



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



1 MWp Şebekeye Bağlı Güneş Enerjisi Santrali Performans Analizi

Furkan SADIKOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Enerji Sistemleri Mühendisliği Fen Bilimleri Enstitüsü

Haziran - 2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Furkan SADIKOĞLU tarafından hazırlanan “1 MWp Şebekeye Bağlı Güneş Enerjisi Santrali Performans Analizi” adlı tez çalışması 01/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Hidayet OĞUZ

.....

Doç. Dr. Muciz ÖZCAN

.....

Doç. Dr. Seyfettin Sinan GÜLTEKİN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet KARALI
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Furkan SADIKOĞLU
Tarih: 15.04.2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

1 MW_p ŞEBEKEYE BAĞLI GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ PERFORMANS ANALİZİ

Furkan SADIKOĞLU

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Muciz ÖZCAN

2018, 77 Sayfa

Jüri

Dünya’da ve ülkemizde yaşanan en önemli problemlerden biri olarak karşımıza enerji sorunu çıkmaktadır. Enerji talebini karşılamak için ülkemizde birçok enerji kaynağına başvurulmaktadır. Bunların başında da fosil yakıtlar ve doğalgaz gelmektedir. Hali hazırda enerji elde etmekte kullandığımız yakıtlarının birçoğu hem ekonomik hem de çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu olumsuz çevresel etkilerin azaltılması ve sınırlı olan doğal kaynaklarının kullanımının sınırlandırılması için dünyada ve ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek önem göstermektedir. Bu kapsamda güneş enerjisi uygulamaları ülkemiz için yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli uygulamalardan birisidir.

Ülkemiz Güneş Enerjisinden elektrik üretimi için verimli ülkelerden biri olup Güneş Enerjisi ile elektrik üretimi için büyük bir potansiyele sahiptir. Güneydoğu Anadolu bölgesi Türkiye’de en çok güneş alan ve enerji bakımından en ideal coğrafyadır. Güneydoğu Anadolu bölgesini Akdeniz bölgesi takip etmektedir. En az güneş alan ve enerji bakımından en fakir bölgemiz ise Karadeniz’dir.

Bu çalışmada ülkemizde Lisanslı ve Lisansız Güneş Enerjisi Santral süreçleri ve 1 MW gücünde Güneş Enerjisi projesi için tozlanmanın performans üzerindeki etkileri ve ekonomik değerlendirmeleri hakkında araştırma yapılmıştır. Güneş Enerji projelerinde kullanılan simülasyon programlarının yanılma yüzdeleri ve doğrulukları değerlendirilerek, projelerde kullanılması öngörülen hata payı belirlenmiştir. Yapılan saha uygulaması ile güneş panellerinin tozlanması azaltılarak toz etkisi en düşük seviyeyi düşürülmeye çalışılmıştır. Bu etkinin elektrik üretimine etkileri ve performans verileri karşılaştırılarak tesise ait ekonomik analiz değerlendirmeleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: güneş enerjisi, performans analizi, tozlanma, güneş paneli, ekonomik analiz

ABSTRACT

MS THESIS

PERFORMANCE ANALYSIS OF 1 MW_p GRID-CONNECTED SOLAR PHOTOVOLTAIC POWER

Furkan SADIKOGLU

**The Graduate School of Natural and Applied Science of
Necmettin Erbakan University
The Degree of Master of Science in Energy Systems Engineering**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Muciz ÖZCAN

2018, 77 Pages

Jury

Energy is one of the major problems experienced by our country and countries throughout the world. Our country and the world are resort to many ways for energy supply, the main supply sources are fossil fuels and natural gas. Many of the currently used fuel energy cause both economic and environmental problems. So, the world and our attaches importance exploiting renewable energy sources. In this context, the application of solar energy is one of the most important applications of renewable energy sources in our country and the world.

Our country is one of the most efficient countries in terms of electricity generation from solar energy is for electricity generation with solar energy has huge potential. Southeastern Anatolia is the most ideal geographical areas in terms of solar energy in Turkey. The Southeast Anatolia region is followed by the Mediterranean region. The least sunny and the poorest in terms of energy are the Black Sea.

In this study, licensed and unlicensed solar power plant processes and the effects of dusting on performance of 1 MW_p Solar Power Plant and economic evaluations are researched. Besides, predicted error margin to be used in the projects has been determined by evaluating the lapse percentages and accuracy of simulation programs used in solar energy projects. With the application of the field, the pollution of the solar panels has been reduced and the dust effect has been tried to be reduced to the lowest level. The effects of this effect on electricity generation and performance data were compared and economic analysis evaluations of facility were made.

Keywords: solar energy, performance analysis, dusting, solar panel, economic analysis

ÖNSÖZ

Oluşturulan bu tezde güneş enerjisi sistemlerinin çalışma prensipleri, performans değerlendirmeleri ve tozlanmanın elektrik üretimi üzerinde olan etkileri değerlendirilmiştir. Devreye alınmış bir güneş enerjisi santralinde tozlanmanın performans üzerinde ne gibi etkilere sebep olabileceği irdelenmiştir. Bu etkilerin ekonomik olarak oluşturacağı sonuçlar değerlendirilmiştir. Tozlanmanın güneş enerjisi sistemi üzerinde oluşturduğu etkilerin nasıl giderilebileceği ve tesislerin kurulmadan önce dikkate alması gereken bir parametre olarak değerlendirilmesi güneş enerjisi sistemlerine elektrik üretim verilerine olumlu katkı sağlayacaktır.

Tez oluşturma sürecimden önce, yüksek lisans eğitimim de bana sürekli yol gösteren, tez konumun oluşturulmasında, en doğru verilere ve kaynaklara ulaşmamda ve çalışma yöntemleri hakkında tecrübesini esirgemeyen ve ışık tutan sayın Doç. Dr. Muciz ÖZCAN hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim. Bunun yanında eğitim hayatım boyunca hep destek olan yardımlarını esirgemeyen aileme, eşime ve sevgili kızım Azra SADIKOĞLU'na en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Furkan SADIKOĞLU
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	10
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	12
3. TÜRKİYE VE DÜNYA'DA ENERJİ	14
3.1.Dünya'da ve kullanılan enerji çeşitleri	14
3.2.Türkiye'de ve kullanılan enerji çeşitleri	16
4. YENİLENEBİLİR ENERJİ ÇEŞİTLERİ	18
4.1.Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	18
4.2.Türkiye'de Güneş Enerjisi	20
4.3. Yenilenebilir Enerji ve CO2 Salınımı.....	23
5. GÜNEŞ PANELİ TEKNOLOJİLERİ	24
5.1. Kristaline Güneş Panelleri	24
5.2. Monokristalin Güneş Panelleri	24
5.3. Polikristal Güneş Panelleri.....	25
5.4. İnce Film Güneş Panelleri.....	25
5.5. Esnek Güneş Panelleri	26
6. GES ELEKTRİK ÜRETİM EKİPMANLARI	28
7. TÜRKİYE'DE GES YASAL GEREKLİLİKLERİ	30
7.1. Lisanslı GES Yasal Gereklilikleri.....	30
7.2. Lisanssız GES Yasal Gereklilikleri	35
8. 1 MWp GES TEKNİK BİLGİLERİ	38
8.1. Arazi Özellikleri	40
8.2. Güneş Panelleri	41
8.3. Eviriciler	42
8.4. Diğer Ekipmanlar ve Bağlantı Şeması.....	42
8.5. Üretim Verileri.....	43
9. 1 MWp GES EKONOMİK ANALİZİ	46
9.1.Toplam Yatırım Tutarı.....	46
9.2. Proje Amortisman ve IRR Analizi.....	47

10. TOZLANMANIN ÇEŞİTLERİ.....	51
10.1. Türkiye’de Toprak ve Toz Çeşitleri.....	51
10.2. Tozlanmanın Sistem Üzerindeki Olası Etkileri.....	53
11. KONYA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE 1 MW GES TOZLANMA ETKİLERİ.....	54
11.1. Tozlanmanın Paneller Üzerinde Oluşturduğu Etkiler.....	54
11.2. Panel Temizliği Öncesinde Elektrik Üretim Verileri.....	55
11.3. Panel Temizliği Süreci.....	58
11.4. Tozlanmanın Oluşturduğu Performans Kayıpları.....	61
11.5. Üretim Verilerinin Karşılaştırılması.....	64
11.6. Finansal Kayıplar ve Analizler.....	66
12. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
12.1. Sonuçlar.....	67
12.2. Öneriler.....	68
KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	73
EK-1: 1 MWp GES Temizlik Öncesi IRR Analizi.....	74
EK-2: 1 MWp GES Temizlik Sonrası IRR Analizi.....	75
ÖZGEÇMİŞ.....	76

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler



: Trafo



: Invertör (Evirici)



: Güneş Paneli

\$

: Amerikan Doları

₺

: Türk Lirası

c°

: Santigrat Derece

Kısaltmalar

AC	: Alternatif Akım
AM	: Hava Kütlesi
CF	: Yıllık Net Akım
CO ₂	: Karbondioksit
ÇED	: Çevre Etki Değerlendirme
DC	: Doğru Akım
Ed	: Günlük Ortalama Elektrik Üretimi
Em	: Aylık Ortalama Elektrik Üretimi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
GES	: Güneş Enerjisi Santrali
Hd	: Sistem modülleri metrekare başına günlük ortalama toplam küresel ışınlama
Hm	: Sistem modülleri metrekare başına aylık ortalama toplam küresel ışınlama
IRR	: İç Verim Oranı
kV	: Kilovolt
kW	: Kilovat (1,000 Watt)
kWh	: Kilovatsaat
mg	: miligram (0,001 gram)
MW	: Megavat (1,000,000 watt)
MWe	: Megavat Elektrik
MWp	: Maksimum Vat Gücü
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
PV	: Fotovoltaik
PVGIS	: Photovoltaic Geographical Information System Güneş Enerjisi Coğrafi Bilgi Sistemi
T	: Proje Teknik Ömür Süresi
tCO _{2e}	: Ton Karbondioksit Eşdeğeri
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İdaresi Anonim Şirketi
V	: Volt / Gerilim
VDC	: Panel Sistem Voltajı
Wp	: Maksimum Güç
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kanunu

1. GİRİŞ

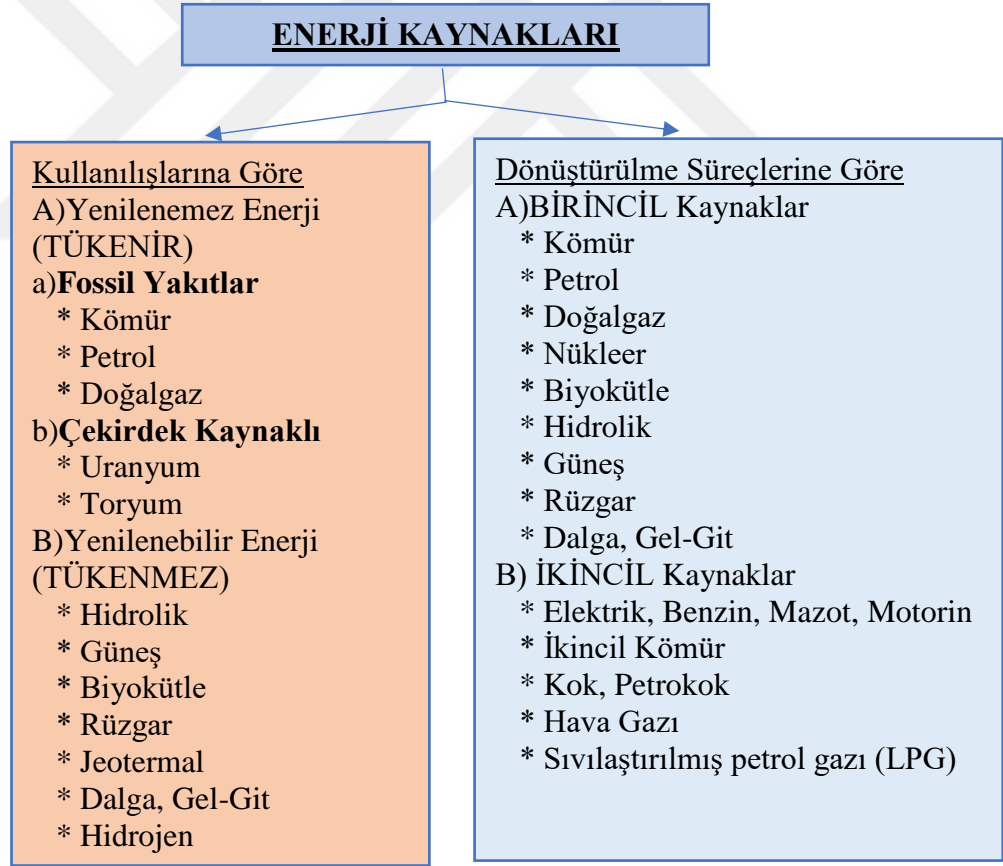
Dünya’da ve ülkemizde yaşanan en önemli problemlerden biri olarak karışımıza enerji sorunu çıkmaktadır. Dünya’da ve ülkemizde Enerji üretimi amacı ile iki ana enerji üretim kaynağı ile gerekli enerji üretimi sağlanmaktadır. Enerji çeşitleri;

- Yenilenemez Enerji
- Yenilenebilir Enerji

Olarak ikiye ayrılmaktadır. Dönüştürülme süreçlerine göre ise enerji çeşitleri

- Birincil Kaynaklar
- İkincil Kaynaklar

Şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Enerji Kaynaklarının sınıflandırılması Şekil 1.1.’de verilmiştir.



Şekil 1.1: Enerji Kaynaklarının Çeşitleri

Enerji temini için ülkemizde birçok yola başvurulmaktadır ve bunların başında da fosil yakıtlar ve doğalgaz gelmektedir. Hali hazırda enerji elde etmekte kullandığımız

yakıtlar hem ekonomik hem de çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bunların sebep olduğu olumsuz çevresel etkilerin azaltılması ve sınırlı olan doğal kaynakların kullanımının azaltılması için ülkemizde de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek önem göstermektedir. Bu kapsamda güneş enerjisi uygulamaları dünyada ve ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli uygulamalardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada yapılan çalışmada Tez konusunda değerlendirmeye alınan güneş enerjisinden elektrik üretilmesi hem ülkemiz hem de dünya ülkeleri için en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kaynak taraması için öncelikle tez ile ilgili konuların her bir başlığı ile ilgili kaynak araştırmaları gerçekleştirilmiştir. Bu konular ile birlikte üzerinde durulan tez başlıkları olmuştur. Bunlar; güneş enerjisi performans değerlendirmeleri, tozlanmanın etkileri ve güneş enerjisi projelerinde ekonomik analizler.

Saint-Drenan. ve ark. (2015) tarafından üretim tahminlerinin oluşturulma yöntemleri incelenmiştir. Günümüzde güneş enerjisi sistemlerinde üretim tahminlerinin oluşturulması ve izlenmesi geçmiş verilerin izlenmesi dışında çok önemli bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanında projeler IRR (İç verim analizi) ile değerlendirilmekte bu doğrultuda ekonomik göstergeleri incelenmektedir.

Performans analizi ile ilgili yapılan birçok çalışmada tahmini üretim verilerinin doğruluğu üzerinde birçok çalışma yapılmış ve bu analizlerdeki en doğru veriye ulaşmanın yöntemleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmalarda en çok kullanılan Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) verilerinin temel olarak alındığı görülmüştür. (Djurđjevic, 2011)

Yapılan çalışmalar dünyadaki çeşitli GES (Güneş Enerjisi Santrali) projelerinde tozlanmanın önemli seviyede üretim üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir. Cristaldi ve ark. (2014) tozlu ortamlarda yapılan üretim tahminlerini değerlendirmişlerdir. Özellikle Afrika bölgesi gibi coğrafyalarda tozlanma sebebi ile ilgili önemli üretim kayıpları yaşanmaktadır. (Mani, ve ark. 2010).

Yapılan diğer çalışmalarda birçok Dünya ülkesinde toprak yapısına bağlı olarak tozlanmanın etkilerinin değişkenlik gösterdiği, fakat genel anlamda birçok tesiste tozlanmanın çokta fazla dikkate alınmadığı görülmüştür. Darwish, ve ark. (2014) tarafından tozlanmanın etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda tozlanmanın ortalama % 3.6 - % 6,0 oranında performans kaybına sebep olduğu belirlenmiştir.

Güneş enerjisi ile ilgili yapılan ekonomik analizlerde, tesise dair tahmini veya gerçekleşen üretim verileri, işletme ve bakım giderleri ile öngörülemeyen giderler temel anlamda göz önüne alınarak projelerin karlılıkları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler de kaynak araştırması sürecinde bu tez için yapılan ekonomik değerlendirmelere ışık tutmuştur.

Visconti, ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmada ekonomik değerlendirmelerde sistemin verimliliği dolayısı ile enerjisini artırmak için güneş takip sistemlerinin dikkate alınması gerekliliğini de dikkate almışlardır.

Bustos, ve ark. (2015) Şili’de güneş enerjisi projeleri üzerinde ekonomik analizler, hassaslık analizleri yapmışlardır. Bu analizler ve analizlerin sonuçları tez öncesinde değerlendirilmiş ve Türkiye koşulları ile karşılaştırılmıştır. Bunun yanında; Bendato, ve ark. (2015) yılında 1 MWe (1 Megavat Elektrik) güneş enerjisi sisteminde IRR süreçleri ve geri ödeme süreçleri analiz edilmiştir. Analiz sonucu ortaya çıkan veriler tez için yapılan değerlendirmeler ile karşılaştırılmıştır.



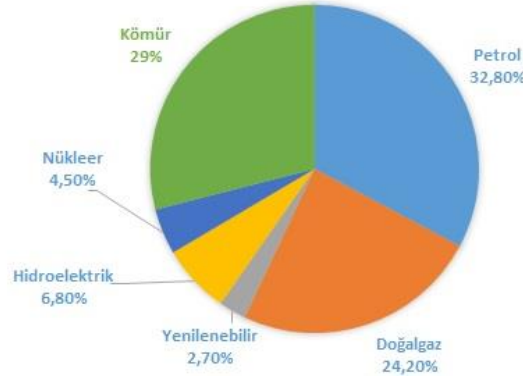
3. TÜRKİYE VE DÜNYA'DA ENERJİ

Birincil enerji kaynakları Dünyanın birçok ülkesinde ve Türkiye'de en yoğun başvurulan ve enerji üretimi noktasında ilk sırada olan enerji kaynaklarıdır. Başvurulan ve ilgi gören enerji kaynakları fosil yakıtlar olduğu için bu yakıt türü doğayı tahrip etmekte ve bu durum Dünyamızı ve ülkemizi olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu olumsuz etkilerin azaltılması için Dünya'da ve Ülkemizde fosil yakıtların tüketiminin azaltılması için pek çok çalışma yapılmakta kurum ve kuruluşlar bu konuda daha bilinçli hale getirilmeye çalışılmaktadır.

3.1. Dünya'da Kullanılan Enerji Çeşitleri

Bölüm 1'de bahsedildiği gibi en çok başvurulan yakıt türü fosil yakıtlardır. Fosil yakıtlar arasında ise en çok petrol tercih edilmektedir. Kömür ve doğalgaz ise petrol sonrasında en çok tüketimi olan enerji çeşitleridir. Birincil kaynaklar içerisinde yenilenebilir enerji yüzdesi % 9.5 seviyesindedir. % 9.5 oranı hidroelektrik ve diğer yenilenebilir kaynakların toplamını temsil etmektedir.

Şekil 3.1'de Birincil Kaynakların Dünya Üzerindeki dağılımı verilmiştir.

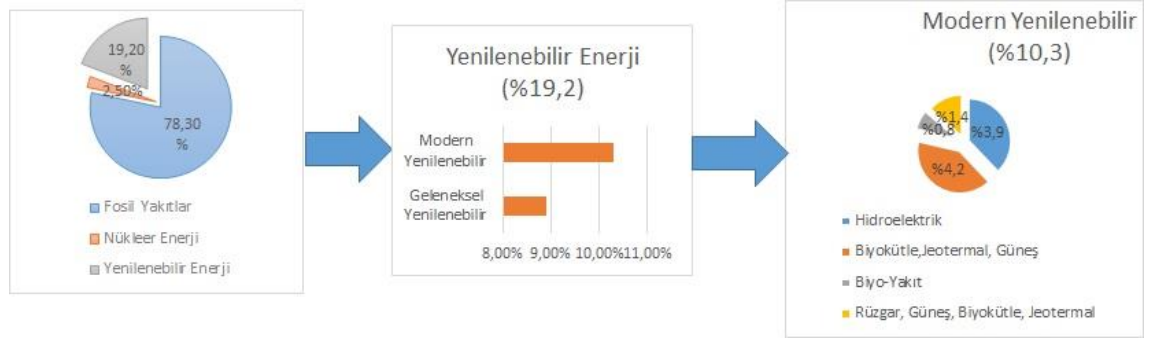


Şekil 3.1: Birincil Kaynakların Dünya üzerindeki Dağılımı (2015)¹

Tüketilen yenilenebilir enerji kaynaklarınının % 9 oranlık kısmı biyokütle, pişirme ve ısınma amacı özelliklerine sahip olan kaynaklardan karşılanırken, modern yenilenebilir enerjinin buradaki payı % 10.3 kadardır.

¹ BP Energy Outlook to 2035

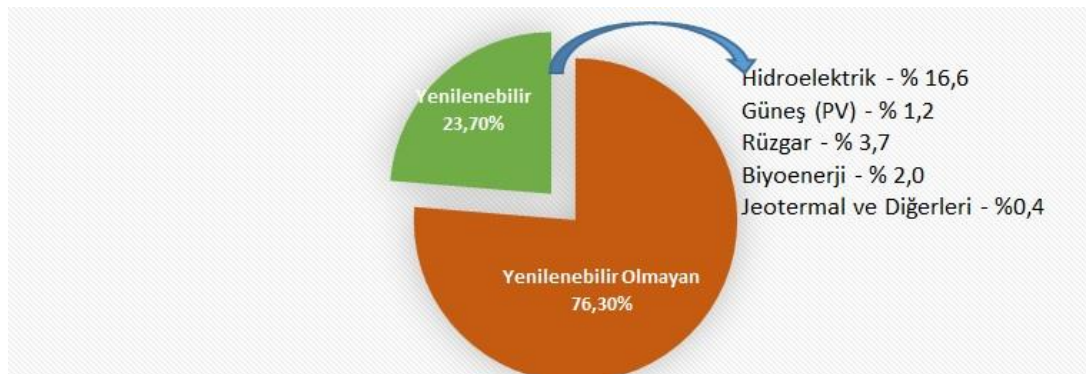
Şekil 3.2.'de Fosil yakıtlar, nükleer enerji, yenilenebilir enerji ile geleneksel ve modern yenilenebilir enerji kaynaklarının dağılımları verilmiştir.



Şekil 3.2: Dünyada Enerji Tüketim Oranlarının Enerji Türlerine Göre Dağılımı²

Güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi enerji türleri modern yenilenebilir enerji üretiminde tercih edilen enerji türleridir. Bu oran yaklaşık % 10 seviyesinde olup, % 4.2'lik kısım ısı enerjisi elde etmek için, % 3,9'luk kısım ile hidroelektrik santrallerde elektrik enerjisi elde etmek için kullanılmaktadır. Şekil 3.3'te yenilenebilir enerji kaynaklarının dağılımı verilmiştir.

Kilit konumda olan yenilenebilir enerji dünya elektrik üretiminde çok önemli bir pozisyonadadır. Dünya üzerinde yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretimi % 23.7 seviyesinde olup yaklaşık % 16,6'lık ve en büyük bölümünü hidroelektrik projeler oluşturmaktadır. Geriye kalan diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ise sırası ile % 3.7'si Rüzgar, % 2'si biyoenerji, %1'i güneş enerjisi sistemleri ve % 0.4'ü jeotermal ve diğer kaynaklar şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 3.3: Dünya'da Yenilenebilir Enerji Oranı³

² "Renewables 2016 Global Status Report", Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), <http://www.ren21.net/statusof-renewables/global-status-report>, (Erişim tarihi: 8 Kasım 2016).

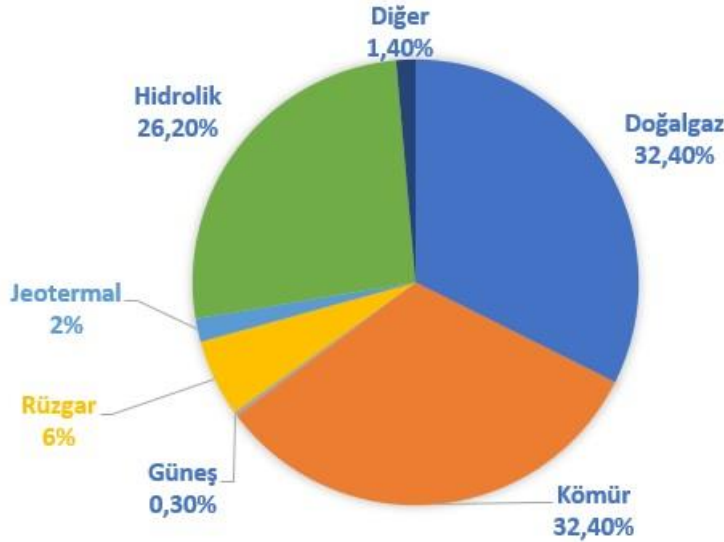
³ "Renewables 2016 Global Status Report".

Devabhaktuni, ve ark. (2011) tarafından hazırlanan değerlendirmelerde Amerika Birleşik Devletlerinde güneş enerjisi sistemlerinin gelişimi incelenmiştir. 2009 yılı itibari ile güneş enerjisi vasıtası ile ilgili elektrik üretim miktarlarının 3,588,000,000 kWh (kilovat saat) olduğu görülmüştür.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetlerindeki düşüşler pazar sahalarını artması, teknolojik yenilikler ve ekonomik süreçler ile doğru orantılı olarak ilerlemektedir. Sahil kesimlerinde tasarlanan güneş ve rüzgar enerjisi projeleri dış faktörler dikkate alınmadığı halde fosil yakıtlar ile ekonomik açıdan yarışabilir konuma gelmektedir.⁴

3.2. Türkiye’de Kullanılan Enerji Kaynakları

Türkiye’de de Dünya’daki gibi birincil enerji kaynakları kullanımı ilk sırada yer almaktadır. Bunları barajlar ve hidroelektrik santraller takip etmektedir. Bununla birlikte rüzgar, güneş, jeotermal ve benzer yenilenebilir kaynakların elektrik üretimdeki oranı ancak % 10 seviyesine ulaşabilmektedir. Şekil 3.4’te Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının yüzde dağılımı verilmiştir.



Şekil 3.4: Türkiye Elektrik Enerji Üretiminin Birincil Kaynaklara Göre Dağılımı⁵

4 Adnan Z. Amin, “The Falling Costs of Renewable Energy: No More Excuses”, The Huffington Post, 26 Kasım 2016.

5 ETKB

Ülkemizde yenilenebilir enerji kapasitesi % 172 artarak 33 bin 352 MW (Megavat) seviyesine çıkmıştır. 2002 senesinde bu kaynaklardan üretilen elektrik miktarı 34 milyar kWh seviyesinde idi. Ciddi atılımlar ve ilerlemeler ile birlikte elektrik üretim değeri 2015 senesinde 84 milyar kWh seviyelerine yükselmiştir.⁶

Türkiye’de dışardan temin edilen enerji % 70 seviyesindedir. Bu önemli bir enerjide dışa bağımlılığın göstergesidir. Dışa bağımlılığı azaltmak için yenilenebilir enerji teşvik edilmeli bununla beraber hızlı bir şekilde yerli enerji kaynakları da yaratılmalıdır.

⁶ 2017 yılı Bütçe Sunumu”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 8 Aralık 2016, <https://goo.gl/ssbmDq>, (Erişim tarihi: 27 Kasım 2016).

4. YENİLENEBİLİR ENERJİ ÇEŞİTLERİ

4.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji bir anlamda uzun yıllar sürdürülebilir ve isminden de anlaşılacağı gibi enerjinin sürekli var olduğu ya da var olma eğiliminde olduğu kaynaklardır. Bu kaynakları şu şekilde sıralayabiliriz;

- Hidroelektrik enerjisi,
- Rüzgâr enerjisi,
- Jeotermal enerji,
- Güneş enerjisi,
- Biokütle enerjisi,
- Dalga enerjisi,
- Hidrojen enerjisi;

Hidroelektrik Enerjisi: İsminden de anlaşılacağı gibi hidro ve elektrik kelimelerinin basit anlamdaki açılımı su vasıtası ile elektrik enerjisi üretmektir. Su herhangi bir akarsuyun önü kesilerek baraj gölü vasıtası ile depolanır. Su yüksek kesimlerden düşürülerek potansiyel enerjisi kullanılarak türbinler vasıtası ile elektrik üretimi gerçekleştirilir. Hidroelektrik santraller Dünya elektrik üretimi üzerinde yaklaşık 5'te 1'lik bir orana sahiptir.

Rüzgâr Enerjisi: Rüzgar enerjisinin temel noktası hareket enerjisini elektrik enerjisine çevirmek üzerine kuruludur. Geçmiş yıllarda rüzgar enerjisinin temelini oluşturan yel değirmenleri vasıtası ile elektrik enerjisi üretilmekteydi. Teknolojik gelişmeler ile birlikte rüzgar enerjisi sistemleri verimli hale getirilerek rüzgar jeneratörleri vasıtası ile elektrik enerjisi üretilmektedir.

Jeotermal Enerji: Jeotermal enerji yer altında bulunan sıcak su ve buhar vasıtası ile elde edilmektedir. Buharın gücü kullanılarak elektrik üretilmektedir. Günümüzde ve geçmişte insanoğlu jeotermal enerjiyi daha çok kaplıçalarda kullanmaktaydı. Elektrik üretiminin yanında buharın kullanılabilceği pek çok alanda; konut ve seraların ısıtılması, dokuma, konserve sektörlerinde jeotermal enerji değerlendirilebilir. Bu enerji diğer bütün yenilenebilir enerji kaynakları gibi tamamen çevre dostudur ve herhangi bir CO₂ (Karbon dioksit) salınımına sebep olmamaktadır.

Güneş Enerjisi: Bilindiği gibi Güneş Dünya'daki canlılığın temelini oluşturmaktadır. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi güneş enerjisi de elektrik üretiminde çok önemli bir kaynaktır. Güneş pilleri vasıtası ile güneş ışınları soğurularak elektrik üretimi gerçekleştirilir. PV (Fotovoltaik) teknolojisi, fotoelektrik etki prensibine göre, gelen güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çevirir. Gelen güneş ışınlarının dağınık bileşenlerini kullanır.

Khan, J., ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmadan güneş enerjisinden Elektrik enerjisi yanında ısıtma enerjisinde de nasıl faydalandığı değerlendirilmiştir. Güneş'in bir günlük ortaya çıkardığı enerji insanlığın bir günlük enerjisinin on bin katı kadardır.

Biyokütle (Bitki ve hayvan atıkları) Enerjisi: Biyokütle enerjisi biyo ve kütle kelimelerinden görüleceği gibi biyolojik atıklar vasıtası ile enerji elde etme sürecidir. Bu atıklar hayvansal veya bitkisel olabilir. Büyükbaş veya küçükbaş hayvan dışkıları, ekinler, sazlıklar, yaşlanmış ağaçlardan enerji üretilmektedir. Hayvan dışkıları gaz enerjisine dönüştürülerek (biyogaz) elektrik üretilebilmektedir. Benzer şekilde bitkilerde ise yakıt oluşturarak (biyodizel) enerji üretilebilmektedir. Hayvan dışkılarının sahada toplanması vasıtası ile gaz elde edilmekte ve gaz türbinleri vasıtası ile elektrik üretilmektedir. Bunun yanında, atıklar çürüme yöntemi ile metan gazı elde edilmektedir. Bu gaz ise ısıtma amaçlı değerlendirilmektedir.

Dalga Enerjisi: Dünya yüzeyindeki ısı farklılıkları sonucunda meydana gelen denizlerdeki dalgalanmalardan ortaya çıkan enerjiye dalga enerjisi ismi verilir. Özele dalga enerjisi deniz dalgalarından elde edilmektedir. Dalga enerjisi daha çok Avrupa ülkeleri tarafından tercih edilen ve yeni yeni kullanımına başlanılan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Dalga enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha yenidir. Deniz dalgalarının özelliği enerji yoğunluğudur. Bu enerji yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde birinci sıradadır. Dalga enerjisi Archimet prensibi ile yer çekiminin ortaya çıkardığı bir güçtür. Dalga enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında en güvenilir olanıdır. Dalga enerjisi zamanın % 90'ında elde edilebilir.

Hidrojen Enerjisi: Hidrojen evrenin temel enerji kaynağıdır. Yıldız sisteminin termonükleer tepkime için kaynak teşkil eden ısı hidrojen vasıtası ile oluşur. Hidrojen yakıtlar arasında birim kütle başına enerji sıralamasında ilk sıradadır.

Hidrojen doğada bileşikler halindedir. Hidrojen enerjisi temiz ve kolay enerji kaynağı olup ısı ve patlama gerektiren alanlarda kullanılmaktadır. Hidrojen fosil yakıtlara

göre ortalama daha verimli bir yakıttır. Hidrojen enerjisi 21. yüzyılın en önemli en önemli enerji kaynaklarından biri olacağı tahmin edilmektedir.

Yenilenebilir Enerji kaynaklarının çevreye etkileri yenilenemez enerji kaynaklarına göre çok dar ve kısıtlıdır. Hidroelektrik enerji dikkatli ve duyarlı bir kurulum yapıldığı takdirde çevreye olumsuz bir etkisi yoktur. Ancak inşaat aşamasında ağaçların yok edilmesi, atık türbin yağlarının suya deşarj edilmesi hem su kalitesine hem de suda yaşayan canlılara olumsuz etkisi kaçınılmazdır. Rüzgâr enerjisinde ise yine bahsedebileceğimiz konu kurulum aşamasında ağaçların yok edilmesi ve santralin kuş göç yolları üzerine inşa edilmesi çevreye olabilecek olumsuz etkilerindedir.

Ancak yenilenebilir enerji kaynakları fosil ve termik enerji kaynaklarına baktığımızda karbon emisyonunu sıfır kabul edebiliriz. Avrupa’da ve ülkemizde daha çok yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmaya teşvik etmek için Kyoto protokolü çerçevesinde Karbon Emisyon projeleri çok sayıdadır. Bu projeler hem teşvik edilmekte hem çevresel etkileri incelenmektedir. Ülkemizde ve Dünyada yapılan bu tarz projeleri kaynaklarda verilen Kyoto protokolü çerçevesinde Karbon Emisyon projeleri sitesi üzerinden görebilmekteyiz. Kyoto protokolü ile bu fosil yakıtların azaltılması ile karbon emisyonunun düşürülmesi amaçlanmıştır (Üçgül ve ark. 2014).

Bu projelerin birçoğu bize yenilenebilir enerji projelerinin temiz enerji olduğunu, yenilenebilir bir proje yerine fosil yada termik enerji projesi geliştirilseydi ne kadar karbon emisyonu doğaya salınacaktı, ya da tam tersi yenilenebilir enerji projeleri doğaya ne kadar karbon emisyon salınımı engellemekte bizlere göstermektedir. Artık çağımızda yenilenebilir enerji kaynaklarına daha çok yatırım yapılmalıdır. Fosil ve termik enerji kaynaklarının sebep olduğu küresel ısınma etkilerini azaltmak için yenilenebilir enerjiye yönelmek gereklidir. Kyoto protokolünde konulan hedefler doğrultusunda Atmosfere salınan sera gazı miktarının % 5'e çekilmesi hedeflenmiştir. Antonakakis ve ark. (2015) tarafından CO2 emisyonları ve küresel ısınmanın ekonomik gelişmişlikle değişimi incelenmiştir. Bu analiz bize ekonomik gelişmişlik arttıkça çevreye ve yenilenebilir enerjiye olan yaklaşımın arttığını göstermektedir.

4.2. Türkiye’de Güneş Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ile ilgili süreçler hız kazanmış durumdadır. Çünkü enerji günümüzün en önemli parametresi haline gelmiş

olup uluslar bu konuda önemli çalışmalar gerçekleştirmektedir. Türkiye’de Enerji konusunda önemli çalışmalar gerçekleştirmekte olup sektörün çok daha hızlı gelişmesi ve ilerlemesi için çalışmalar yapmaktadır. Ülkemiz özellikle Güneş Enerjisi alanında çalışmalarda geri kalsa da hızlı atılımlar gerçekleştirmekte ve büyük bir potansiyele sahip olduğunun farkındadır. Türkiye bir çok Dünya devletlerinden çok daha fazla enerji potansiyeline sahiptir. Ülkemizin yıllık Güneş alma süresi ortalamaların bir hayli üzerindedir. Türkiye’nin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli verileri Çizelge 4.1’de aylık , Çizelge 4.2.’de ise bölgesel olarak verilmiştir.

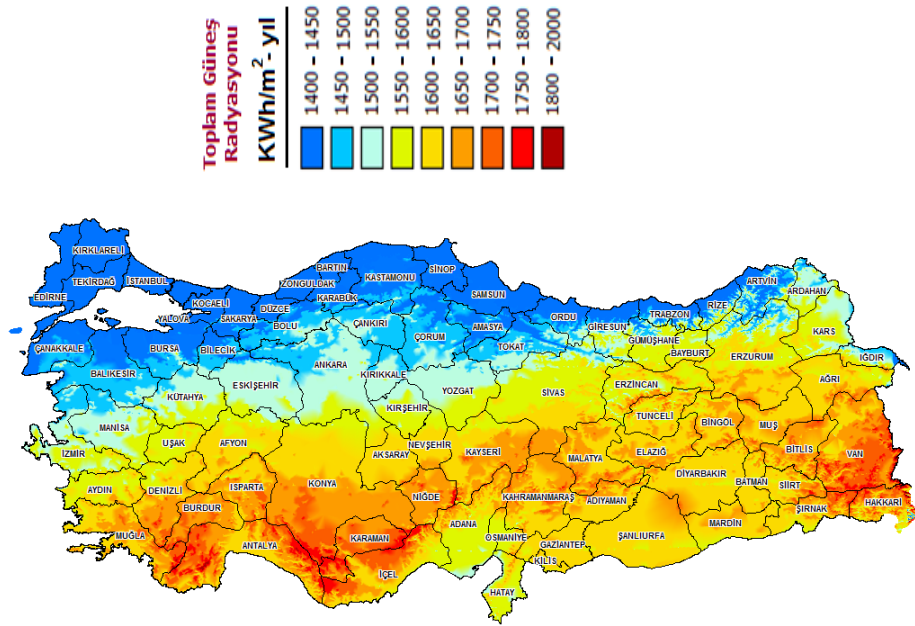
Çizelge 4.1. Türkiye’nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli Verileri (EİE Genel Müdürlüğü)

Türkiye’nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli			
Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi
	(Kcal/cm ² -ay)	KWh/m ² -ay)	(Saat/ay)
Ocak	4.45	51.75	103
Şubat	5.44	63,27	115
Mart	8.31	96,65	165
Nisan	10,51	122,23	197
Mayıs	13,23	153,86	273
Haziran	14,51	168,75	325
Temmuz	15,08	175,38	365
Ağustos	13,62	158,4	343
Eylül	10,6	123,28	280
Ekim	7,73	89,9	214
Kasım	5,23	60,82	157
Aralık	4,03	46,87	103
Toplam	112.74	1311	2640
Ortalama	308.0	3.6	7.2
	(cal/cm ² -gün)	(Kwh/m ² -gün)	saat/gün

Çizelge 4.2. Türkiye'nin Bölgesel olarak Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli Verileri (EİE Genel Müdürlüğü)

Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi			
Potansiyelinin Bölgelere göre dağılımı			
Bölge	Toplam güneş enerjisi(Kwh/m ² -yıl)	Güneşlenme süresi (Saat/Yıl)	
Güney Doğu Anadolu	1460	2993	
Akdeniz	1390	2956	
Doğu Anadolu	1365	2664	
İç Anadolu	1314	2628	
Ege	1304	2738	
Marmara	1168	2409	
Karadeniz	1120	1971	

Ülkemizde güneş potansiyeli açısından en verimli bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi'dir. Akdeniz bölgesi ise ikinci sırada yer almaktadır. Yıllık elektrik enerjisi üretim verileri TEİAŞ (Türkiye Elektrik İdaresi Anonim Şirketi) kayıtlarına 2016 yılında 274 milyar 407 kWh olarak geçmiştir⁷. Üretilen elektrik daha çok doğalgaz vasıtası ile gerçekleşmektedir. Şekil 4.1.'de ülkemize ait güneş enerjisi potansiyeli gösterilmektedir.



Şekil 4.1: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

⁷ <https://www.teias.gov.tr/tr/iii-elektrik-enerjisi-uretimi-tuketimi-kayıplar>

4.3. Yenilenebilir Enerji ve CO₂ Salınımı

Günümüzde Dünya’da ve ülkemizde küresel ısınma önemli problemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel ısınmaya sebep olan en önemli sebeplerden biri atmosfere bırakılan CO₂ salınımıdır. Bu atmosfere bırakılan CO₂ elektrik üretiminden kaynaklanmaktadır. Ülkemizde de elektrik enerjisi üretiminde kullanılan doğal kaynakların başında, fosil yakıtlar ve doğalgaz gelmektedir. Kömürden elektrik elde edilen bir santralda 1 KW (Kilovat) elektrik üretimi için 1kg (2.2pound) kadar CO₂ atmosfere salınmamaktadır.

Özcan ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada bahsedildiği gibi ülkemizde de enerji temini ve karbondioksit salınımını azaltmak için birçok yola başvurmaktadır. Bu olumsuz çevresel etkilerin azaltılması ve sınırlı olan doğal kaynaklarının kullanımının sınırlandırılması için dünyada ve ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek önem göstermektedir. Bu kapsamda güneş enerjisi uygulamaları ülkemiz için yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli uygulamalardan birisidir.

5. GÜNEŞ PANELİ TEKNOLOJİLERİ

Parida ve ark. (2010) yılında güneş enerjisi sistemleri teknolojileri ve güneş panelleri ile ilgili çalışmalarında Kristaline, Monokristalin, polikristalin ve ince film panel türlerinin özelliklerini değerlendirmişlerdir.

5.1. Kristaline Güneş Panelleri

Güneş enerjisi sistemlerinde en çok tercih edilen ve kullanılan panel tipleridir. Teknik ömürleri yaklaşık 90 yıl seviyesindedir ve monokristal ve polikristal olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır.

5.2. Monokristalin Güneş Panelleri

İsminden de anlaşılacağı gibi bu paneller monopolikrisal güneş hücrelerinden oluşmaktadır. Verimliliği en yüksek güneş paneli tipidir. Şekil 5.1.'de Mono kristal panel verilmiştir. Monokristalin paneller aynı elektrik üretimini yapan Poli kristal güneş panellerine göre daha yüksek verimlilikle çalışmaktadırlar. Yüzey alanları ise Polikristal panellere nazaran % 1 ile % 2 arasında daha küçüktür. Monokristal güneş pilleri üretiminin uzun sürmesinin sebebi kullanılan teknoloji ile alakalıdır. Fakat, halen bu tip paneller uzun süreli yatırımlarda en doğru seçenek olarak gözükmektedir. Monokristal tip güneş panelleri hücreleri kristalinden oluşmaktadır. Kristalin yapısı homojendir. Aslında bütün kristal bileşimler poli kristaldir diyebiliriz.



Şekil 5.1: Mono kristal Panel

5.3. Polikristal Güneş Panelleri

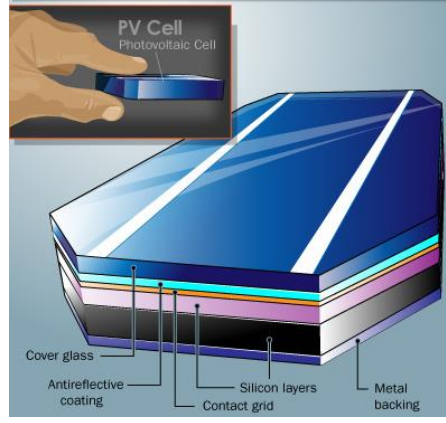
Polikristal güneş panellerinin kalite ve verimlilik değerleri mono kristal panellere göre daha düşüktür. Çünkü kullanılan hücreler daha az verimlidir. Bu dezavantajlara rağmen sıkça tercih edilen paneller arasında yer almaktadır çünkü fiyat olarak önemli bir avantaja sahiptir ve rahatlıkla temin edilebilir durumdadır. Bu durum tercih edilmesinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Polikristal paneller monokristal panellerden farklı olarak heterojen bir kristalin yapısına sahiptir. Şekil 5.2.'de polikristal panel verilmiştir.



Şekil 5.2: Polikristal Panel

5.4. İnce Film Güneş Panelleri

İnce film güneş panelleri monokristalin ve polikristalin panellere nazaran düşük verimlilikte çalışmaktadır. İnce film panellerin hammaddesi çok kristalli şekildedir. Çok kristalli malzemelerin damarları milimetrenin binde biri ile milimetrenin milyonda biri arasında değişen büyüklüktedir. Bunlar ile birlikte kullanılan hücrelerin ışık tutma oranının yüksektir. Şekil 5.3.'te ince film panelin katmaları gösterilmiştir. Şekil 5.4.'te verilen ince panellerin verimlilik oranları % 7 - 14 seviyelerindedir.



Şekil 5.3: İnce Film panel katmanları



Şekil 5.4: İnce Film Panel

5.5. Esnek Güneş Panelleri

Esnek paneller diğer panel tiplerinden daha sonra ortaya çıkan bir teknolojidir. Bildiği üzere diğer güneş panellerinin kurulumunda konstrüksiyon kurulumu gerçekleştirilmekte ve zaman zaman çatı tipi projelerde sorunlar yaşanmaktadır. Esnek paneller bu tip sorunlardan kurtulmak adına geliştirilmiş yeni bir seçenek olarak yer almaktadır. Başka uygulamalarda çatı membranı olarak ta tercih edilmektedirler. Esnek tip güneş panelleri kristal ve ince film hücrelerden oluşan tipleri de bulunmaktadır. Esnek paneller isminden de anlaşılacağı gibi en önemli avantajı esnekliği ve serpmeye olarak kullanılabilmesidir. Bu tip paneller yukarıda bahsedildiği gibi konstrüksiyon kullanımı gerektirmezler. Bu durum ağırlık yükünün dağılımı açısından çok önemli avantaj

sağlamaktadır. Şekil 5.5.'te verilen Esnek Panelin en büyük özelliği ise rahat taşınabilecek yapısıdır.



Şekil 5.5: Esnek Panel

6. GES ELEKTRİK ÜRETİM EKİPMANLARI

Güneş enerjisi sistemleri diğer elektrik üretim santrallerine benzer şekilde çalışmaktadır. PV sistemlerde doğal olarak farklı üretim ekipmanları kullanılmaktadır. Güneş enerjisi sistemlerinde, projelerde değişkenlik gösterebilmekle beraber temel ekipmanlar Invertör (Evirici), Akü, Şarj Ünitesi, yedek güç kaynağı, uzaktan izleme, konstrüksiyon şeklindedir.

6.1.İnvertör(Evirici)

6.2. Akü

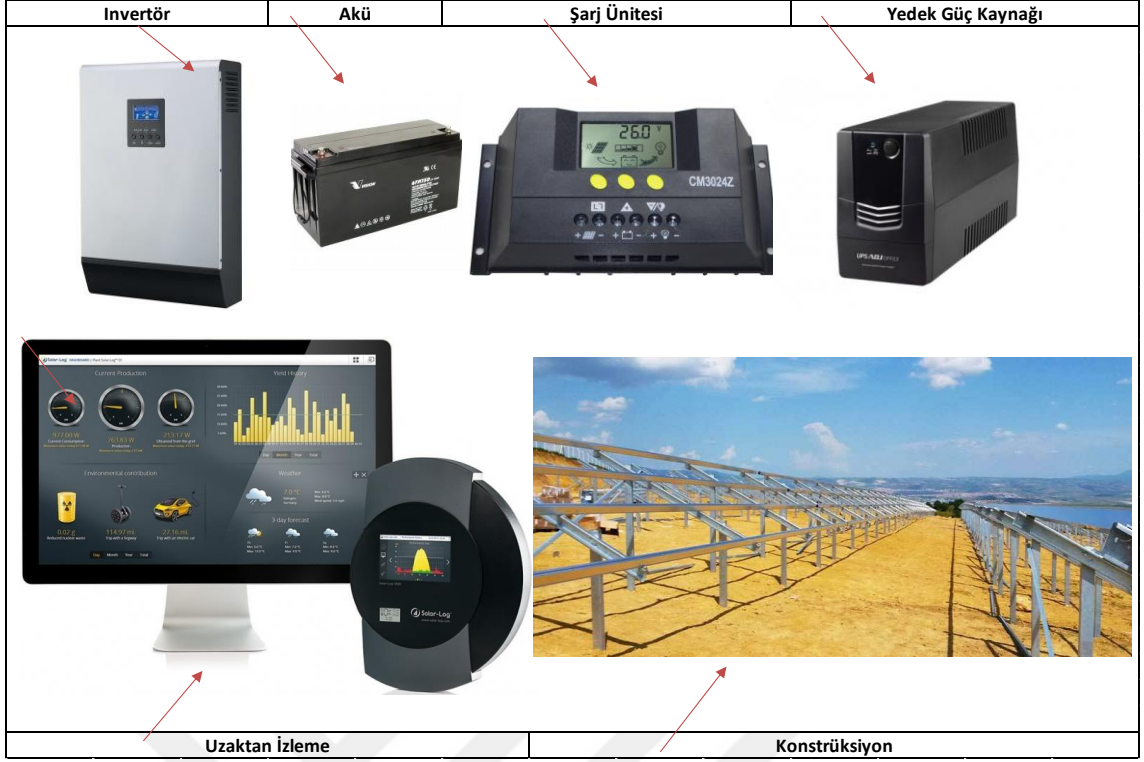
6.3.Şarj Ünitesi

6.4.Yedek güç kaynağı

6.5.Uzaktan izleme

6.6. Konstrüksiyon

Güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan eviriciler doğru akımı (DC) alternatif akıma çeviren ekipmanlardır. Merkezi veya küçük gruplar içerisinde kullanılabilir. Akü ise şebekeden bağımsız sistemlerde elektrik enerjisini depolamaktadır. Şarj ünitesi de sistem üzerindeki şarj durumunu takip etmektedir. Yedek güç kaynağı birçok sistemde olduğu gibi ekipmanların olası enerjisiz bir durumda belirli bir süre çalışmasını sağlamaktadır. Uzaktan izleme sistemleri güneş enerjisi sistemlerinde, üretimlerin ve arızaların istatistiklerinin takibi için kullanılmaktadır. Bütün sistemlerde olmasa da arazi sistemlerinde ise güneş panellerinin yerleştirildiği özel malzemelerdir.



Şekil 6.1: GES Elektrik Üretim Sistemi Ekipmanları

7. TÜRKİYE’DE GES YASAL GEREKLİLİKLERİ

Türkiye’de Güneş Enerjisinden elektrik üretimi için;

- Lisanslı Üretim,
- Lisansız Üretim,

olmak üzere iki seçenek vardır. Kurulu gücü 1 MW’a kadar olan projeler lisansız elektrik üretimi olarak gerçekleştirebilir. Kurulu gücü 1 MW üzerinde olan projeler ise lisanslı elektrik üretim sürecini uygulamak zorundadır.

TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) web sitesi üzerinde her an yayınlanan verilere göre 664 MW Lisansız Güneş Enerjisi proje onay başvurusu gerçekleşmiştir. (http://www.tedas.gov.tr/#!tedas_lisanssizelektrikuretimi). Bu başvurular içerisinde 177 MW için onay verilmiştir. 50 MW için ise geçici kabul işlemleri gerçekleştirilmiştir. Resmi olmayan verilere göre tahmin edilen GES kapasitesinin yaklaşık 100 MW seviyesinde olduğu düşünülmektedir.

02.10.2013 tarihli 28783 sayılı Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı olarak kurulacak elektrik üretim tesisleri azami 1 MW gücünde kurulabilir ve sisteme en fazla 1 MW olarak bağlanabilir. Resmi Gazetede 2 Kasım 2013 tarihli 28809 sayılı yayımlanan Elektrik Piyasası Lisans yönetmeliği Doğrultusunda Lisans süreci ve gereklilikleri takip edilmelidir.

7.1. Lisanslı GES Yasal Süreçleri

Kurulu gücü 1 MW üzerinde olan Güneş Enerjisi Projeleri için mevzuat gereğince projeler için lisans gerekmektedir. Resmi Gazetede 2 Kasım 2013 tarihli 28809 sayılı yayımlanan Elektrik Piyasası Lisans yönetmeliği Doğrultusunda Lisans süreci ve gereklilikleri takip edilmelidir.

7.1.1. Lisanslı Güneş Enerjisi Mevzuatı

Güneş enerjisi için lisans alma süreci aşağıdaki Şekil 7.1.’de verilen süreçlerin izlenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Lisanslı Elektrik üretimi için her bir aşamanın gerçekleştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 7.1: Türkiye’de Lisanslı GES Süreç Basamakları

Proje geliştirilen arazinin; Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Arazi Toplulaştırmasına İlişkin Tüzük uyarınca;

- Mutlak tarım arazileri,
- Özel ürün arazileri,
- Dikili tarım arazileri,
- Sulu tarım arazileri,
- Çevre arazilerde tarımsal kullanım bütünlüğünü bozan alanlar;

ile ilgili Lisans başvuruları iade edilmektedir. Bu yüzden kurulacak alanlar ile ilgili gerekli izinlerin alınması ve sürecin bu doğrultuda başlaması gerekmektedir.

Güneş enerjisi başvuruları her sene Ekim ayının son beş iş gününde alınmaktadır. Ön lisans başvuruları ise bir sene önce açıklanan kapasite doğrultusunda alınmaktadır.

Güneş Enerji Santrali 2015 yılı ve sonrası için genel süreç takvimi Şekil 7.2.’de gösterilmektedir;



Şekil 7.2: GES Lisans Başvuru Takvimi

Yönetmelik Ek-5 altında yer alan Güneş Ölçüm Kurulum Raporu ve Ek-6’da yer

alan Güneş Ölçüm Sonuç Raporunun Kuruma iletilmesi zaruridir. Şekil 7.3.'te GES İstasyon raporu kurulum raporu formatı, Şekil 7.4.'te GES sonuç raporu formatı ve Şekil 7.5.'te ise örnek bir güneş ölçüm istasyonu verilmiştir.

EK-5

GÜNEŞ ÖLÇÜM İSTASYONU KURULUM RAPORU FORMATI

Başvuru sahibi tüzel kişi			
İstasyonun yeri	İli		
	İlçesi		
UTM Koordinatı (6 derece -ED 50 Datum)	Mevki	E	N
		XX XX XX	YY YY YYY
Pafta adı			
İstasyonun kurulum tarihi			
İstasyonda kullanılan cihazlar			
Cihaz	Üretici firma	Tipi	Seri no
Piranometre			
Güneşlenme süresi sensörü			
Anemometre			
Bağıl Nem Sensörü			
Sıcaklık Sensörü			
Ölçüm kayıt cihazı			

* Ölçüm dereği üzerindeki sensörler, Dünya Meteoroloji Teşkilatı tarafından belirlenen (WMO/CIMO Rehber No.8) ölçüm kriterlerini sağlamaktadır ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (veya ... Akredite Kuruluşunun) kendi gözlem ağında kullandığı sensör özellikleri ile aynı veya daha iyi özelliktedir.

** Bu rapor yerinde inceleme yapılarak onaylanması halinde geçerlidir.

EKLER:

- 1) İstasyonda kullanılan cihazlara ilişkin belgeler (üretici firma, tipi, seri numarası, kalibrasyon sertifikası vb.)
- 2) Sahaya esas ölçüm izninin aslı veya saha sahibi gerçek veya tüzel kişi tarafından onaylı sureti
- 3) İstasyonun kurulum sonrası fotoğrafları
- 4) İstasyonun kurulumuna ilişkin fatura ve rapor
- 5) Elektronik ortamda kurulum raporu (Kuruma sunulan bilgi ve belgeleri içeren CD)

Şekil 7.3: Güneş Ölçüm İstasyonu Kurulum Raporu Formatı

EK-6

GÜNEŞ ÖLÇÜM SONUÇ RAPORU FORMATI

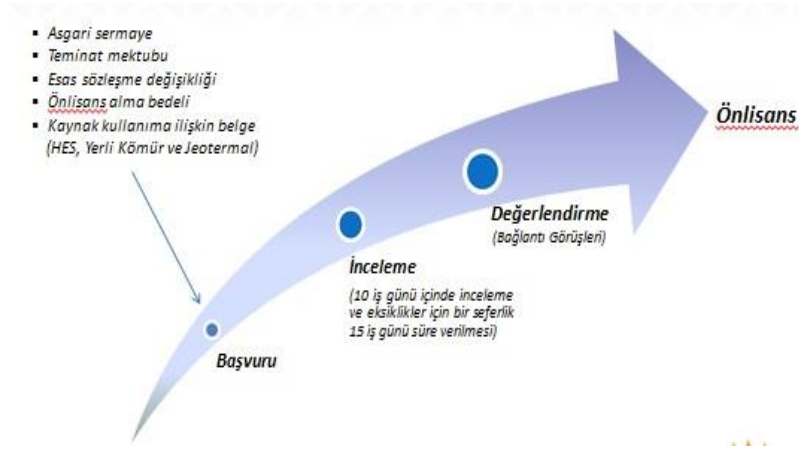
Başvuru sahibi tüzel kişi			
Ölçüm başlama tarihi			
Ölçüm bitiş tarihi			
Ölçüm İstasyonu UTM Koordinatı (6 derece -ED 50 Datum)	E	N	
	XX XX XX	YY YY YYY	
YATAY YÜZEYE GELEN TOPLAM (GLOBAL) GÜNEŞ İŞİNİMİ (kWh/m ²)		
GÜNEŞLENME SÜRESİ (SAAT)		
SICAKLIK (°C)		
....		

Şekil 7.4: Güneş Ölçüm Sonuç Raporu Formatı



Şekil 7.5: Güneş Ölçüm İstasyonu

Önlisans başvuru değerlendirme süreci Şekil 7.6.'daki gibi ilerlemektedir;



Şekil 7.6: Önlisans Başvuru Süreci

Güneş enerjisine dayalı başvurular;

GEÇİCİ MADDE 3 – (1) 31/12/2013 tarihine kadar iletim sistemine bağlanacak YEK (Yenilenebilir Enerji Kanunu) Belgeli güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin toplam kurulu gücü 600 MW'dan fazla olamaz.

(2) 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanununun 6/C maddesinin beşinci fıkrası kapsamında güneş enerjisine dayalı üretim tesisi kurulması için yapılan önlisans başvurularında, başvuruya konu her bir üretim tesisinin kurulu gücü 50 MW'ı geçemez.

Lisans Değerlendirmeleri, 01.06.2013 tarih ve 28664 Sayılı Güneş Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik doğrultusunda yapılır.

Görüldüğü gibi lisans alma sürecinden önce, istasyon kurulumu ve 6 aylık bir ölçüm süreci önemli bir rol oynamaktadır. Ölçümler yapıldıktan sonra yapılan başvuru ile inceleme ve değerlendirme süreçleri devreye girer, her şeyin olumlu ilerlemesi durumunda proje için Ön lisans verilir. Ön lisans sonrasında ise projenin lisans süreci gelir.

Ön lisans ve üretim lisansı süreci ise şu şekilde ilerlemektedir;

İnşaat Öncesi dönem içerisinde bağlantı ve sistem kullanım anlaşması, ruhsatlar,

yerleşim yeri temini, bildirimler ve onaylar gerçekleşirken, inşaat döneminde işyeri açma ve çalışma ruhsatı alınarak geçici kabul ile işletmeye alma süreci gerçekleşir.

İşletme döneminde ise bu gereklilikler yanı sıra kurulum yapan firmalar yenilenebilir mevzuatında olan şu mevzuatlara tabidir;

1) 04.09.2013 tarihli ve 28755 sayılı resmi gazetede yayınlanan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik

2) 21.07.2011 tarihli ve 28001 sayılı resmi gazetede yayınlanan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik

3) 04.10.2005 tarihli ve 25956 sayılı resmi gazetede yayınlanan Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi Verilmesine İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Yönetmelik (Mülga).

Lisanslı Güneş Enerjisi Teşvik Fiyatları ise 29.12.2010 tarihinde yayınlanan YEK doğrultusunda Güneş Enerjisi için verilen teşvik fiyatları Çizelge 7.1 'deki gibidir;

Çizelge 7.1: YEK Teşvik Fiyatları

YEK Teşvik Fiyatları			
Enerji kaynağına dayalı tesis	Dolar sent/kWh		Dolar sent/kWh
	İlk 10 yıl		İkinci 10 yıl
Hidroelektrik	7.3		-
Karada rüzgar enerjisine dayalı	7.3		-
Denizde rüzgar enerjisine dayalı	-		-
Jeotermal enerjisine dayalı	10.5		-
Fotovoltaik enerjisine dayalı	13.3		-
Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı	13.3		-
Biokütle enerjisine dayalı	13.3		-
Dalga , akıntı, gel-git enerjisine dayalı	-		-

31/12/2020 tarihine kadar devreye alınacak işletmeler, tesislerinde yerli ekipman kullanması durumunda (Çizelge 7.2.)’te belirtilen fiyatlar tesis işletmeye girdikten sonra 5 yıl süre ile ilave edilir.

Çizelge 7.2: II sayılı Cetvel

II Sayılı Cetvel			
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD\$ cent/kWh)	
Foto-voltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8	
	2- PV modülleri	1,3	
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5	
	4- İnvörtör	0,6	
	5- PV modülü üzerine güneş ışını odaklayan malzeme	0,5	

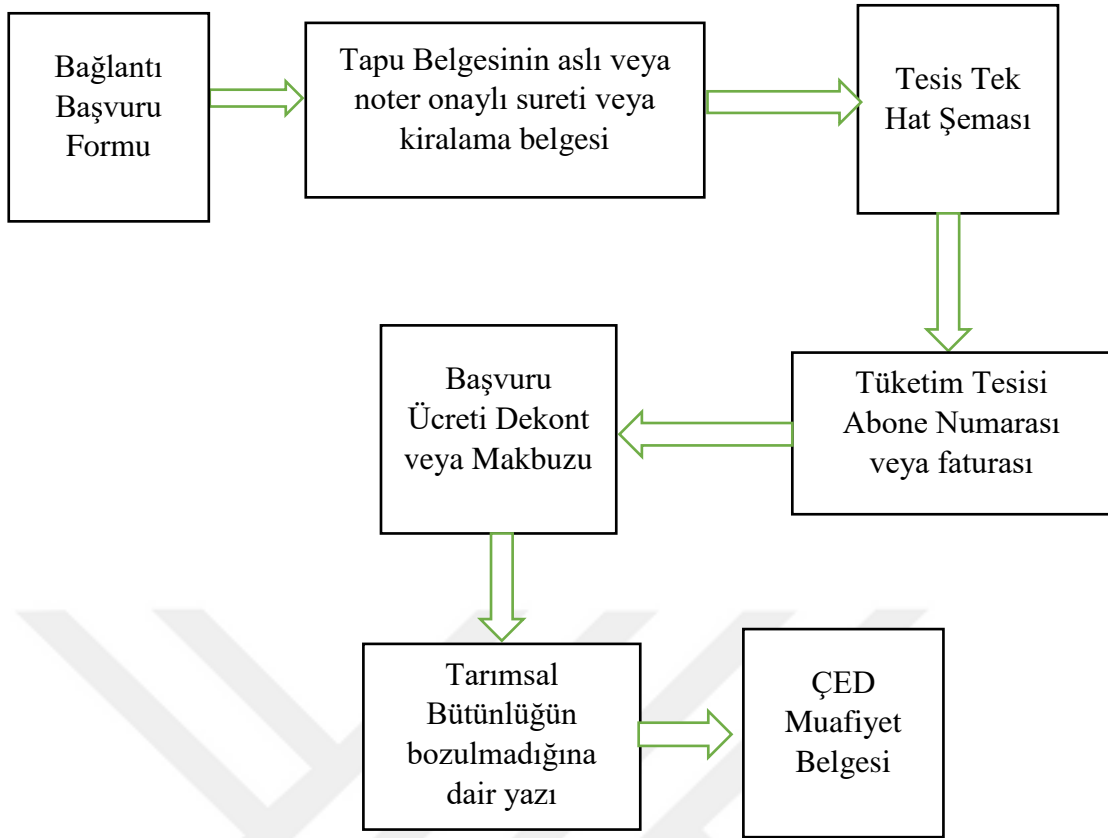
Detaylı başvuru ve ölçüm süreçleri ile ilgili bilgilere 17 Haziran 2014 tarihli 29033 sayılı *Rüzgar ve Güneş Enerjisine Dayalı Önlisans Başvurular için Yapılacak Rüzgar ve Güneş Ölçümlerine Dair Tebliğ* üzerinden ulaşılabilmektedir.

7.2. Lisansız GES Yasal Gereklilikleri

Kurulu gücü 1 MW’a kadar olan Güneş Enerjisi Projeleri için mevzuat gereğince projeler lisansız güneş enerjisi sürecinden yararlanabilmektedir.

Lisansız Güneş Enerjisi Elektrik Üretimi için süreç şu şekilde ilerlemektedir;

- Dağıtım Şirketine veya OSB’ye (Organize Sanayi Bölgesi’ne) Şekil 7.7.’de belirtilen belgeler ile başvuruda bulunması gerekmektedir.
- Lisansız GES kurmak isteyen yatırımcının tüketici (elektrik abonesi) olması zorunludur.



Şekil 7.7: Lisansız GES Süreci

Tarımsal Bütünlüğün bozulmadığına dair yazı Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından, ÇED (Çevre Etki Değerlendirme) Muafiyet Belgesi (İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğünden temin edilmektedir.

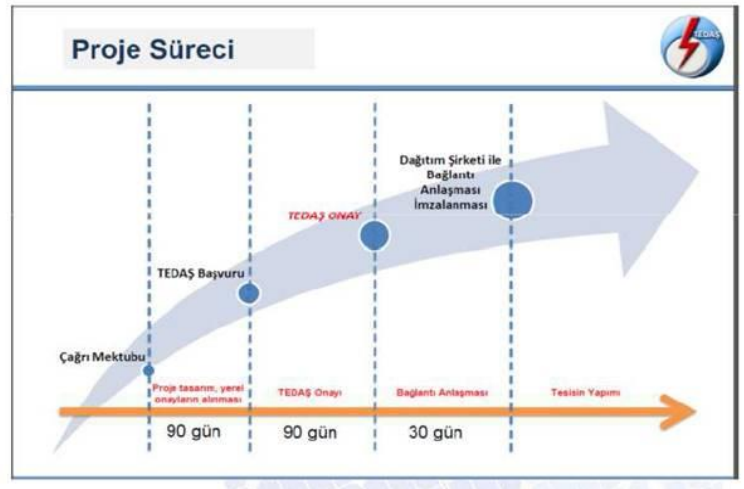
GES Kurulumunu gerçekleştirecek tüzel veya gerçek kişilerin kullanacağı arazi 20.000 m2 üzerinde ise proje tanıtım dosyası hazırlayarak ÇED gerekli değildir belgesi alması gerekmektedir. Ön değerlendirme sonrasında dağıtım firması veya OSB tarafından yapılan başvurular ayın ilk 20 günü içerisinde hep birlikte değerlendirmeye tabi tutulur ve karara bağlanır. Olumlu sonuçlanan bağlantı başvuruları için tüzel veya yerel kişiye çağrı mektubu iletilir.

Şekil 7.8.'de gösterilen şekilde Çağrı mektubu almaya hak kazanan gerçek veya tüzel kişiler çağrı mektubunun tebliği sonrasında 180 gün içerisinde proje onayı ve diğer işlemleri tamamlaması gerekmektedir. Lisansız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik Madde 9'da ilk 90 gün içerisinde proje ile ilgili gerekli dosyaları TEDAŞ'ın onayına sunması gerekliliği belirtilmiştir. Aksi durumda bağlantı başvuruları geçersiz olacaktır. Yine aynı madde de belirtildiği gibi Çağrı mektubu tebliğ tarihi 180 günlük sürecin

başladığı tarihtir.

Proje dosyasında tesise ait teknik değerlendirmeler ve hesaplamalar olmalıdır. Onay için hazırlanacak klasör Elektrik Tesisleri Proje Yönetmeliği doğrultusunda oluşturulmalıdır. Geçici kabule hazırdır yazısı alan yatırımcı TEDAŞ'a geçici kabul için başvurur ve geçici kabul yazısıyla tesis devreye girer.

Üretim dışında üretilen fazla elektrik YEK kanunu doğrultusunda belirlenen fiyatlar üzerinden 10 yıl periyodunda satın alınmaktadır. 10 yıl sonrasında fazla elektrik üretiminin satışı ile ilgili süreç kanun hükümlerinin yenilenmesi ile belirlenecektir.



Şekil 7.8: GES Lisansız Üretim Proje Süreci

8. 1 MWp GES TEKNİK BİLGİLERİ

Projemiz Konya OSB Bölgesinde, 37°58'32" Kuzey, 32°37'19" Doğu koordinatlarında bulunmaktadır. Rakım ise 1009 metredir. Projeye ait genel bilgiler Çizelge 8.1'deki gibidir;

Çizelge 8.1: Proje Sistem Bilgileri

Sistem Bilgileri		Teknik veriler	
Yer	Konya	Modül	Chinaland 240 Wp
Sistem Kapasitesi	1008 kWp	Evirici	KACO
Enlem	37.53° N	Montaj Açısı	32°
Boylam	32.29° E	Açı	Güney
Yer		Yüzey	m ²

Projemizde 1 MWp gücünde olup kullanılan ekipmanlar bu değer göz önünde tutularak seçimi yapılmıştır. Proje için çıkış gücü 240 W olan panellerden yaklaşık 1 MW elde etmek için 4200 adet PV panel kullanılmıştır. 4200 adet güneş paneli gücümüz 1008 KWp güce eşdeğer gelmektedir. Bu durum evirici bağlantı dizaynı sebebiyle 1 MW'ın biraz altında kalmıştır. PV panellerden gelen DC (Doğru Akımı) şebekeye verebilmek için hat bağlantısını gerçekleştirecek olan transformatörün giriş bağlantısını gerçekleştirmek için önce AC (Alternatif Akıma) çevrilmesi gerekir. Bu işi yapan devre elemanlarına Evirici (İnvertör) adı verilir. Bu uygulamada her biri 20 KW çıkış gücüne sahip 50 adet evirici kullanılmıştır. Evirici gücü daha büyük seçilebilirdi, fakat bir arıza durumunda komple bir PV grubu devre dışı kalacağından anlık ürettiğimiz gücü de etekleyecektir bu sebepten büyük güçlü eviriciler seçilmesi uygun olmamıştır. Bu uygulamada kullandığımız eviricilerin çıkış gerilimi yükseltici transformatörümüzün giriş gerilimine uygun olarak 400V AC seçilmiştir. Evirici çıkışlarından elde edilen bu gerilim trafo merkezinde 31,5 kV (kilovolt)'a yükseltilerek şebekeye bağlanmıştır. Paneller grup olarak bağlantıları gerçekleştirilirken DC çıkış değerimiz maksimum 1000 V (volt) olacak şekilde bağlanmıştır. Kullanılan eviricilerin giriş gücü 20 kW iken verimleri nedeniyle çıkışı gücü maksimum 17.5 kW olmaktadır. Uygulamada kullanmayı

planladığımız paneller paslanmaz çelik yapı üzerine 32 derecelik açı ile Güney-Doğu yönünde yerleştirilmiştir.

Proje öncesinde yapılan analizler doğrultusunda yıllık tahmin edilen elektrik üretim değerimiz 1,520 MWh olarak hesaplanmıştır. Ortalama aylık üretim değerimiz ise 126,000 KWh olarak tahmin edilmiştir. Bir yıllık üretilmesi planlanan elektrik enerjisinin aylara göre üretim miktarları Çizelge 8.2.'de verilmiştir.

Çizelge 8.2: Proje Aylık Üretim Tahmin Değerleri

Sabit Sistem: Eğim=32°, oryantasyon=0°

Ay	Ed	Em	Hd	Hm
Ocak	2440.00	7560	3.00	93.1
Şubat	3260.00	91400	4.08	114
Mart	4330.00	134000	5.64	175
Nisan	4380.00	131000	5.76	173
Mayıs	4630.00	144000	6.31	196
Haziran	5040.00	151000	6.99	210
Temmuz	5360.00	166000	7.50	232
Ağustos	5400.00	167000	7.54	234
Eylül	5020.00	150000	6.89	207
Ekim	4160.00	129000	5.54	172
Kasım	3400.00	102000	4.33	130
Aralık	2370.00	73600	2.95	91.4
Ortalama	4150	126000	5.55	169
Toplam	152000			

Çizelge 8.2.'deki kısaltmalar aşağıda verilmiştir.

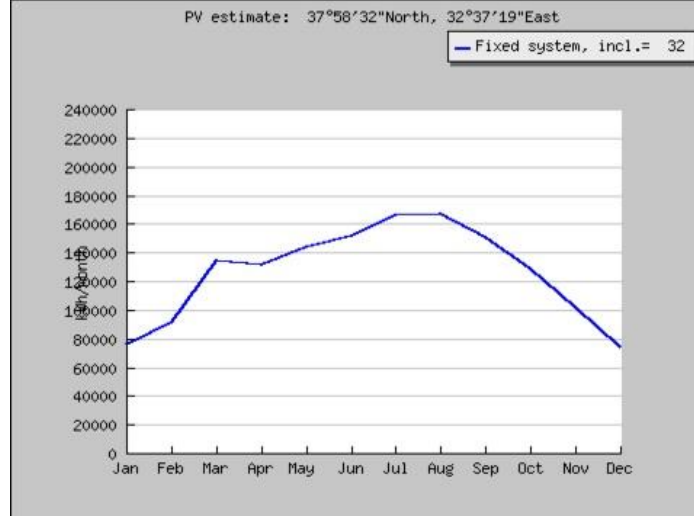
Ed: Sistem Günlük ortalama elektrik üretimi (kWh)

Em: Sistem aylık ortalama elektrik üretimi (kWh)

Hd: Sistem modülleri tarafından alınan metrekare başına küresel ışınlama ortalama günlük toplam (kWh / m²)

Hm: Sistem modülleri tarafından alınan metrekare başına küresel ışınlama ortalama toplamı (kWh / m²)

Şekil 8.1.'de tahmini üretim verilerinin aylık dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 8.1: Projede Üretilmesi Planlanan Enerjinin Aylara Göre Dağılım Grafiği

8.1. Arazi Özellikleri

Güneş Enerjisi santralini kuracağımız tarlanın yüzey alanı 19,000 m²'dir ve proje sahasında eğim bulunmamaktadır. Şekil 8.2.'de tesise ait genel bir fotoğraf gösterilmektedir.



Şekil 8.2: 1 MWp GES Tesis Fotoğrafi

GES projesi OSB Bölgesi içerisinde Teknik Alan olarak nitelendirilen boş arazi üzerine kurulmuştur. En uç noktadaki bu parselin trafo merkezine uzaklığı ise 0,5 km'dir. GES'in Mevcut şebeke hattına bağlantısı uygun bir güç transformatörü üzerinden şebeke bağlantısı projelendirilmiş ve gerçekleştirilmiştir.

8.2. Güneş Panelleri

Güneş enerjisi projelerinde genellikle iki tip PV panel kullanılmaktadır. Bunlar Polikristal ve Monokristal panellerdir. Genellikle projelerde maliyet ucuzluğu ve kullanım yaygınlığı ve verimleri sebebi ile Polikristal paneller kullanılmaktadır. Uygulamamız için belirtilen sebeplerden dolayı bu tip PV paneller tercih edilmiştir. Chinaland marka her bir PV panelin gücü 240 W dir. Çizelge 8.3.'te gösterildiği gibi PV panel verimleri ise ilk 10 yıl için % 90, ve sonraki 25 yıl için ise % 80 verimdedir. Panel dayanıklılığı 10 yıldır. Panel sistem voltajı 1000 V DC olacak olup, - 40 ve + 85 sıcaklık aralığında çalışabilir yapıdadır. Projemizde bu tip panellerden 4200 adet kullanılmıştır. Çizelge 8.3.'te seçilen PV panele ait elektriksel veriler verilmiştir. Şekil 8.3.'te tesis panel grupları fotoğrafları verilmiştir.



Şekil 8.3: 1 MWp GES Tesis Panel Grupları

Çizelge 8.3. Seçilen PV panelin teknik özellikleri

<i>Panel Gücü</i>	240Watt
<i>Panel Verimliliği-1</i>	% 14.17
<i>Panel Verimliliği -2</i>	10 yıl için % 90 25 yıl için % 25
<i>Panel Dayanıklılığı</i>	10 Yıl
<i>Güç Toleransı</i>	0 / +5
<i>Koruma Sınıfı</i>	IP 65
<i>Sıcaklık Değerleri</i>	-40 ° / +85 °
<i>Panel Sistem Voltajı</i>	1000 VDC

8.3. Eviriciler

Evirici gücü projemiz için 20 kW gücünde olacak şekilde tercih edilmiştir. Evirici giriş gerilimi ise 1000 V DC, verimliliği % 98 üzerinde güç faktörü ise 0,9 ile 1 arasındadır. Çalışma aralığı ise - 25 ile + 60 derecedir. Şekil 8.4.'te 1 MWp GES projesinde kullanılan evirici fotoğrafları verilmiştir. Bu uygulamada kullandığımız KACO marka eviriciye ait teknik özellikler Çizelge 8.4'te verilmiştir.



Şekil 8.4: Tesis Evirici Fotoğraf

Çizelge 8.4: 20 KW Eviriciye ait teknik Özellikler.

<i>Evirici Gücü</i>	20 kW
<i>Evirici Giriş Gerilimi</i>	1000 VDC
<i>Evirici Verimi</i>	>% 98
<i>Evirici Güç Faktörü</i>	0,8 - 1
<i>Evirici Tdh</i>	< % 3
<i>Evirici Sıcaklık</i>	- 25° / + 60°

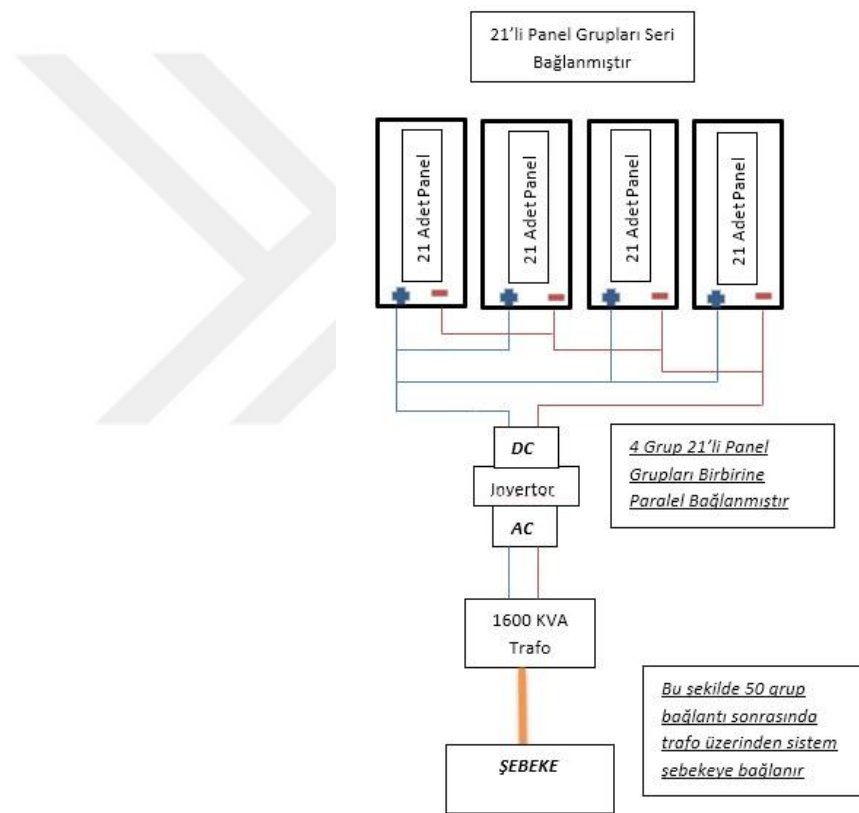
8.4. Diğer Ekipmanlar ve Bağlantı Şeması

Sistemimizde PV paneller arasında ve PV panel ile evirici arasındaki elektrik bağlantısını gerçekleştirmek için Alçak gerilim kabloları trafo ile enerji hattı arasındaki bağlantıyı gerçekleştirmek içinse Orta Gerilim kabloları kullanılacaktır. Güvenlik amacıyla yıldırım düşmesi durumuna karşı PV panelleri ve elektrik sistemimizi korumak amacıyla paratoner sistemi kurulacak ve oluşabilecek elektrik kaçağına karşı PV paneller ve metal kısımları topraklanacaktır. PV panel montaj konstrüksiyonları olumsuz dış etkilere korumak amacıyla paslanmaz Çelikten imal edilecektir. Sahanın mevcut

durumunu anlık izlemek amacıyla Kamera- Kayıt sistemi kurulacaktır. Sahaya ait elektrik üretim verilerini almak ve izlemek amacıyla ise sisteme veri kayıt ve uzaktan izleme eklenecektir.

Tek Hat bağlantı Şeması

Tek hat şemasın Şekil 8.5.'te görüldüğü gibi 21 adet panel serisi, 4 grup halinde birbirlerine paralel olarak bağlandıktan sonra Evirici (İnvertör) girişi yapılır. Bu bağlantı şekli toplamda 50 kere yapılarak sistemin eviriciler ile bağlantıları tamamlanır ve bütün sistem şebekeye bağlanır.



Şekil 8.5: Tek Hat Şeması

8.5. Üretim Verileri

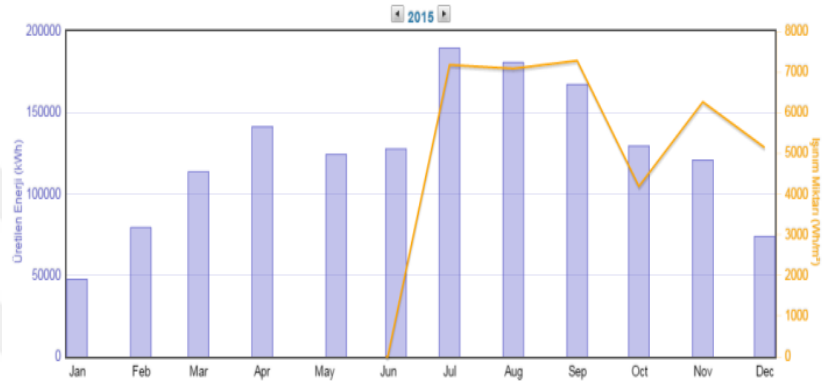
2015 yılında üretime başlayan 1 MW Gücündeki projenin üretim verileri Çizelge 8.5'teki gibidir.

Çizelge 8.5: 2015 Yılı Proje Aylık Gerçekleşen Üretim Değerleri

Aylar	Elektrik Üretimi (kWh)
Ocak	2079.49
Şubat	79383.66
Mart	113617.63
Nisan	141375.53
Mayıs	124273.21
Haziran	127720.6
Temmuz	189659.6
Ağustos	180927.81
Eylül	167352.73
Ekim	129424.97
Kasım	120785.32
Aralık	73833.17
TOPLAM-2015	1,450,433.72

2015 yılında toplam üretim değeri projede 1,450,433 Kwh olarak gerçekleşmiştir. Aylık ortalama üretim değerimiz ise 120,869 KWh olarak gerçekleşmiştir. Yapılan fizibilite çalışmasında ise toplam üretim değeri 1,520,000 KWh, aylık ortalama üretim değeri ise 126,000 olarak tahmin edilmekteydi. Aradaki farkın sebebi Ocak ayında gerçekleşen sistem arızası ve Invertörlerde gerçekleşen sistemsel arızlardan kaynaklanmıştır. Yapılan fizibilite çalışması gerçekleşen verilerin % 4,57 üzerinde kalmıştır. Ancak Nisan 2015 tarihinden itibaren bir analiz yaptığımızda ise fizibilite değerleri üretim değerlerinin % 2,98 üzerinde olduğu görülmektedir.

Veriler doğrultusunda yapılan fizibilite değerlendirmesinin ve kullanılan PV simülasyonunun sağlıklı ve güvenilir veriler verdiğini söylemek mümkündür. Yapılan fizibilite çalışmasının \pm % 5'lik bir sapma gösterebildiği sonucuna varılmıştır. Projenin ilk devreye alınma sürecinde ve projeyi uzaktan izlemenin anında arızaya müdahale etmenin kayıpları azaltacağı hususlarına dikkat edilmelidir. Projemizde bu iki sebepten ötürü ilk kurulumda problemler yaşanmış ve üretim kayıpları yaşanmıştır. Şekil 8.6.'da 2015 yılında gerçekleşen üretim verileri aylık olarak gösterilmektedir.



Şekil 8.6: 1 MWp GES 2015 Yılı Üretim Grafiği

9. KONYA OSB 1 MW GES EKONOMİK ANALİZİ

Augusto Bianchini ve ark (2015) tarafından yapılan çalışmada farklı güneş enerjisi sistemleri üzerinde ekonomik analizler, proje geri dönüş süreci ve temizlik maliyetleri değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışmada güneş enerjisi projelerinin ortalama geri dönüş süresi 5.5 yıl olarak değerlendirilmiştir.

Ammar Alshegri ve ark. (2015) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise güneş enerji sistem maliyeti ve karbon emisyon azaltımı üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. 704 kw'lık bir sistemde yaklaşık 1,035 tCO₂e (ton karbondioksit eşdeğer) emisyon azaltımı gerçekleşeceği öngörülmüştür.

Projemizde de toplam yatırım ve bakım maliyetlerinin yanı sıra karbon gelirleri de göz önüne alınarak bir ekonomik analiz gerçekleştirilmiştir.

9.1. Toplam Yatırım Tutarı

Proje ekonomik analizi güneş panellerinin 10 yıllık garanti süresi doğrultusunda 10 yıl üzerinden yapılmıştır.

Proje ana kalemleri olan ekipman fiyatları aşağıdaki Çizelge 10'da verilmiştir. Toplam yatırım maliyetimiz Çizelge 10'da görüldüğü gibi 2,902,000 TL'dir. Projemizin en büyük kalemi olan güneş panelleri toplam maliyeti 1,430,000 TL'dir. Toplam 4200 adet panel kullanılacaktır. Diğer ana kalemlerden olan Eviriciler ise 460.000 TL'dir. Projemizde bakım ve işletme maliyetleri Kwh başında yaklaşık 0.002 Dolar olarak kabul edilmiştir. Projenin 10 yıllık üretimi 15.200 MWh olacağı için 10 yıllık bakım işletme gideri 33,110 TL olarak kabul edilmiştir. Çizelge 9.1.'de proje yatırım tutarı kalemlerinin gerçekleşen değerleri verilmiştir.

Çizelge 9.1: Proje Yatırım Tutarı Kalemleri

<i>İş Kaleminin Adı Ve Kısa Açıklaması</i>	<i>Ölçü m Birimi</i>	<i>Miktarı</i>	<i>Tutarı (₺)</i>
Minimum 1008 kWp Sabit Açılı Panel ve montajı	SET	4200	1.430.000,00
Inverter 1008 kWp ve montajı	SET	50	460.000,00
Konstrüksiyon temini ve montajı	SET	1	310.000,00
Kablolama ve İşçilik	SET	1	160.000,00
Topraklama ve paratoner sistemi	SET	1	40.000,00
Uzaktan İzleme Ve Görüntüleme Ünitesi ve montajı	SET	1	10.000,00
Şebekeye Bağlantı Ekipmanları, Bağlantı Onayı Alınması İşlemleri	SET	1	116.000,00
Güvenlik Sistemi	SET	1	58.000,00
Transformatör, orta gerilim hücreleri ve bağlantıları	SET	1	130.000,00
All Risk Sigortası	SET	1	90.000,00
Bakım ve İşletme	SET	1	33.110,00
		0	
Proje ve kabul işlemleri	SET	1	30.000,00
Projelendirme Ücretleri	SET	1	25.000,00
Diğer Masraflar	SET	1	10.000,00
TOPLAM TUTAR (K.D.V Hariç)			2.902.000,11

9.2. Proje Amortisman ve IRR Analizi

Çizelge 9.2.'de yapılan amortisman hesabında Görüldüğü gibi projemiz 7. Sene sonrasında kara geçmeye başlamaktadır. Her sene için panel verimliliği % 0,7 azalacak şekilde hesaplamalar göz önüne alınmıştır. PV modüller için ise ilk montaj kaybı % 2 olarak alınmıştır. Enerji satış fiyatı 0.133 \$/cent olarak alınmıştır. Bu miktar yerli ürün kullanımı ile 0.15 \$/cent'e kadar çıkabilmektedir.

Türk Lirası üzerinden yapılan yatırım analizi ise Çizelge 9.2. üzerindeki veriler doğrultusunda yapılmıştır.

Çizelge 9.2. Proje Amortisman Süresi (TL)

Yıl	Toplam Yatırım Tutarı (₺)	Toplam Gelir (₺)	Amortisman (₺)
	2,902,000.11		
1		436.452,80	2.465.547,31
2		433.397,63	2.032.149,68
3		430.363,85	1.601.785,57
4		427.351,30	1.174.434,53
5		424.359,84	750.074,69
6		421.389,32	328.685,37
7		418.439,59	-89.754,23

Toplam proje yatırımımız 2,902,000,11 TL.'dir. Amortisman değerleri ve enerji satış değerleri Çizelge 9.2.'de açıkça görülmektedir. İç verim oranı yatırımın hangi oranda katma değer sağlayacağını göstermektedir. Yatırımdan beklenen karlık oranı bu doğrultuda iç verim analizi ile karşılaştırılır ve bu doğrultuda yatırım kararı alınır. İç verim oranı yatırımdan beklenen karlılık oranından yüksek ise yatırım kararı hayata geçirilir. İç verim oranı Formül 9.1'den hesaplanmaktadır;

$$\sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (9.1)$$

Formül içerisinde T projenin teknik ömrünü , CF projeden sağlanacak yıllık net akımı, IRR ise iç verim oranını ifade etmektedir. Projelerde sağlanan yıllık net akım her sene farklılık gösterdiği için sınıama-yanılma ve enterpolasyon metotları birlikte kullanılmaktadır. Projemizde de elektrik satışından dolayı elde edilecek gelirler her yıl farklı olacağı için aynı yöntem tercih edilmiştir. Excel içerisinde bu yöntemler İç Verim formülü ile gerçekleştirilmektedir. IRR değerimiz excel üzerinde bu formül ile hesaplanmıştır ve sonuç % 7.01 olarak bulunmuştur.

IRR değerlendirmesi içerisinde hassasiyet değerlendirmesi de yapılmıştır. Bu analizlerde bakım maliyetleri fiyatlarında, elektrik üretimi değerinde ve yatırım miktarında olabilecek artış veya azalma değerleri göz önüne alınmış IRR yani iç verim oranı bu değerler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Hassaslık değerlendirmeleri ise Çizelge 9.3'te verilmiştir.

Çizelge 9.3: Hassaslık Analizi (Bakım Maliyeti)

Bakım Maliyeti için IRR Hassaslık Analizi					
% Değişim	-10	-5,0	0	5,0	10,0
<i>Emisyon Azaltımı Geliri Hariç(%)</i>					
<i>IRR EA hariç – 4,42</i>	7,01	7,01	7,01	7,01	7,01
<i>TL(%)</i>					
<i>IRR EA hariç – 6,63</i>	7,35	7,35	7,35	7,35	7,35
<i>TL(%)</i>					
<i>IRR EA hariç – 11,05</i>	–	7,49	7,49	7,49	7,49
<i>TL(%)</i>					

Çizelgeden anlaşılacağı üzere bakım maliyetleri iç verim oranında herhangi bir etkisi yoktur, göz ardı edilebilirler. Elektrik satış değerinin IRR'ı nasıl etkilediği ise Çizelge 9.4'te görülmektedir.

Çizelge 9.4: Hassaslık Analizi (Elektrik Satış)

Elektrik Satışı için IRR Hassaslık Analizi					
% Değişim	-10	-5,0	0	5,0	10,0
<i>Emisyon Azaltımı Geliri Hariç(%)</i>					
<i>IRR EA hariç – 4,42</i>	4,82	5,93	7,01	8,02	8,13
<i>TL(%)</i>					
<i>IRR EA hariç – 6,63</i>	4,95	6,06	7,14	8,16	8,29
<i>TL(%)</i>					
<i>IRR EA hariç – 11,05</i>	5,15	6,26	7,35	8,38	8,52
<i>TL(%)</i>					
<i>IRR EA hariç – 11,05 TL(%)</i>	5,28	6,40	7,49	8,52	8,67

Yatırım maliyetinin artması ya da azalması senaryolarının IRR değerine etkileri de Çizelge 9.5'te görülmektedir.

Çizelge 9.5: Hassaslık Analizi (Yatırım Maliyeti)

% Değişim	Yatırım Maliyeti için IRR Hassaslık Analizi				
	-10	-5,0	0	5,0	10,0
<i>Emisyon Azaltımı Geliri Hariç(%)</i>	8,13	8,02	7,01	5,99	5,05
<i>IRR EA hariç – 4,42 TL(%)</i>	8,29	8,28	7,14	6,13	5,18
<i>IRR EA hariç – 6,63 TL(%)</i>	8,52	8,50	7,35	6,33	5,38
<i>IRR EA hariç – 11,05 TL(%)</i>	8,68	8,64	7,49	6,46	5,51

Bu analizlerin yanı sıra Dünya Bankasının 2009 yılında yayınladığı raporda yenilenebilir enerji santrallerinin IRR değerleri de Çizelge 9.6.’daki gibi belirlenmiştir;

Çizelge 9.6: Dünya Bankası IRR Verileri

	Kapasite	Maliyet	Tarife Tahmini		
	(MW)	(Milyon \$)	(US cent/kWh)		
Küçük HES	6	14.2	8		
Rüzgar	22.5	43.6	8		
Jeotermal	20	80.0	9		
Biyokütle	50	85.5	9		
Buhar					
Biyokütle	20	40.6	9		
Gaz					
Güneş	30	96.7	30		
Isıtma					
Güneş	5	35.3	30		
Elektrik					
	Özkaynak İç Verim Oranı	Eşik Değeri	IRR	CTF Kredi Değeri	CTF maliyet Etkinliği
	(%)	(%)		(Milyon \$)	(\$/TCO ₂)
Küçük HES	12	15		2.8	5.87
Rüzgar	12	15		8.7	5.46
Jeotermal	12	15		16.0	5.24
Biyokütle	8	20		42.5	10.37
Buhar					
Biyokütle	3	20		30.5	18.57
Gaz					
Güneş	20	25		19.3	15.73
Isıtma					
Güneş	3	25		35.3	170.90
Elektrik					

Çizelge 9.6’da görüldüğü gibi 5 MW’lık bir Güneş Enerjisi için IRR % 25 olarak belirlenmiştir. Tabi ki Çizelge 9.6’da verilen veriler elektrik satış değeri ülkemiz ile farklılık göstermektedir.

10. TOZLANMANIN ÇEŞİTLERİ

10.1. Türkiye’de Toprak ve Toz Çeşitleri

Türkiye’deki toprak çeşitleri şu şekildedir;

- Laterit Toprak
- Orman Toprakları (Kahverengi)
- Terra Rossa tipi Toprak
- Podzol Topraklar
- Kastane Rengi Toprak
- Çernezyomlar
- Taşınmış Toprak

Laterit Toprak: Laterit toprak dış görünüşü kırmızımsı şekildedir, çünkü içeriğinde demir oksit bulunmaktadır. Tarım için çok fazla tercih edilmez ve verimsizdir. Bu tip topraklara ülkemizde daha çok Karadeniz’in doğusunda rastlanmaktadır.

Orman Toprakları (Kahverengi) : Bu tip topraklar kahverengi orman toprağı olarak ta adlandırılmaktadır. Geniş yapraklı orman bölgelerinde oldukça yaygındır. Ülkemizde Akdeniz kıyıları ile Güneydoğu Bölgesinin batı kısımlarında bulunmaktadır.

Terra Rossa Toprak: Terra Rosa daha çok Akdeniz iklimi bölgelerinde rastlanmaktadır. Kırmızı renklidir. Sulama yapıldığı taktirde verim veren bir toprak türüdür.

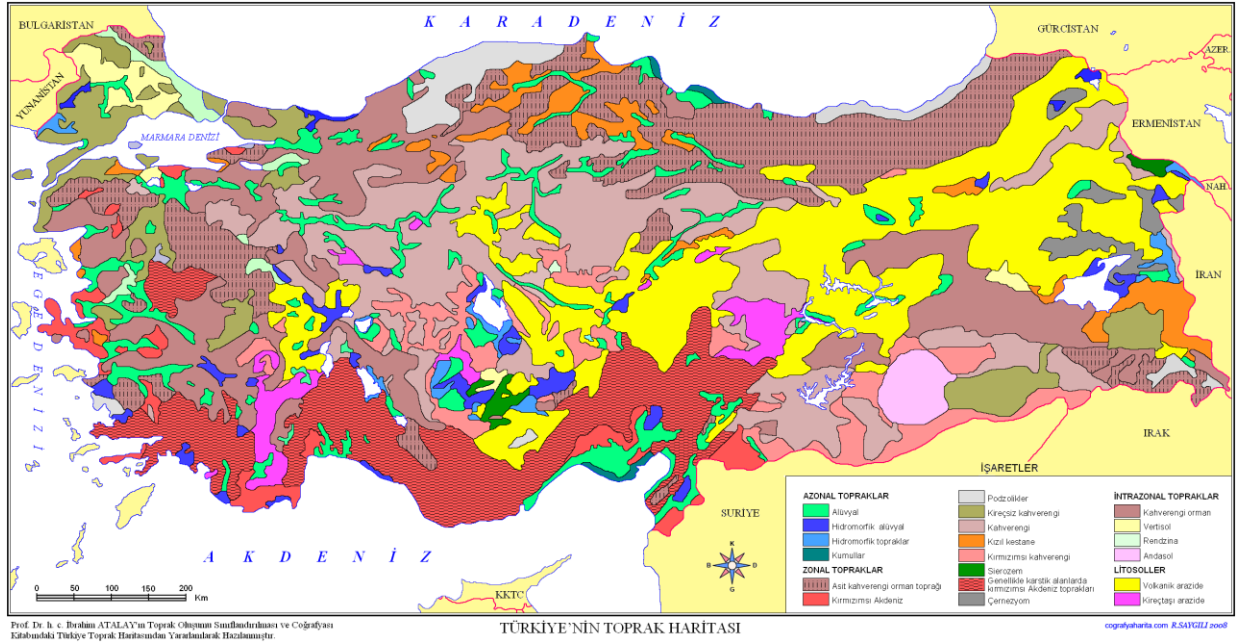
Podzol Toprak: Podzol toprak tipi daha çok Karadeniz’in batı bölgelerinin kıyı kesimlerinde rastlanmaktadır. Bu topraklar yıkanmaları sebebi ile mineral açısından noksandır.

Kastane Rengi Toprak: İsminden de anlaşılacağı gibi bu tip toprakların rengi kestaneye benzemektedir. Genellikle İç Anadolu’nun batı kısmında, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde görülmektedirler.

Çernezyomlar: Bu tip topraklar Dünya’daki en verimli topraklardan biridir. Ülkemizde Kars ve Erzurum platolarında bulunmaktadır.

Taşınmış Topraklar: Doğa olayları ile taşınan ve karışan malzemeler ile ortaya çıkan bir toprak türüdür. Taşıma sürecinde birçok malzemenin karışması sebebi ile mineral bakımından zengin bir türdür. Ülkemizde her bölgede görülebilmektedirler.

Şekil 10.1.’de Türkiye Toprak Çeşitleri Haritasında toprak çeşitleri gösterilmektedir.



