimizasyonu, TESKON Bildiriler Kitapçığı, 2019
- Çelik, Mehmet, "Düşük Entalpili Jeotermal Sistemlerin Çevresel İzotoplarla İncelenmesi: Ayaş-Beypazarı Jeotermal Sahası
- Ekşi ve ark.(2019) , Enerji Yatırımlarında Sosyal Kabulü Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi, Strategic Public Management Journal, Volume 5, Issue 10, pp. 63-77, Aralık 2019, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/903156>
- Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-jeotermal-enerji.html>, son erişim tarihi 20/10/2020
- EPDK, Elektrik Piyasası 2019 Yılı Gelişim Raporu, Ankara, 2020
- KOSGEB, <https://www.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/DesteklenenSektörler.pdf>, son erişim tarihi 15.11.2020
- STATISTA Küresel İş ve Ekonomi Verileri Veritabanı, <https://www.statista.com/statistics/476281/global-capacity-of-geothermal-energy/>, son erişim tarihi 1.11.2020
- TCMB, Ekim 2020 Döviz Kurları, 2020
- TEİAŞ, Ekim 2020 Kurulu Güç Raporu, <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/kurulu-guc-raporlari> son erişim tarihi 20/10/2020
- TSKB, Aylık Enerji Bülteni Eylül 2020, <http://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-bulteni-eylul-2020.pdf>, son erişim tarihi 22/10/2020

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 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



Aşağı Öveçler Mah. 1322. Cad. No: 11 06460 Çankaya / ANKARA
Tel.: 0 (312) 310 03 00 - Faks: 0 (312) 309 34 07
E-Posta: bilgi@ankaraka.org.tr | www.ankaraka.org.tr

ISBN

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılamaz