



GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ (GES) ÖN FİZİBİLİTE RAPORU



T.C. KUZEY ANADOLU KALKINMA AJANSI
NORTH ANATOLIAN DEVELOPMENT AGENCY

Bölgenin Pusulası, Özgün Fikirlerin Referans Noktası



Güneş Enerji Santrali (GES) Ön Fizibilite Raporu

WYG Türkiye

creative minds safe hands



Bu belge, Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı tarafından bastırılmıştır.

Belge No : 2016-RP-3/99

Revizyon No : -

Revizyon Tarihi : -

ISBN : 978-605-9635-05-9

1. Basım, HAZİRAN 2016

Editör(ler) : Aykut ONAT – Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı
Berkol ALEVLİ – Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı
Mustafa KOLAY – Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı

Tasarım : PINAR SALHA

Basım Yeri : Hürriyet Matbaası
5501 Sokak No: 6 Kat: 1 Tuna Mahallesi Çamdibi / İZMİR
www.hurriyetmatbaa.com
Tel: 0232 435 69 69 Faks: 0232 462 31 62

Matbaa Sertifika No : 17925

Basım Tarihi : 24 Haziran 2016

Bu belgenin her türlü yayın hakkı Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı'na aittir.

Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı'nın izni olmadan, eğitim ve tanıtım amaçlı da olsa hiçbir şekilde bu belgenin tümü veya bir kısmı yayınlanamaz ve çoğaltılamaz.

T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı

Cebrail Mah. Saray Sk. No: 1 37200 / KASTAMONU

Tel.: 0 (366) 212 58 52 Faks : 0 (366) 212 58 55

E-posta: bilgi@kuzka.gov.tr

www.kuzka.gov.tr

WYG Türkiye – MENA

Mustafa Kemal Mahallesi, MKM İş Merkezi, 2127

Sok. No: 42/7 06520 / ANKARA

Tel: +90 312 219 77 55

www.wyg.com.tr

İÇİNDEKİLER

TABLolar	IV
GİRİŞ VE METODOLOJİ	1
1. PROJE ÖZETİ	2
1.1. Projenin Gerekçesi.....	2
1.2. Proje Hakkında Özet Bilgiler	2
1.2.1.Projenin Adı:	2
1.2.2. Kuruluş Yeri:	2
1.2.3. Tesis Kurulu Kapasitesi.....	2
1.2.4. Toplam Yatırım Tutarı.....	2
1.2.5. Öngörülen Finansman Kaynakları.....	2
1.2.6. Yatırım Süresi ve Uygulama Planı:.....	2
1.2.7. Yatırımın Faydalı Ömrü	2
1.2.8. Tam Kapasitede İşletme Gelir ve Giderleri	2
1.2.9. Kapasite Kullanım Oranları	3
1.2.10. Tam Kapasitede İstihdam:	3
1.2.11. Değerlendirme Sonuç ve Önerileri.....	3
2. HİZMETİN TANIMI VE KULLANIM ALANLARI	3
3. EKONOMİK İNCELEME VE DEĞERLENDİRME	4
3.1. Sektörün Tanımı ve Yasal Çerçeve.....	4
3.1.1. Sektörün Tanımı	4
3.1.2. Yasal Çerçeve.....	4
3.1.3. Sektörle İlgili Uygulanan Teşvikler.....	6
3.2. Arz ve Talep Durumu	7
3.2.1. Kapasite Analizi	7
3.2.2. Talep Analizi.....	9
3.3. Pazar Analizi ve Pazarlama	9
3.3.1. Sektörün-Pazarın Yapısı ve Rekabet Koşulları	9
3.3.2. Sektördeki Eğilimler ve Yeni Gelişmeler	9
3.3.3. Pazarlama Stratejisi	10
3.3.4. Satış Fiyatları ve Koşulları.....	10
3.4. Tesis İçin Öngörülen Kapasite Kullanım Oranları.....	10
4. GİRDİ PİYASASI	11
5. KURULUŞ YERİ.....	11
6. TEKNİK İNCELEME VE DEĞERLENDİRME.....	11
6.1. Mevcut Teknolojiler.....	11
6.1.1 Işıl Güneş Teknolojileri	11
6.1.2 Güneş Pilleri.....	13
6.2.Teknoloji Seçimi ve Üretim Tekniği	15
6.3.Tesis Kurulu Kapasitesi ve Üretim Programı.....	16

6.4.Makine Teçhizat Seçimi ve Spesifikasyonları.....	18
6.5. İnşaat İşleri	19
6.6. Yatırım Yönetimi ve İstihdam.....	19
6.7. Toplam Yatırım Tutarı ve Uygulama Planı	19
6.7.1. Arsa.....	19
6.7.2.Etüt Projesi	19
6.7.3. İnşaat Harcamaları.....	19
6.7.4. Makine ve Teçhizat.....	19
6.7.5. Taşıma ve Sigorta Giderleri	19
6.7.6. İthalat ve Gümrükleme.....	20
6.7.7. Montaj Giderleri	20
6.7.8. Taşıt ve Demirbaş Giderleri	20
6.7.9. İşletmeye Alma Giderleri	20
6.7.10. Genel Giderler.....	20
6.7.11. Beklenebilecek Farklar	20
6.7.12. İşletme Sermayesi İhtiyacı	20
6.7.13. Yatırım Uygulama Planı.....	21
6.8. Tam Kapasitede İşletme Gelirleri.....	21
6.9. Tam Kapasitede İşletme Giderleri.....	21
7. FİNANSAL DEĞERLENDİRME	22
8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	23

TABLolar

Tablo 1: Yenilebilir Enerji Kaynakları Alım Garanti Tutarları	6
Tablo 2: Yakıt Cinslerine Göre Türkiye Elektrik Kurulu Gücü.....	7
Tablo 3: Türkiye’de Bazı Şehirlerin Kurulu Güçleri, Üretim ve Tüketim Bilgileri	8
Tablo 4: Aylık Santral Elektrik Üretimi (kWh).....	17
Tablo 5: Yatırım Tutarı Tablosu.....	20
Tablo 6: Yatırım Uygulama Planı	21
Tablo 7: Tam Kapasitede İşletme Dönemi Giderleri Tablosu (USD).....	22
Tablo 8: Finansman Tablosu (USD)	22

GİRİŞ VE METODOLOJİ

Gerekli öz kaynağa sahip ve ihtiyaç duyacağı ek kaynağı temin edebilecek yatırımcılar, kaynaklarını kuşkusuz riski düşük ve getirisi büyük yatırım alanlarında değerlendirmek isterler. Bu itibarla öngörülen sermaye yatırımı için karar verilmeden önce "ön fizibilite" çalışması yapılması mutlak zorunluluk arz etmektedir.

Ön fizibilite, bir yatırım fikrinin yatırımcının yatırım yapma kararının kesinleştirilmesinden önce proje ile ilgili olarak yapacağı her türlü ekonomik ve teknik çalışmaları kapsar. Ön fizibilite çalışmalarının yatırımcı tarafından olumlu bulunması neticesinde yatırımcı ayrıntılı bir çalışma olan fizibilite çalışmasına geçiş yapar.

Bu itibarla Çankırı ili için potansiyel arz edeceği düşünülen "Güneş Enerji Santrali" ön fizibilite raporu, Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı (KUZKA) tarafından WYG Türkiye'ye hazırlanmıştır.

Hazırlanan bu yayının içeriği KUZKA ve Bakanlığın görüşlerini yansıtmamakta olup, WYG Türkiye'nin saha ziyaretleri ve akademik araştırmaları ile hazırlanmıştır.

Bu çerçevede işbu ön fizibilite raporu, aşağıda verilen usul ve esaslar çerçevesinde hazırlanmıştır.

- Kapasite kullanım oranları alım garantisi de dikkate alınarak yıllar itibariyle %100 olarak öngörülmüştür.
- Yatırımın güneş ölçümleri yapılmış uygun arazilere yapılması gerektiğinden ve arazinin ön fizibilite aşamasında belirsiz olması nedeniyle arsanın bedelsiz tahsis edileceği öngörülmüş olup yatırımcı ve arsa netleştğinde detay fizibilite aşamasında dikkate alınacaktır.
- Öngörülen makine ve teçhizat fiyatları montaj dâhil anahtar teslimi olarak düşünülmüştür. Bu çerçevede taşıma-sigorta, ithalat-gümrükleme ve montaj giderleri öngörülmüştür.
- Öngörülen girdi ve satış fiyatları; önceden yapılmış çalışmalar, tedarikçi ve/veya üretici firmalar ile yapılan görüşmeler çerçevesinde öngörülmüştür.
- Öngörülen kapasite kullanım oranları TCMB sektör bilanço verileri, yatırımın özellikleri çerçevesinde yapılmıştır.
- Gider unsurları ile ilgili öngörüler standart öngörüler olmayıp yatırımın sektörü ve bu sektördeki benzer çalışmalar ayrıca üreticilerle yapılan görüşmeler çerçevesinde yapılmıştır.

1. PROJE ÖZETİ

1.1. Projenin Gerekçesi

KUZKA; sorumluluk alanında bulunan Çankırı, Kastamonu ve Sinop'un mevcut yatırım potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla, bölge yatırımcılarının da görüşlerini alınarak, 3 ile yönelik toplam 9 yatırım konusu için ön fizibilite raporlarının hazırlanmasına karar vermiştir. Projede belirlenen 9 fizibilite konusundan Çankırı için öngörülen 3 yatırım konusundan biri olan "**Güneş Enerji Santrali**" yatırımına yönelik bu ön fizibilite raporu hazırlanmıştır.

1.2. Proje Hakkında Özet Bilgiler

1.2.1. Projenin Adı: Güneş Enerji Santrali ön fizibilite raporu.

1.2.2. Kuruluş Yeri: Çankırı/Orta

1.2.3. Tesis Kurulu Kapasitesi: Tesis, 1 MW kurulu güce sahiptir.

1.2.4. Toplam Yatırım Tutarı

Sabit Yatırım Tutarı	1.426.500 USD
İşletme Sermayesi Tutarı	0 USD
Toplam Finansman İhtiyacı	1.426.500 USD

1.2.5. Öngörülen Finansman Kaynakları

Öz Kaynak	713.250 USD	50%
Yabancı Kaynak (*)	713.250 USD	50%
Toplam Finansman	1.426.500 USD	100%

(*):Yabancı kaynak olarak Banka kredisi kullanılacağı öngörülmüştür. Çünkü 2012/3305 sayılı Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın 29.maddesi gereği, genel teşviklerden faydalanılması durumunda diğer Kamu kurum ve kuruluşların desteklerinden yararlanılamaz (İKA Mali Desteği vb). Ancak yatırım sonrası işletme döneminde programların uygunluğuna göre hibe programlarından yararlanabilir.

1.2.6. Yatırım Süresi ve Uygulama Planı:12 ay

1.2.7. Yatırımın Faydalı Ömrü: Projenin teknik faydalı ömrü 25 yıl olarak öngörülmüştür.

1.2.8. Tam Kapasitede İşletme Gelir ve Giderleri

Yıllık İşletme Gelirleri	335.135 USD
Yıllık İşletme Giderleri	29.912,2 USD
Brüt Nakit Farkı	305.222,8 USD

1.2.9. Kapasite Kullanım Oranları

Yatırımın 2016 yılında başlamasını müteakip 1 yıl içerisinde tamamlanması öngörülmüştür. Hizmete 2017 yılında başlayacaktır. Mevcut yatırım tutarıyla 1 MW Kurulu güce sahip olacaktır.

	2017	2018	2019	2020	2021
Kapasite Kullanım Oranı	100	100	100	100	100

1.2.10. Tam Kapasitede İstihdam: Yatırımın tam kapasite çalışması evresinde tesiste 3 kişinin istihdam edileceği öngörülmüştür.

1.2.11. Değerlendirme Sonuç ve Önerileri

Projenin sabit yatırım tutarı ve sağlanacak hizmete olan talep dikkate alındığında ihtiyaç duyulan kaynakların (öz kaynak, kredi, hibe vb.) temininde herhangi bir darboğaz yaşanması beklenmemektedir.

Çankırı'da yapılacak yatırımla ilgili yapılan ön analizler neticesinde tesisin ekonomik, teknik ve mali açıdan yapılabilir nitelikte olacağı düşünülmekte olup, detaylı fizibilite çalışması yapılması önerilmektedir.

2. HİZMETİN TANIMI VE KULLANIM ALANLARI

Elektrik, enerjiye doymuş gelişmiş ülkelerde bile talebi artan bir enerji kaynağı olması, neredeyse bütün ürün ve hizmetlerin üretilmesinde girdi olması ve hane halkı tarafından tüketilen nihai bir ürün olması nedeniyle enerji sektöründe kritik bir öneme sahiptir.

Elektrik enerjisi, temel kamusal hizmet olarak nihai mal özelliği taşıırken, ekonomik hayatta faaliyet gösteren şirketler için stratejik girdi konumunda olan bir ara malıdır. Bazı kullanım alanlarında diğer enerji kaynakları tarafından ikame edilebilmesi mümkün olmakla birlikte, tam ikamesi bulunmamaktadır.

Dünya'da en yaygın kullanılan enerji biçimi elektrik enerjisidir. Gerek kullanım kolaylığı gerek temizliği açısından yaşamsal bir öneme sahip ikincil bir enerji kaynağı olan elektrik enerjisi; su kömür, doğalgaz, petrol, rüzgâr, güneş gibi birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesinden elde edilmektedir.

21. Yüzyıl, birçok açıdan enerjinin elde edilmesi ve kullanıma sunulması ile ilgili zorluklar ve imkânlar ile tanımlanabilir. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin kaynaklara sahiptir. Güneş enerjisi bu kaynakların başında gelmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının doğru şekilde kullanımı ile ilgili gerekli kanuni düzenlemelerin yapıldığı; 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, 5346 sayılı YEKDEM Kanunu ve ilgili yönetmeliklerle elektrik piyasasının serbestleştirilmesi sağlanmış, gerçek ve tüzel kişilerin lisans almadan 1 MW kapasiteye kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı sistemler kurarak elektrik üreticisi olabilmesine imkân tanıyan altyapı tamamlanmıştır.

Güneş Enerji Santralleri temelde iki farklı yapı ile çalışır. Bunlar fotovoltaik sistem ve termal sistemdir. Dünya’da ve Türkiye’de güneş enerjisi santralinden elektrik üretimi için fotovoltaik sistem kullanılmaktadır.

Fotovoltaik sistemde, güneşten gelen radyasyon, paneller vasıtası ile enerjiye çevrilmekte, elde edilen enerji inverter cihazı ile kullanıma uygun hale getirilerek kullanılmaktadır.

Termal sistemlerde özel aynalar vasıtası ile güneş ışınları belli bir noktaya iletilmekte, bu noktada bulunan yağ, su vb. sıvı ısıtılmakta, ısıtılan bu sıvı ile termik sistemlerde olduğu gibi buhar basıncı vasıtası ile mekanik enerji kinetik enerjiye çevrilmektedir.

3. EKONOMİK İNCELEME VE DEĞERLENDİRME

3.1. Sektörün Tanımı ve Yasal Çerçeve

3.1.1. Sektörün Tanımı

Güneş enerjisi santralinden elde edilen elektrik üretimi de dâhil olmak üzere, Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistik Sınıflaması Nace Rev. 2¹’ye göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır¹:

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



3.1.2. Yasal Çerçeve

Tesisin kurulu gücü 1 MW olup, ön lisans ve lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğünden muaftır. Bununla ilgili düzenlemeler, 2 Ekim 2013 tarih ve 28783 sayılı Resmi Gazete’de “Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelikte² yer almaktadır. Söz konusu yönetmelikte; ön lisans ve lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğünden muaf olma şartları, bağlantı başvuru süreci ve sürece ilişkin detaylar, elektrik üretim ve tüketim değerlerinin belirlenmesi, ihtiyaç fazlası elektrik üretiminin belirlenmesi ve satın alınması, denetim, kamulaştırma, yasak-

¹http://www3.tcmb.gov.tr/seyor/2015/Raporlar/NACE_REV2.pdf

²<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131002-3.htm>

lar ve yaptırımlar, üretim tesisinin devri gibi hususlar düzenlenmiştir. Buna göre 1 MW'ya kadar kurulacak GES'lerde;

- Şirket kurma yükümlülüğü bulunmamaktadır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak kurulacak elektrik üretim tesislerinden üretilen elektriğin ihtiyaç fazlası kısmı tesisin kurulduğu bölgede görevli perakende satış lisansı sahibi dağıtım şirketi aracılığıyla YEK Destekleme Mekanizması kapsamında değerlendirilmekte olup, herhangi bir satış kısıtı yoktur.
- Rüzgâr ve güneşe dayalı lisanssız elektrik üretim tesisleri için ölçüm zorunluluğu bulunmamaktadır.

Diğer taraftan 1 MW'ya kadar kendi ihtiyacını karşılamak ve ihtiyaç fazlasını dağıtım şebekesine satmak için gerekli belgeler aşağıda yer almakta olup, GES tesislerinde öncelikle ilgili Dağıtım Şirketinden çağrı mektubu alınması gerekmektedir.

- Bağlantı görüşü için dilekçe.
- İlgili tüketim tesisine ait abonelik bilgileri.
- Tesisin kurulacağı yerin tapu ya da kira kontratı aslı veya noter ya da idare onaylı sureti.
- Kurulacak tesisin teknik özelliklerini de gösteren Tek Hat Şeması.
- Kurulum yapılacak yerin elektrik faturası sureti (Elektrik abonesi olan herkes (her gerçek veya tüzel kişi) lisanssız elektrik üretim tesisi kurabilir. Bu kişilerin kendi uhdelerinde en az bir tüketim tesisi, yani aboneliği bulunması gerekir. Aboneliği olmayan kişiler, lisanssız elektrik üretim tesisi kuramaz. Gerçek ya da tüzel kişi olmayan aboneler (apartman yönetimi gibi) lisanssız elektrik üretim tesisi kuramaz).
- Başvuru bedelinin ödendiğine dair makbuz.

Yukarıdaki belgeleri tamamlayan firmaların başvurusunu kapasite ve teknik imkânlar çerçevesinde değerlendiren Dağıtım Şirketi, yapılmasını istediği şartlarla beraber firmaya çağrı mektubu gönderir. Firmanın çağrı mektubu şartlarına itiraz için 30 gün süresi bulunmaktadır. Çağrı mektubunu alan firma, TEDAŞ'a projesini onaylatmalıdır.

Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. tarafından aynı parsel içerisinde kurulacak 1 MW'tan küçük lisanssız elektrik üretim santralleri için ÇED Raporu istenmemesine ilişkin duyuru, 14.09.2015 tarih ve E.46645 sayılı yazıyla³ dağıtım şirketlerine gönderilmiştir. Bu itibarla söz konusu tesis ÇED'den muaf olacaktır.

Ayrıca planlanan proje, yenilenebilir kaynaktan elektrik enerjisi üretim projesi olduğu için yatırım sonucunda fosil kaynaklı tüketilen elektrik enerjisinde belirgin bir azalma söz konusu olacaktır. Yıllık kWh yenilenebilir kaynaktan (güneş enerjisi) elektrik üretimi gerçekleştirilecek olup bunun sonucunda CO2 salınımı azaltımı yıllık yaklaşık **1.283,53 ton** (0,57 kg/kWh x 2.519.810 kWh x 1/1000 ton/kg) olacaktır.

³ https://www.bedas.com.tr/UserFiles/File/TEDAS_CED_YAZISI_Lisanssiz_Elektrik_Uretim.pdf

3.1.3. Sektörle İlgili Uygulanan Teşvikler

Sektör gerekli şartların bulunması kaydıyla, 20.06.2012 tarih ve 28329 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan (Karar Sayısı: 2012/3305) “Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına İlişkin Tebliğde (Tebliğ No:2012/1)⁴ belirtilen genel teşvik uygulamalarından yani sadece gümrük muafiyeti ile KDV istisnasından yararlanabilmektedir. Ancak bölgesel teşvik uygulamalarından faydalanamamaktadır.

Diğer taraftan 2012/1 sayılı Tebliğin 5 inci maddesinin 1 inci fıkrasına göre; Teşvik Belgesi düzenlenebilmesi için Ekonomi Bakanlığı’na müracaat edilebileceği gibi genel teşvik uygulamaları kapsamında yer alan, sabit yatırım tutarı 10 milyon Türk Lirasını aşmayan yatırımlar için firmanın tercihinə bağlı olarak Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı’na da müracaat edilebilir. Ancak güneş enerjisi santral yatırımları için teşvik belgesi düzenlenmesi hususunda ajansların yetkisi bulunmamaktadır.

Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı’nın İktisadi Mali Destek Programı (İKAP) güneş enerjisi santral yatırımının da olduğu birçok sektöre yönelik yatırımlara mali destekler de (2015 yılı için 75.000 TL ile 500.000 TL arasında) sağlanabilmektedir.

18.05.2005 tarih ve 25819 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan, 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun’da⁵, 29.12.2010 tarih ve 6094 sayılı Kanunla yapılan değişikliğe göre (08.01.2011 tarih ve 27809 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.), yenilenebilir enerji kaynağına (YEK) dayalı üretimlerde alım garantisi verilmiş olup, garanti tutarları⁶ Tablo 1’de verilmiştir.

Yenilebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Cent/kwh
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
Biyokütle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dâhil)	13,3
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Tablo 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alım Garanti Tutarları

YEK Kanunu’nun yürürlüğe girdiği 18 Mayıs 2005 tarihinden 31 Aralık 2015 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek YEK destekleme mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için bu fiyatlar 10 yıl süreyle uygulanacaktır. 31 Aralık 2015 tarihinden sonra işletmeye girecek yenilenebilir enerji kaynağı üretim tesisleri için uygulanacak fiyatlar, bu fiyatları geçmeyecek şekilde Bakanlar Kurulunca belirlenecektir.

Ayrıca “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” da belirtildiği üzere; yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde bu tesislerde üretilen elektriğin alım fiyatına (işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle) 2,3 cent/kwh – 9,2 cent/kwh arasında çeşitli ek ödemelerde yapılmaktadır.

⁴<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120620-8.htm>

⁵<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm>

⁶<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm>

3.2. Arz ve Talep Durumu

3.2.1. Kapasite Analizi

"36-42" derece kuzey enlemleri arasında yer alan Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli açısından şanslı konumdadır.

Resmi verilere göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi, metrekarede 2.640 saat (toplam 7,2 saat) olup, ortalama toplam ışıyım şiddeti, metrekarede yılda 1.311 kw-saat (günlük ortalama 3,6 kw-saat) olduğu hesaplanmıştır.

Türkiye elektrik enerjisinin yakıt cinslerine göre kurulu gücü 2015 yılı sonunda 73.146,7 MW, GES'in aldığı pay %0,03 ile 248,8 MW olarak gerçekleşmiştir. 31 Ocak 2016 tarihi itibarıyla ise kurulu güç 73.427,4 MW'a, GES'in payı ise %0,04 ile 290,0 MW'a yükselmiştir.

Tablo 2'de görüleceği üzere 2015 yılı sonunda 362 olan GES sayısı, 31 Ocak 2016'da 409'a yükselmiş olup, tamamı lisanssızdır⁷.

YAKIT CİNSLERİ	2014 YILI SONU			30 EYLÜL 2015 İTİBARI İLE		
	KURULU GÜÇ	KATK I	SANTRAL SAYISI	KURULU GÜÇ	KATK I	SANTRAL SAYISI
	MW	%	ADET	MW	%	ADET
Fuel						
Oil+Asfaltit+Nafta+Motorin	659,8	0,9	18	742,3	1,0	15
Taş kömürü+Linyit	8.573,4	12,3	23	8.729,4	12,1	25
İthal Kömür	6.062,6	8,7	8	6.064,2	8,4	8
Doğalgaz+LNG	21.476,1	30,9	230	21.495,7	29,8	240
Yenilen+Atık+Atıkısı+Pirolük Yağ	288,1	0,4	58	320,5	0,4	66
Çok Yakıtlılar Katı+Sıvı	667,8	1,0	9	657,8	0,9	7
Çok Yakıtlılar Sıvı+D.Gaz	4.074,0	5,9	42	3.883,8	5,4	38
Jeotermal	404,9	0,6	15	581,4	0,8	17
Hidrolik Barajlı	16.606,9	23,9	77	18.126,2	25,1	89
Hidrolik Akarsu	7.036,3	10,1	444	7.231,6	10,0	451
Rüzgâr	3.629,7	5,2	90	4.144,2	5,7	106
Güneş (Lisanssız)	40,2	0,1	112	178,6	0,2	279
Toplam	69.519,8	100,0	1.126	72.155,6	100,0	1.341

Kaynak: TEİAŞ

Tablo 2: Yakıt Cinslerine Göre Türkiye Elektrik Kurulu Gücü

Kurulu güç olarak en yüksek kapasiteli il Kahramanmaraş, en düşük kapasiteli il ise Kilis'dir. Rüzgâr santralleri Ege kıyıları ile Akdeniz'in doğusu, hidroelektrik santraller Fırat-Dicle havzası ile Çoruh havzası, yerli kömür santralleri kömür madeni bulunan bölgelerde, ithal kömür santralleri kıyı şehirlerinde, doğalgaz santralleri yüksek elektrik tüketimi olan bölgelerde, ülke-

⁷ www.teias.gov.tr/yukdagitim/kuruluguc.xls

mizde yeni kurulmaya başlayan güneş elektriği santralleri ise Türkiye'nin güney bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Türkiye'deki bazı şehirlerin elektrik santrali kurulu güç, ortalama üretim miktarı ve şehir tüketimi karşılama oranları⁸ Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'de görüleceği üzere Çankırı elektrik enerjisinde kurulu güç olarak oldukça yetersiz bir kapasiteye sahip olup, tükettiği enerjinin ancak %1'ini üretebilmektedir.

Sıra No	Şehir	Kurulu Güç (MW)	Yaklaşık Üretim (GW)	Üretim/Tüketim Oranı (%)
1	Kahramanmaraş	4.152	12.269	241
2	İzmir	3.975	24.208	120
3	Şanlıurfa	3.397	11.192	159
4	Samsun	3.394	15.937	502
5	Adana	3.023	14.015	196
6	İstanbul	3.008	14.730	35
7	Bursa	2.924	14.616	119
8	Hatay	2.680	17.200	219
9	Sakarya	2.421	18.001	626
10	Diyarbakır	2.251	7.397	137
11	Elazığ	2.234	7.923	518
12	Kocaeli	2.215	16.116	112
13	Çanakkale	2.199	14.331	319
14	Antalya	2.077	9.557	132
15	Muğla	2.035	8.544	275
34	Sinop	543	881	210
70	Kastamonu	42	104	12
79	Çankırı	3	4	1

Kaynak: Enerji Atlası

Tablo 3: Türkiye'de Bazı Şehirlerin Kurulu Güçleri, Üretim ve Tüketim Bilgileri

Ülkemizde güneş enerjisi kullanımında kaynak anlamında bir sorun olmamakla beraber elektrik üretiminde uygulanacak yöntem açısından bazı bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Fotovoltaik sistemler ile bulutlu veya açık her türlü hava şartlarında elektrik üretilebilirken, yoğunlaştırıcı sistemlerde (termik ve mekanik dönüşüm) direk ışınlam, yani açık hava, gerekli olmaktadır. Bu nedenle, termik ve mekanik dönüşümlü üreteçler için Güney Doğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin tercih edilmesi gerekirken, fotovoltaik üreteçler için Doğu Karadeniz Bölgesi dışındaki tüm bölgeler uygun olmaktadır.

Yatırımın gerçekleştirileceği Çankırı'da ve KUZKA sorumluluk alanına giren Kastamonu ve Sinop'ta herhangi bir GES bulunmamaktadır. EİE verilerine göre Türkiye için en uzun güneşlenme süresi 11,3 saat ile Temmuz ayında gerçekleşirken, aynı ayda güneşlenme süreleri Çankırı'da 10,76 saattir. Ancak Türkiye'deki diğer bölgelerle kıyaslandığında, güneş enerjisi potansiyeli düşük olmasına rağmen; güneş enerjisinden azami derecede faydalanan Almanya gibi Avrupa ülkeleriyle kıyaslandığında daha büyük bir potansiyele sahiptir.

⁸ <http://www.enerjiatlası.com>

3.2.2. Talep Analizi

Hem bölgesel bir enerji ticaret merkezi hem de büyüyen bir tüketici olarak Türkiye'nin dünya enerji piyasasındaki önemi giderek artmaktadır. 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 itibarla Türkiye'nin mevcut elektrik ihtiyacının başta yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere yerli kaynaklarla karşılanması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca GES elektrik üretiminin de içinde bulunduğu yenilenebilir enerji üretimine Devlet tarafından alım garantisi verilmesi hususları dikkate alındığında talep açısından GES'den elde edilecek elektrikte darboğaz oluşmayacaktır.

3.3. Pazar Analizi ve Pazarlama

3.3.1. Sektörün-Pazarın Yapısı ve Rekabet Koşulları

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkeler açısından oldukça önemli bir konuma geldiği günümüzde bu konuda yapılan çalışmalar da hızlanmış durumdadır. Özellikle son yıllarda Türkiye'de enerji sektöründe büyük atılımlar gerçekleştirilmekte ve sektörün iyileştirilmesi adına birçok çalışma yapılmaktadır. Çünkü Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel hidrolik, güneş ve rüzgâr enerjisinde ön plana çıkmaktadır. Avrupa ve diğer dünya devletlerine göre yıllık güneşlenme süresi oldukça fazladır.

Bilindiği üzere Türkiye enerji sektöründe dışarıya bağımlı durumdadır. Bu açıdan güneş enerjisi santralleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye girmesi dışarıya olan bağımlılığı da azaltacaktır.

Bu itibarla kurulacak güneş enerjisi santralının verimli çalışabilmesi için yer tercihinin doğru yapılması, şebeke bağlantısının yapılması ve en uygun teknolojinin seçilmesi rekabette önemli avantajlar sağlayacaktır.

3.3.2. Sektördeki Eğilimler ve Yeni Gelişmeler

Dünyada güneş Enerji Santrallerinde fotovoltaik veya termal sistem kullanılmakta olup, Türkiye'de güneş enerjisi santralinden elektrik üretimi için fotovoltaik sistem kullanılmaktadır.

Ülkemizde güneş enerjisi kullanımında kaynak anlamında bir sorun olmamakla beraber elektrik üretiminde uygulanacak yöntem açısından bazı bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Fotovoltaik sistemler ile bulutlu veya açık her türlü hava şartlarında elektrik üretilebilirken, yoğunlaştırıcı sistemlerde (termik ve mekanik dönüşüm) direk ışınlım, yani açık hava, gerekli olmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'deki diğer bölgelerle kıyaslandığında, güneş enerjisi potansiyeli daha düşük olan Çankırı'da güneş enerjisi santralinden elektrik elde etmek amacıyla fotovoltaik sistemin kullanılması ayrı bir önem arz etmektedir.

3.3.3. Pazarlama Stratejisi

Lisans almadan 1 MW kapasiteye kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı sistemler kurarak elektrik üreticisi olma imkânı tanıyan yasal düzenlemeler, en çok güneş enerjisine olan ilgiyi artırmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak kurulacak elektrik üretim tesislerinden üretilen elektriğin ihtiyaç fazlası kısmı, üretim tesisinin kurulduğu bölgede görevli tedarik şirketi aracılığıyla Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) Destekleme Mekanizması kapsamında da değerlendirilmektedir. Bu çerçevede üretilecek elektrik enerjisinin pazarlanmasında herhangi bir engel bulunmamaktadır.

3.3.4. Satış Fiyatları ve Koşulları

10.05.2005 tarih ve 25819 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan, 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” da, yenilenebilir enerji kaynağına (YEK) dayalı üretimlerde alım garantisi verilmiştir.

YEK Kanunu’nun yürürlüğe girdiği 18 Mayıs 2005 tarihinden 31 Aralık 2015 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek YEK destekleme mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri için bu fiyatlar 10 yıl süreyle uygulanacaktır. Bu tarihten sonra işletmeye girecek yenilenebilir enerji kaynağı üretim tesisleri için uygulanacak fiyatlar, bu fiyatları geçmeyecek şekilde Bakanlar Kurulunca belirlenecektir.

Ayrıca “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” da belirtildiği üzere; yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde bu tesislerde üretilecek elektriğin alım fiyatına (işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle) 2,3 USD cent/kwh – 9,2 USD cent/kwh arasında çeşitli ek ödemelerde yapılmaktadır.

Ön fizibilite konusu GES’den üretilecek elektrik için kurulan tesiste, yerli makine ve ekipmanlardan istenilen verimliliğin sağlanamaması nedeniyle ithal makine ve ekipman kullanılacağı öngörülmüştür. Ayrıca üretilecek elektriğin alım garantisi çerçevesinde satılacağı varsayılarak satış fiyatı 13,3 USD cent/kwh öngörülmüştür.

3.4. Tesis İçin Öngörülen Kapasite Kullanım Oranları

Güneş Enerjisi Santrallerinde üretilecek 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.

Piyasa şartlarına, rakip firmalara, satış ve rekabet olanaklarına bağlı tüketici bulma arayışı; üretilen elektriğin nasıl satılabileceğine ilişkin değil, ne kadar daha yüksek kar marjıyla satılabileceğine ilişkindir.

Ekonomik anlamda, yapılacak satış miktarlarında piyasa payı kısıdı yoktur, tek kısıt GES’in 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 gerçekleşeceği öngörülmüştür.

4. GİRDİ PİYASASI

Girdi olarak sistem kullanım ve işletim bedeli, sigorta, personel, bakım onarım, genel ve beklenmeyen giderler olacak olup, teminde herhangi bir darboğaz yaşanmayacaktır.

5. KURULUŞ YERİ

Projenin enerji üretimini ve maliyetlerini optimize edebilmek adına yapılacak saha geliştirme çalışması için öncelikli hedef bölge olarak lokasyonun rüzgâr rejimi açısından verimli ölçütlerde olması gerekliliğidir. Bu veriler Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından sağlanan «Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası'ndan⁹ (GEPA) yararlanarak takip edilebilmektedir.

Verilere göre Türkiye için en uzun güneşlenme süresi 11,3 saat ile Temmuz ayında gerçekleşirken, aynı ayda güneşlenme süreleri Çankırı'da 10,76 saattir.

Çankırı'da genel olarak, güneşleme azdır fakat güney batı kesimlerinde güneşleme nispeten daha fazladır. Orta ilçesi de bu güney batı kısımda yer almakta olup, güneşleme süresi nispeten yüksektir. Dolayısıyla bu ilçede güneş enerjisi santrali kurulması uygun olabilecektir.

6. TEKNİK İNCELEME VE DEĞERLENDİRME¹⁰

Bu bölüm ve bölüm detayları oluşturulurken hizmete özel, kamuya ait olmayan firmalar için tarafımızdan hazırlanan raporlar ile aşağıda verilen linklerden yararlanılmıştır.

Yatırımın yeri belirlenirken en önemli parametre bağlantı noktasına mesafesi ve güneş atlasına uygunluğu önemlidir. Bunlar içinde eğer Hazine arazisi varsa tahsis konusu gündeme gelebilir. Güneş Enerji Santrali yatırımı için şebeke çıkışları 1,1 MW gücünde (şebeke çıkışı 1 MW olacaktır.) olan bir tesis planlanmıştır. Yatırım 20.000 m² -30.000 m² büyüklüğündeki arsa üzerinde gerçekleştirilecektir.

Proje sahası olarak Çankırı- Orta ilçesi alınmış olup, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında "Birinci Derece Deprem Bölgesi" içinde yer almaktadır.

6.1. Mevcut Teknolojiler

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) ile açığa çıkan ısıma enerjisidir. Güneş ışınlarından yararlanmak için pek çok teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknolojilerin bir kısmı güneş enerjisini ışık ya da ısı enerjisi şeklinde direk olarak kullanırken, diğer teknolojiler güneş enerjisinden elektrik elde etmek şeklinde kullanılmaktadır.

Güneş enerjisi teknolojisi yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok eşitlik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

⁹ <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

¹⁰ <http://www.solarbaba.com/index.html> , <http://enerjiensitusu.com/>, <http://www.enerjiatlasi.com/>, <http://www.eie.gov.tr/anasayfa.aspx>, <http://www.tureb.com.tr/>

- **Isıl Güneş Teknolojileri:** Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.
- **Güneş Pilleri:** Fotovoltaik pillerde denen bu yarı iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.

6.1.1. Isıl Güneş Teknolojileri

Düzlemsel Güneş Kolektörleri

Güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli tür ve biçimlerdeki aygıtlardır. En çok evlerde sıcak su ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ulaştıkları sıcaklık 70 derece civarındadır. Bu kolektörler, üstten alta doğru, camdan yapılan üst örtü, cam ile absorban plaka arasında yeterince boşluk, metal veya plastik absorban plaka, arka ve yan yalıtım ve bu bölümleri içine alan bir kasadan oluşmuştur. Absorban plakanın yüzeyi genellikle koyu renkte olup bazen seçiciliği artıran bir madde ile kaplanır. Kolektörler yörenin enlemine bağlı olarak güneşi maksimum alacak şekilde sabit bir açı ile yerleştirilirler. Güneş kolektörlü sistemler tabi dolaşım ve pompalı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu sistemler evlerin yanında, yüzme havuzları ve sanayi tesisleri içinde sıcak su sağlanmasında kullanılır.

Güneş Kolektörleri

Bu sistemlerde, vakumlu cam borular ve gerekirse absorban yüzeyine gelen enerjiyi artırmak için metal ya da cam yansıtıcılar kullanılır. Bunların çıkışları daha yüksek sıcaklıkta olduğu için (100-200 derece), düzlemsel kolektörlerin kullanıldığı yerlerde ve ayrıca yiyecek dondurma, bina soğutma gibi daha geniş bir yelpazede kullanılabilirler.

Güneş Havuzları

Yaklaşık 5-6 metre derinlikteki suyla kaplı havuzun siyah renkli zemini güneş ışınımını yakalayıp 90 derece sıcaklıkta sıcak su elde edilmesinde kullanılır. Havuzdaki ısının dağılımı suya eklenen tuz konsantrasyonu ile düzenlenir, tuz konsantrasyonu en üstten alta doğru artar. Böylece en üstten soğuk su yüzeyi bulursa bile havuzun alt kısmında doymuş tuz konsantrasyonu bulunan bölgede sıcaklık yüksek olur. Bu sıcak su bir eşanjöre pompalanarak ısı olarak yararlanılabileceği gibi Rakin çevrimi ile elektrik üretiminde de kullanılabilir. Güneş havuzları konusunda en fazla İsrail’de çalışmalar yapılmıştır Bu ülkede 150 KW gücünde 5 MW gücünde iki sistem yanında Avustralya’da 15 KW ve ABD’de 400 KW gücünde güneş havuzları bulunmaktadır.

Güneş Bacaları

Bu yöntemde güneşin ısı etkisinden dolayı oluşan hava hareketinden yararlanılarak elektrik üretilir. Güneşe maruz bırakılan şeffaf malzeme ile kaplı bir yapının içindeki toprak ve hava, çevre sıcaklığından daha çok ısınacaktır. Isınan hava yükseleceği için, çatı eğimli yapıp, hava akışı çok yüksek bir bacaya yönlendirilirse baca içinde 15 m/sn hızda hava akışı-rüzgar oluşacaktır. Baca girişine yerleştirilecek yatay rüzgâr türbini bu rüzgarı elektriğe çevirecektir. Bu tesisin gücü 30-100 MW gücünde olabilir. Deneysel bir kaç sistem dışında uygulaması yoktur.

Su Arıtma Sistemleri

Bu sistemler esas olarak sıg bir havuzdan ibarettir. Havuzun üzerine eğimli şeffaf-cam yüzeyler kapatır. Havuzda buharlaşan su, bu kapaklar üzerinde yoğunlaşarak toplanırlar. Bu tür sistemler, temiz su kaynağının bulunmadığı bazı yerleşim yerlerinde yıllardır kullanılmaktadır. Su arıtma

havuzları üzerinde yapılan Ar-Ge çalışmaları ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin azaltılmasında ve verimin artırılmasına yöneliktir.

Güneş Isıl Elektrik Santralleri (Yoğunlaştırıcı Sistemler)

Parabolik Oluk Kolektörler:

Doğrusal yoğunlaştırıcı termal sistemlerin en yaygınıdır. Kolektörler, kesiti parabolik olan yoğunlaştırıcı dizilerden oluşur. Kolektörün iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş enerjisini, kolektörün odağında yer alan ve boydan boya uzanan siyah bir absorban boruya odaklar. Kolektörler genellikle, güneşin doğudan batıya hareketini izleyen tek eksenli bir izleme sistemi üzerine yerleştirilirler. Toplanan ısı, elektrik üretimi için enerji santraline gönderilir. Bu sistemler yoğunlaştırma yaptıkları için daha yüksek sıcaklığa ulaşabilirler. Doğrusal yoğunlaştırıcı termal sistemler ticari ortama girmiş olup, bu sistemlerin en büyük ve en tanınmış olanı 350 MW gücündeki şimdiki Kramer&Junction eski luz İnternational santralleridir.

Parabolik Çanak Sistemler:

İki eksenle güneşi takip ederek, sürekli olarak güneşi odaklama bölgesine yoğunlaştırırlar. Termal enerji, odaklama bölgesinden uygun bir çalışma sıvısı ile alınarak, termodinamik bir dolaşıma gönderilebilir ya da odak bölgesine monte edilen bir stirling birleşimiyle güneş enerjisinin elektriğe dönüştürülmesinde %30 civarında verim elde edilmiş olur.

Merkezi Alıcı Sistemler:

Tek tek odaklanma yapan ve heliostat adı verilen aynalardan oluşan bir alan, güneş enerjisini, alıcı denilen bir kule üzerine monte edilmiş ısı eşanjörüne yansıtır ve yoğunlaştırır. Alıcıda bulunan ve içinden akışkan geçen boru yumağı, güneş enerjisini üç boyutta hacimsel olarak absorbe eder. Bu sıvı, Rankine makineye pompalanarak elektrik üretilir. Bu sistemlerde ısı aktarım akışkanı olarak hava da kullanılabilir, bu durumda sıcaklık 800 dereceye çıkar. Heliostatlar bilgisayar tarafından kontrol edilerek alıcının sürekli güneş alması sağlanır. Bu sistemlerin kapasite ve sıcaklıkları, sanayi ile kıyaslanabilir düzeyde olup Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir.

6.1.2. Güneş Pilleri (Fotovoltaik Piller)

Güneş pilleri, yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddedir. Güneş pilleri fotovoltaik ilkeye bağlı olarak çalışırlar, yani üzerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Pilin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir. Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak %5 ile %20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir.

Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine paralel yada seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü yada fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç Watt'tan megawatt'lara kadar sistem oluşturulur.

Güneş pilleri pek çok farklı maddeden yararlanarak üretilir. Günümüzde en çok kullanılan maddeler; kristal silisyum, amorf silisyum, Galyum Arsenit, Kadmiyum Tellürid (CdTe), Bakır İndiyum Diselenid'dir.

Güneş pilleri, elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilir. Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatör, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli

elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak güneş pili sistemi (fotovoltaik sistem) oluştururlar. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımanın zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılırlar. Bunun dışında dizel jeneratörler ya da başka güç sistemleri ile birlikte karma olarak kullanılmaları da mümkündür. Bu sistemlerde yeterli sayıda güneş pili modülü, enerji kaynağı olarak kullanılır. Güneşin yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince kullanılmak üzere genellikle sistemde akümülatör bulundurulur. Güneş pili modülleri gün elektrik enerjisi üreterek bunu akümülatörde depolar, yüke gerekli olan enerji akümülatörden alınır. Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için kullanılan denetim birimi ise akünün durumuna göre, ya güneş pillerinden gelen akımı ya da yükün çektiği akımı keser. Şebeke uyumlu alternatif akım elektriğinin gerekli olduğu uygulamalarda, sisteme bir invertör eklenerek akümülatördeki DC gerilim, 220 V, 50Hz'lik sinüs dalgasına dönüştürülür. Benzer şekilde, uygulamanın şekline göre çeşitli destek elektronik devreler sisteme katılabilir. Bazı sistemlerde, güneş pillerinin maksimum güç noktasında çalışmasını sağlayan maksimum güç noktası izleyici cihazı bulunur.

Şebekeden bağımsız sistemlerin genel uygulama alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Haberleşme istasyonları, kırsal radyo, telsiz ve telefon sistemleri
- Elektrik ve su dağıtım sistemlerinde yapılan telemetrik ölçümler, hava gözlem istasyonları
- Bina içi ya da dışı aydınlatılması
- Dağ evleri ya da yerleşim yerlerinden uzaktaki evlerde TV, radyo, buzdolabı gibi elektrikli aygıtların çalıştırılması
- Tarımsal sulama ya da ev kullanımı amacıyla su pompajı
- Orman gözetleme kuleleri
- Deniz fenerleri
- İlk yardım, alarm ve güvenlik sistemleri
- Deprem ve hava gözlem istasyonları
- Dağ evleri, çiftlikler
- Tekne, karavan gibi özel uygulamalar

Şebeke bağlantılı güneş pili sistemleri ise iki ana gruba ayrılır.

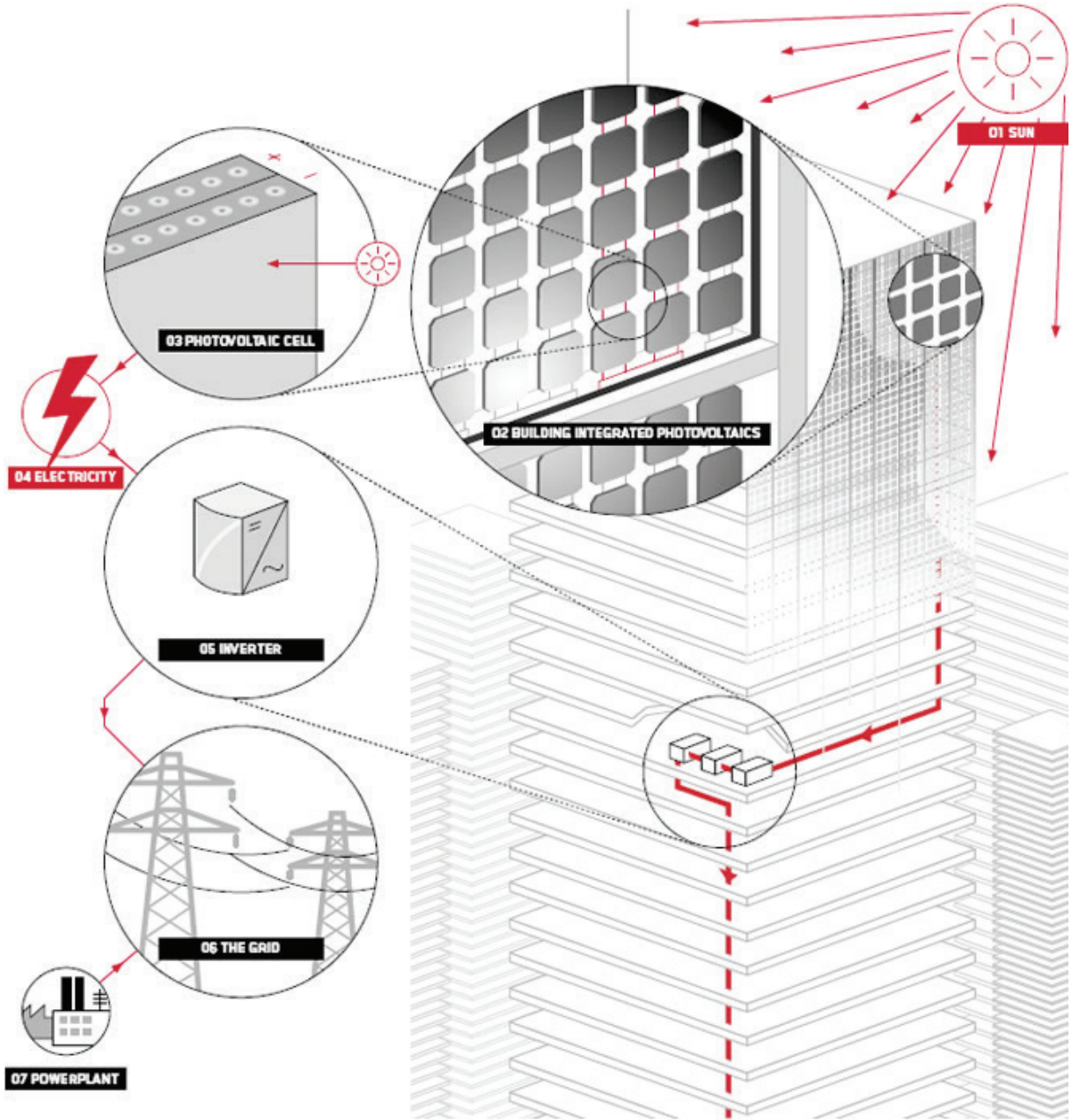
- İlk tür sistem, temelde bir yerleşim biriminin örneğin, bir konutun elektrik gereksinimini karşılar. Bu sistemlerde, üretilen fazla enerji elektrik şebekesine satılır, yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise şebekeden enerji alınır. Böyle bir sistemde enerji depolamaya gerek yoktur, yalnızca üretilen DC elektriğin, AC elektriğe çevrilmesi ve şebekeye uyumlu olması yeterlidir.
- İkinci tür şebekeye bağlı güneş pili sistemleri kendi başına elektrik üretilip, bunu şebekeye satan büyük güç üretim merkezleri şeklindedir. Bu sistemlerde üretim fazlasının devlete satışının yapılması için sisteme çift taraflı sayaç dahil edilir. Üretilen enerji direk sayaçtan geçirilerek şebekeye aktarılır. Evin kullanımı için gereken enerjinin tamamı mevcut sistemlerde olduğu gibi şebekeden alınmaya devam eder. Şebekeye bağlı sis-

temlerin binalar dışında bir diğer kullanım yeri ise direkt yatırım amaçlı kurulan güneş enerji santralleridir. kW seviyesinden MW seviyesine kadar her güçte enerji santrali kurmak mümkündür. Yasal düzenlemelerin gerektiği bu uygulamada, sistem sahibi üretilen enerji kadar gelir elde etmektedir.

6.2.Teknoloji Seçimi ve Üretim Tekniği

Planlanan bu yatırımda şebeke bağlantılı güneş pili sistemleri kullanılacaktır. Şebekeye bağlı bir GES’de başlıca cihaz ve ekipmanlar, panel, evirici, trafo ve diğer santral elemanları olarak nitelendirilmektedir.

Fotovoltaik süreç; güneş ışınlarıda şebeke enerjisine aşağıdaki diyagramda verilmiştir. Fotonlar-Güneş ışınları (01) fotovoltaik hücreler (02) tarafından tutulur ve elektrik akımına (03-04) dönüştürülür. Elektrik, inverter (05) yardımıyla, şebekeye (06) bağlanır.



Şekil 1: Üretim Tekniği

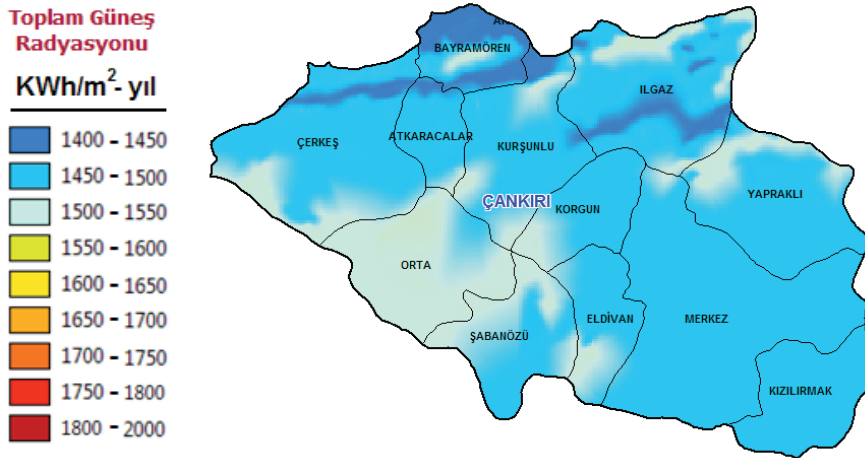
6.3.Tesis Kurulu Kapasitesi ve Üretim Programı

Güneş enerjisinden elektrik üretiminde en büyük etken bölgedeki güneş radyasyonu yani ışımadır. Daha sonra önem arz eden parametre ise bölgenin güneşlenme süresidir. Bu iki parametre güneş enerjisinin potansiyelini ortaya çıkarır. Güneş enerjisinden elektrik üretiminin hesaplanmasında dünyada kabul görmüş birçok lisanslı bilgisayar yazılımı(PVSYST, PVmap, SolarLab...) kullanılmaktadır. Bu lisanslı bu programlardan genelde PVSYST programı kullanılmaktadır. PVSYST (Photovoltaic Systems) programı, noktasal bazda ışıma ve meteorolojik verileri kullanarak enerji üretimini hesaplayan bir programdır. Ayrıca lisanssız olarak, internet üzerinden kullanılabilen PVGIS programı vardır. PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) programı, noktasal bazda verileri kullanarak enerji üretimini hesaplayan bir programdır.

Bu programların dışında GEPA(Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası) verileri kullanılarak da enerji üretim miktarı hesaplanmaktadır. GEPA, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın il ve ilçe bazında yayınladığı ışıma miktarlarıdır.

Bu ön fizibilitede 1,1 MW (şebeke bağlantı gücü 1 MW) kurulu gücüne sahip proje dikkate alınacaktır. 1,1 MW'lık GES tesisinde, 4.400 adet 250Wp polikristal panel kullanılacaktır.

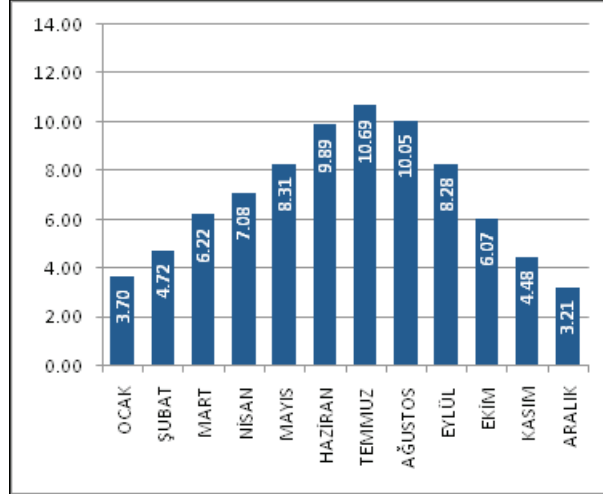
Güneş enerjisi yatırımları ülkemizde yeni kuruluyor olduğundan, tesisin üretebileceği enerji miktarı bulunurken Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü aylık ortalama güneşlenme süreleri dikkate alınmıştır. Aşağıda 1,1 MW Kurulu güçteki tek bir GES tesisinin, üretebileceği elektrik miktarı hesaplanmıştır.



Kaynak: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

Şekil 2: Toplam Güneş Radyasyonu

Orta İlçesi'nde güneşlemenin en fazla olduğu aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos'tur.



Kaynak: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

Grafik 1: Orta İlçesi Güneşlenme Süreleri (Saat)

Aylık bazda ortalama elektrik üretim miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ay	Günlük Ortalama Güneşlenme Süresi	Günlük Üretim	Aylık Üretim
Ocak	3.70	3.70	114.700
Şubat	4.72	4.72	132.160
Mart	6.22	6.22	192.820
Nisan	7.08	7.08	212.400
Mayıs	8.31	8.31	257.610
Haziran	9.89	9.89	296.700
Temmuz	10.69	10.69	331.390
Ağustos	10.05	10.05	311.550
Eylül	8.28	8.28	248.400
Ekim	6.07	6.07	188.170
Kasım	4.48	4.48	134.400
Aralık	3.21	3.21	99.510
Toplam			2.519.810

Kaynak: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

Tablo 4: Aylık Santral Elektrik Üretimi (kWh)

Elektrik üretimi dikkate alınırken kayıplar dikkate alınmış ve 1,1 MW Kurulu güç 1 MW olarak dikkate alınmıştır. 1,1 MW GES yıllık elektrik üretimi **2.519.810 kWh** olarak öngörülmüştür.

6.4.Makine Teçhizat Seçimi ve Spesifikasyonları

Şebekeye bağlı bir GES’de başlıca cihaz ve ekipmanlar; panel, evirici, trafo, diğer santral elemanları ve panel konstrüksiyonu olarak nitelendirilmektedir. Kurulacak GES, 28.850 m² alan üzerinde, 4.400 adet modülden oluşacak olup, 1.100 kWpDC, 1.000 kWpAC kurulu güce sahip olacaktır. ENH’na uzaklığının ise 1 km olacağı öngörülmüştür.

PV (Fotovoltaik) Panel: Güneş ışınlarını elektrik enerjisine çeviren ve sistemin ana elemanı olan ünitelerdir. Firmanın fotovoltaik panelleri, Çin menşeli Yingli Solar firmasından tedarik edeceği dikkate alınarak maliyet öngörülmüştür. Yapılan araştırmada firmanın Türkiye piyasasında tanındığı ve en uygun maliyetli ürünler sunduğu belirlenmiş olup bu nedenle tercih edilmiştir. Öngörülen panel spesifikasyonları genel hatlarıyla şu şekilde olacaktır:

Üretim Yeri	: Çin
Modül Gücü	: 250 Wp
Modül Sayısı	: 4.400 Adet

Evirici (Inverter):Güneş panelleri doğru akım (DC) üretirler ancak şebekede kullandığımız elektrik alternatif akım (AC) olduğundan, panelin ürettiği doğru akımı alternatif akıma çevirecek bir ara cihaza ihtiyaç duyulmaktadır. Evirici bu dönüşüm işlemini yapmaktadır. Öngörülen evirici spesifikasyonları genel hatlarıyla şu şekilde olacaktır:

Üretim Yeri	: Avusturya
Miktar	: 50 Adet

Trafo (Transformator):Trafolar kendisine gelen elektrik enerjisi gerilimini yükseltmek veya düşürmek amacı ile kullanılmaktadır. Eviricinin ürettiği akımın şebeke gerilimine yükseltip şebekeye verilmesini sağlamaktadır.

Diğer Santral Elemanları: GES projelerinde, panelleri birbirine ve eviricilere, oradan da trafoya bağlayan kablolar, panellerin taşıyıcısı olarak genellikle alüminyum ya da çelikten imal edilen taşıyıcılar kullanılmaktadır. Ayrıca üretimi ve panelleri uzaktan izleme imkânı veren çeşitli yazılımlarda yatırım maliyetleri dâhilindedir.

Panel Konstrüksiyonu: Modüller gerekli standartlara uygun ve güneş açısını en uygun açıda alacak şekilde yerleştirilecektir. Panellerin eğim açısı arazi güneş ölçümlerine göre ayarlanacaktır. Panelleri taşıyacak konstrüksiyonların tamamı paslanmaz özellikte malzemeden yapılacaktır. Ayrıca statik açıdan uygunluğu gerekli proje ve hesaplarla teyit edilecektir. Ekipmanlar ve maliyet belirlenirken piyasa koşulları ve yatırımcılar tarafından seçilen ekipmanlar dikkate alınmıştır. Bu itibarla öngörülen panel konstrüksiyonunun spesifikasyonları genel hatlarıyla şu şekilde olacaktır:

Malzeme	: Alüminyum ve paslanmaz çelik
Üretim Yeri	: Türkiye

6.5. İnşaat İşleri

Yatırıma ilişkin inşaat işleri; arazi düzeleme, bina, yol işleri, saha hazırlanması, konstrüksiyon temelleri yapımı olarak belirlenmiş ve toplam yatırım tutarı bölümünde gereken harcama öngörülmüştür.

6.6. Yatırım Yönetimi ve İstihdam

Proje etüd ve saha çalışmalarının başlaması ve tesislerin tamamlanmasının yaklaşık 12 ay içinde gerçekleşeceği öngörülmüştür. Tesis için 2 güvenlik görevlisi ve 1 tekniker olmak üzere 3 kişi istihdam edilecektir.

6.7. Toplam Yatırım Tutarı ve Uygulama Planı

Toplam yatırım tutarı hesaplamalarında 23.11.2015 tarihli Merkez Bankası Döviz Satış Kuru 1 Euro = 3,0271 TL, 1 USD = 2,8484 TL dikkate alınmıştır.

6.7.1.Arsa

Arsanın bedelsiz tahsis edileceği ve dolayısıyla harcama olmayacağı öngörülmüştür.

6.7.2. Etüd Proje

Yatırım kapsamında etüd proje gideri olarak 10.500USD öngörülmüştür.

6.7.3. İnşaat Harcamaları

Yatırım kapsamında yapılacak inşaat işleri bina, yol işleri, saha hazırlanması, konstrüksiyon temelleri yapımı olarak belirlemiş ve 200.000 USD harcama öngörülmüştür.

6.7.4.Makine ve Teçhizat

Projenin makine ve teçhizat dökümü ve tutarları aşağıda verilmiştir.

- ENH (3\0 İletkenli)ve fider maliyeti olarak (1 km mesafe dikkate alınmıştır.) 220.000 USD,
- Paneller arası kablolama ve kanal kazıları için (25.000 m² -30.000 m² alan) 16.000 USD,
- AC\DC Üniteler için 65.000 USD,
- Panel, İnvertörler ve aksamı içi 800.000 USD,
- Trafo ve bağlantılar için 85.000 USD

olmak üzere toplam makine- teçhizat harcaması olarak 1.186.000 USD öngörülmüştür.

6.7.5. Taşıma ve Sigorta Giderleri

Taşıma ve sigorta gideri olarak harcama öngörülmemiştir.

6.7.6.İthalat ve Gümrükleme

İthalat ve gümrükleme için harcama öngörülmemiştir.

6.7.7.Montaj Giderleri

Montaj gideri için harcama öngörülmemiştir.

6.7.8.Taşıt ve Demirbaş Giderleri

Taşıt ve demirbaş gideri için harcama öngörülmemiştir.

6.7.9.İşletmeye Alma Giderleri

İşletmeye alma gideri olarak 10.000 USD öngörülmüştür.

6.7.10.Genel Giderler

Genel giderler olarak 10.000 USD harcama öngörülmüştür.

6.7.11.Beklenebilecek Farklar

Yapılacak yatırımda oluşabilecek farklılıklar için 10.000 USD harcama öngörülmüştür.

YATIRIM UNSURLARI		TUTAR (USD)
A.	Arsa Yatırımı	0
B.	Sabit Tesis Yatırımı	1.426.500
1.	Etüt ve Proje Giderleri	10.500
2.	İnşaat Harcamaları	200.000
3.	Makine ve Teçhizat Giderleri	1.186.000
4.	Taşıma ve Sigorta Giderleri	0
5.	İthalat ve Gümrükleme Giderleri	0
6.	Montaj Giderleri	0
7.	Taşıt Araçları ve Demirbaş Giderleri	0
8.	İşletmeye Alma Giderleri	10.000
9.	Genel Giderler	10.000
10.	Beklenebilecek Farklar	10.000
C.	İşletme Sermayesi Yatırımı	0
TOPLAM YATIRIM TUTARI		1.426.500

Tablo 5: . Yatırım Tutarı Tablosu

6.7.12. İşletme Sermayesi İhtiyacı

Herhangi bir hammadde gideri olmaması, işletmenin sabit ve değişken harcamalarının çok düşük olması ve ayrıca satışların peşin ve garantili alım kapsamında olması nedeniyle işletme sermayesi ihtiyacı öngörülmemiştir.

6.7.13.Yatırım Uygulama Planı

Faaliyet/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ayrıntılı fizibilite çalışmasının yapılması												
Arazinin bulunması												
Dağıtım şirketi çağrı mektubu alınması												
İnşaatin yapılması												
İşletmede gerekli hazırlıkların yapılması												
Personel işe alımları												
Makine kurulumlarının yapılması ve faaliyete başlanması												

Tablo 6: Yatırım Uygulama Planı

6.8. Tam Kapasitede İşletme Gelirleri

Santralin satışa esas elektrik üretim miktarı, 2.519.810 kWh/yıl olarak öngörülmüştür.5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'a göre bu ön fizibilitede yerli teşvik desteği söz konusu olmadığı için gelir hesabında üretilecek elektriğin 1 kwh'nin 13,3 USD/cent (0,133 USD) satılacağı dikkate alınmıştır.

Buna göre yıllık işletme geliri; 2.519.810 kwh * 0,133 USD/cent = 335.135 USD olacaktır.

6.9. Tam Kapasitede İşletme Giderleri

GES projesinin gider unsurlarından olan, TEİAŞ'ın Uyguladığı Sistem Kullanım ve Sistem İşletim Bedelleri, 30.12.2014 yılı 5398-1 no'lu EPDK Kurul Kararı ile yayınlanmış olan Bölgesel Bazda İletim Tarifesi Esas Alınarak ilgili bölge (9. bölge) için hesaplanmıştır. Buna göre;

Sistem Kullanım Bedeli = **6.201,6 USD/MW (17.644,91 TL/MW)**

Sistem İşletim Bedeli = **210,6 USD/MW (599,81 TL/MW)**

Santralin sigortalanması için yaklaşık **3.500 USD** gider öngörülmüştür. Santralde yıllık personel giderinin **7.500 USD** olarak gerçekleşeceği düşünülmektedir. Bakım onarım giderleri için **5.000 USD**, genel giderler için **2.500 USD**, beklenebilecek farklar için ise **5.000 USD** tutarında yıllık gider öngörülmüştür.Sonuç olarak1,1 MW(şebekeye çıkış 1 MW) kurulu güçteki tek bir GES tesisinin yıllık giderinin, Tablo 7'de de görüleceği üzere **29.912,2 USD** olacağı öngörülmüştür.

GİDER UNSURLARI	TUTAR (TL)
Sistem Kullanım Bedeli	6.201,6
Sistem İşletim Bedeli	210,6
Sigorta	3.500
İşçilik ve Personel	7.500
Bakım Onarım	5.000
Genel Giderler	2.500
Beklenebilecek Farklar	5.000
TOPLAM	29.912,2

Tablo 7: Tam Kapasitede İşletme Dönemi Giderleri Tablosu (USD)

7. FİNANSAL DEĞERLENDİRME

Öngörülen finansman tablosu aşağıda verilmiştir.

Toplam Yatırım Tutarı	1.426.500
Sabit Yatırım	1.426.500
İşletme sermayesi	0
Finansman	1.426.500
Öz kaynak	713.250
Özkaynak Nitelikli, Fonlar (*)	713.250

(*):Banka kredisi, KUZKA Mali Desteği (hibe)

Tablo 8: Finansman Tablosu (USD)

Yatırımın %50 finansmanının uzun vadeli banka kredisi ve/veya İKAP mali desteği kullanılarak yapılması planlanmıştır.

Yatırımın değerlendirilmesiyle ilgili temel finansal kararlar olan; İç karlılık oranı(IRR), Net Bugünkü Değer (NBD), Geri Ödeme Süresi (GÖS) gibi temel kriterler ve buna esas proforma hesaplar nakit akımlarına dayalı analizler olduğundan ön fizibilite aşamasında yer almamaktadır. Bu itibarla hazırlanan bu ön fizibilite raporu sonucu elde edilen verilerin pozitif olduğu dikkate alındığında, söz konusu finansal değerlendirme kriterlerinin detaylı fizibilite çalışmasında yer alması daha uygun olacaktır.

8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yenilenebilir enerji kaynaklarının doğru şekilde kullanımı ile ilgili gerekli kanuni düzenlemelerin yapıldığı; 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, 5346 sayılı YEKDEM Kanunu ve ilgili yönetmeliklerle elektrik piyasasının serbestleştirilmesi sağlanmış, gerçek ve tüzel kişilerin lisans almadan 1 MW kapasiteye kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı sistemler kurarak elektrik üreticisi olabilmesine imkân tanıyan altyapı tamamlanmıştır.

Yatırımın yeri olan Çankırı'da ve KUZKA'nın sorumluluk alanına giren Kastamonu ve Sinop'ta işletmede olan herhangi bir GES tesisi bulunmamaktadır.

Diğer taraftan Yenilenebilir Enerji Kanunu'na göre GES'lerden elde edilen elektrik için devlet tarafından alım garantisi verilmesi de yatırımı cazip kılmaktadır.

Projenin sabit yatırım tutarı ve sağlanacak hizmete olan talep dikkate alındığında ihtiyaç duyulan kaynakların (öz kaynak, kredi, hibe vb.) temininde herhangi bir darboğaz yaşanması beklenmemektedir.

Bu çerçevede, Çankırı'da yapılacak yatırımla ilgili yapılan ön analizler neticesinde tesisin ekonomik, teknik ve mali açıdan yapılabilir nitelikte olacağı düşünülmekte olup, detaylı fizibilite çalışması yapılması önerilmektedir.



**T.C. KUZEY ANADOLU
KALKINMA AJANSI**
NORTH ANATOLIAN DEVELOPMENT AGENCY

Bilginin Potansiyeli, Özgün Fikirlerin Referans Noktası

Cebrail Mah. Saray Sk. No:1 37200 / KASTAMONU
Tel.: +90 366 212 58 52 • Faks: +90 366 212 58 55
E-posta: bilgi@kuzka.gov.tr



www.kuzka.gov.tr