Şekil 10.1: Türkiye Toprak Çeşitleri Haritası

Bozyiğit (2010) tarafından Konya Ovasının toprakları ve Sorunları irdelenmiştir. İrono-Turanien floristik yapıları ve Endemik (Anadolu Endemik) türleri Konya Ovası'nda yaygındır. Bu türler daha çok kurak ve çorak bölgelerde yer almaktadır. Kurakçıl Çalı ve orman vejetasyonu Konya Ovası dağ yamaçlarında görülmektedirler. Alçak dağ stepleri ova ile orman arasındaki bölgelerde antropojen etken sebebi ile ortaya çıkmaktadır. Ova bölgesinde genellikle çorakçıl bitkiler görülmektedir. *Salvia cryptantha*, *Artemisia santocium* ve *Astragalus microcephalus* Konya bölgesinde eski göl yatağı civarında bulunan türlerdir. Bunların aralarında *Trigonella moantha* ile *Alyssum strigasum* gibi flora'da mevcuttur. Bunlar tek ve çok yıllık bitkilerden meydana gelmektedirler. Kara yavşan türü olarak adlandırılan flora rüzgar erozyonuna maruz kalan kesimlerde görülmektedir. *Juncus maritimus* ve *Atropis distands* bataklık bölgelerinde ortaya çıkmaktadırlar. Bunlarla birlikte, *Plantago crassifolia*, *limonium globulifera*, *Salsola inermiş* tarzı çorakçık bitkiler ve *Cladium mariscus* gibi tatlı suyu seven bitkiler bulunmaktadır. (Çetik, 1985:78). *Frankenia hirsuta*, *Limonium iconia* ile çorakçıl türler Aslım, Kaşınhan bataklıklarında yoğun şekilde bulunmaktadır. Su ve tuzun yoğun olduğu bataklık kısımlarında ise *Halocneum strobilaceum* yoğun olarak yer alan türdür.

Tozlanma etkileri değerlendirilirken etken toprak çeşitleri genel olarak değerlendirilmiştir. Konya ova bölgesinde genellikle çorakçıl bitkiler görülmektedir ve

toprak ise kırmızımsı kahverengi topraklar yer almaktadır. Toprak içeriği ile ilgili analiz gerçekleştirilmemiştir.

10.2. Tozlanmanın Sistem Üzerindeki Olası Etkileri

Tozlanma toprak ve iklim ile bağlantılı olarak ortaya çıkmaktadır. Bazı bölgelerde iklim ve yağış yapısından dolayı düşük seviyede, bazı bölgelerde ise daha üst seviyelerde olabilmektedir. Güneş enerjisi santrallerinde tozlanma hem ürünler üzerinde hem de elektrik üretimi üzerinde olumsuz etkilere sahip olmaktadır. Şebekeye bağlanmış bir PV sisteminin performans yüzdesi sistemin AC çıkışında üretilen enerjinin Standart Test Koşulları – (1,000 W/m² ışınım değeri, 25° Solar hücre sıcaklığı ve Air Mass – AM (Hava Kütle) 1,5 Güneş Spekturumu altında sistemdeki PV paneller tarafından üretilen enerjiye oranıdır.)

Performans Oranı = Üretilen Enerji / Referans Enerji

Performans Oranı = Üretilen Enerji / (Solar Işınım x Üreteç Alanı x Modül Verimi)

Deng ve ark. (2015) tarafından güneş panellerinde 50 °C sonrası her 1 °C artışında yaklaşık % 0.4 performans kaybının olduğu analiz edilmiştir. Yapılacak sistemde olası soğutma ve sprej sistemi ile verim üzerinde ortalama % 7.7 artış sağlanabilmektedir (Nizetic', ve ark. 2015). Teorik olarak Güneş Enerjisi sistemlerinde gölgelenme için % 7; Tozlanma için % 2; Yansıma için % 2,5; Spektrum için % 1; Işınım için % 1.5; Sıcaklık için % 4,6; DC Kablo kayıpları için % 1, Evirici için % 3, AC Kablo Kayıpları için % 0,5 kayıpları göz önüne alınmaktadır. Tozlanma güneş kolektörlerinde güç kaybına sebep olmaktadır. Toz birikmesi kolektörlerde yalnızca sistemi etkilemez, özel gücü de (kwh / m3) etkiler. Toz birikmesi ile sistemde pompalama gücünde de azalma olur (El-Nashar, ve ark. 2007). Tozlanma ile etkilerde güneş enerjisi sistemlerinde dikkate alınması gereken önemli bir parametre olarak ön plana çıkmaktadır. Bu doğrultuda sistemlerin kurulmadan önce toz ile ilgili analizlerini yapmaları temizlik ile ilgili sistemlerin ve çalışmaların yapılıp yapılmayacağının kararlaştırılması performansı artırmak için çok önemlidir. Uluslararası yayımlanmış olan IEC60068-2-68: 1994 ve DIN En 60068-2-68 LC21996 çevresel ve havadaki toz ve kumların etkilerini belirleme standart içerikleri ile sistemler değerlendirilmektedir.(Sarver, ve ark. 2013)

11. KONYA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİNDE 1 MW GES TOZLANMA ETKİLERİ

11.1. Tozlanmanın Paneller Üzerinde Oluşturduğu Etkiler

Tozlanma ile ilgili daha öncesinde birçok çalışma Orta Doğu⁸ ve Hindistan bölgesi için yapılmıştır. Bu tez çalışmasında ise Konya Organize Sanayi bölgesinde kurulan 1 MWp gücündeki santral için tozlanma etkileri değerlendirilmiştir. Güneş Enerjisi sistemleri maksimum verim almak üzerine tasarlanmaktadır. En yüksek verime ulaşmak için tasarımda esneklik sağlamak gerekebilir. Fotovoltaik sistemlerde toz özelliklerini iki temel faktör belirler. Yerel çevre doğanın etkilediği alanlara özgü faktörleri etki etmektedir. Bunlar insan faaliyetleri, çevre özellikleri, bitki örtüsü ve hava koşullarıdır.⁹ Ketjoy ve ark. (2013) tarafından yapılan toz değerlendirmesinde 7, 30 ve 60 günlük periyotlarda paneller üzerindeki toz birikimleri değerlendirilmiştir. Sistem üzerindeki toz türleri ve içerikleri değişken hava koşulları ve sürekli takip gerekliliği açısından, Konya bölgesine ait toprak ve toz türlerinin paneller üzerinde de olduğu varsayılmıştır. Panel temizliği aşamasında yapılan çalışmada panel üzerinde biriken toz içerikleri ile ilgili herhangi bir laboratuvar analizi yapılmamıştır. Panellerde biriken tozlar tartılarak ortalama panellerde 7 gün sonunda 55 mg, 30 gün sonunda 260 mg, 60 gün sonunda ise 425 mg toz biriktiği tespit edilmiştir.

Catelani ve ark. (2015) tozlanmanın maksimum güç noktasına etkilerini analiz etmişlerdir. Tozlanan paneller, güneş enerjisi üretim tesislerinde performans kaybına sebep olacaktır. Güneş panellerinde modüllere ulaşan ışınım miktarına, yüzeyin kirlenmesi veya panel üzerinin kar ile dolması kayıplara sebep olmaktadır. Bu kayıplar tozun cinsine, yağmur sonrası panel üzerindeki tozların durumu ile orantılı olarak değişmektedir. Mejia ve ark. (2013) tarafından yapılan toz etkilerinin sistem üzerindeki etkileri değerlendirmesinde kayıp oranının % 7.2 ile % 5.6 oranları arasında olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Yine aynı şekilde çöl bölgelerinde sistemler üzerinde yapılan

⁸ Monto M, Rohit P. Impact of Dust on Solar Photovoltaic (PV) Performance: Research Status, Challenges and Recommendations. 2010; **14** :3124-3131. DOI: [10.1016/j.rser.2010.07.065](https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.065)

El-Nashar A. Effect of dust deposition on the performance of a solar desalination plant operating in an arid desert area. *Solar Energy* 2003; **75** : 421-431. DOI: [10.1016/j.solener.2003.08.032](https://doi.org/10.1016/j.solener.2003.08.032)

Garg H. Effect of Dirt on Transparent Covers in Flat-plate Solar Energy Collectors. *Solar Energy* 1974; **15** : 299-302. DOI: [10.1016/0038-092X\(74\)90019-X](https://doi.org/10.1016/0038-092X(74)90019-X)

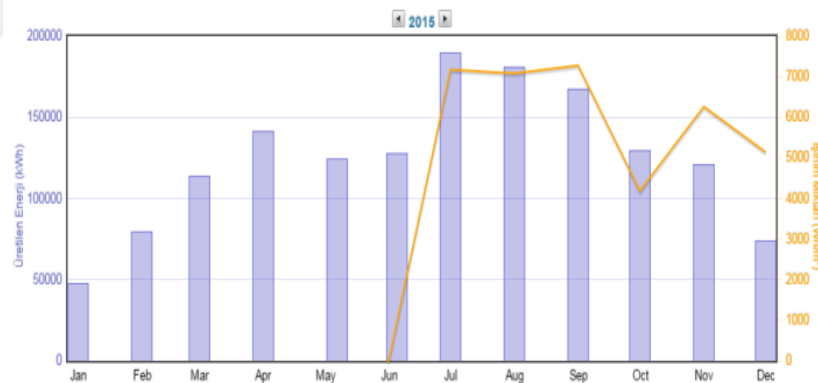
⁹ Impact of dust on solar photovoltaic (PV) performance: Research status, challenges and recommendations / Monta Mani, Rohit Pillai – 07/06/2010

araştırmalarda tozlanmanın çok yoğun olması sebebi ile kayıpların % 15'e kadar ulaşabildiği analiz edilmiştir. (Fuentelba, ve ark. 2015) Weber ve ark. (2013) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise yağmursuz günlerde ve panellerde temizlik yapılmadığı 60 gün içerisinde % 15 verim kaybı olduğu analiz edilmiştir.

Yoğun kar alan bölgelerde, sistem çıkışlarında karlanmadan dolayı kayıplar meydana gelmektedir. Yapılan araştırmalarda kar yağışının % 3.5 ile % 1 arasında enerji kaybına sebep olduğu grlmştir. (Andrews, ve ark. 2013)

11.2. Panel Temizliği ncesi Elektrik retim Verileri

Panel temizlik süreci 2016 yılı süreci içerisinde 1 yıl süre ile her hafta uygulanmıştır. İki grup panel serisinin bir kısmında herhangi bir temizlik faaliyeti yapılmamış olup diğer grupta ise her hafta temizlik gerçekleştirilmiştir. Panel temizliğinin etkileri izlenmeden önce yani 2015 yılına dair üretim verileri santral için kurulmuş olan ve invertrlerden verileri çeken sistemimizde Şekil 11.1.'deki gibi kayıt edilmiş ve izelge 11.1'deki üretim değerleri gerçekleşmiştir.

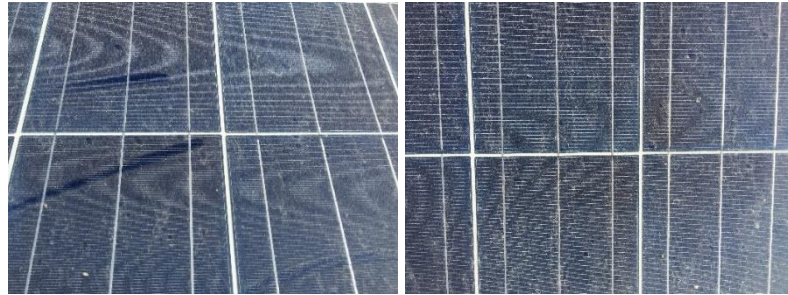


Şekil 11.1: 1 MWp GES 2015 retim Grafiği

Çizelge 11.1 1 MWp GES 2015 Üretim Değerleri

Aylar	Elektrik Üretimi (kWh)
Ocak	2079.49
Şubat	79383.66
Mart	113617.63
Nisan	141375.53
Mayıs	124273.21
Haziran	127720.6
Temmuz	189659.6
Ağustos	180927.81
Eylül	167352.73
Ekim	129424.97
Kasım	120785.32
Aralık	73833.17
TOPLAM-2015	1,450,433.72

2016 yılı içerisinde panellerin tozlanma süreçleri izlenmiştir. Paneller üzerindeki tozlanma toprak, kil ve fabrikaların baca tozundan kaynaklanmaktadır. Yapılan izlenimlerde tozlanmanın paneller üzerinde tamamen kaldığı gözlemlenmiştir. Şekil 11.2.'de panellerin tozlanması sonrasındaki durumu fotoğraflanmıştır.



Şekil 11.2: Yağış öncesinde Paneller Üzerindeki Tozlanma

Yağışlı günlerde ise bu tozlanmanın tamamen kaybolmadığı yağmur damlası şeklinde tozların halen paneller üzerinde kaldığı gözlemlenmiştir. Şekil 11.3.'te yağış sonrası panel grubunun durumu fotoğraflanmıştır.



Şekil 11.3: Yağış sonrasında Paneller Üzerindeki Tozlanma

Meteorolojik toz taşınımları, kuru ve yaş toz çökmeleri, Endüstriyel hava kirliliği sonucu is ve kurum, Stabilize yolların tozu ve egzoz gazı ve kuş pislikleri bu tozlanmaya sebep olan en büyük etkenlerdir. Tesisin kurulu olduğu alan Nem ile ilgili olarak bir verim kaybı olmadığı için tozlanma performans üzerinde en önemli etkiye sahip olduğu saptanmış ve bu doğrultuda tozlanmanın etkileri değerlendirmeye alınmıştır. Şekil 11.4.'te temizlenmemiş panel grupları fotoğraflanmıştır.



Şekil 11.4: Konya OSB Temizlik Yapılmamış Güneş Panelleri

PV sistemlerde güneş ışığı alan güneş panellerinin uç bölgelerinde DC üretilmektedir. Güneş panelleri üretim değerleri, üretim sırasında ortaya çıkan güç ile belirlenmektedir. Güneş Enerjisi sistemlerinde en büyük amaç en yüksek verimliliği yakalayarak, bakım ve maliyet giderlerinin en aza indirilmesi olup bu doğrultuda da çalışmalar yapılmıştır.

11.3. Panel Temizliği Süreci

Yapılan araştırmalar ile panel temizliğinin manuel veya robotik şekilde yapılabileceği görölmüştür. İlk planda sürecin performansa etkisi değerlendirileceği için kurulum maliyetleri çok yüksek olan robotik sistem yerine manuel temizleme yöntemi tercih edilmiştir.

Deterjan kullanarak su ile temizleme yöntemi en çok kullanılan seçenektir. Su geri dönüşüm mekanizmasının kullanılması tüm temizleme sisteminin verimliliği artıran husustur (Sayyah, ve ark. 2014).

Panel temizliği saf su ile (De İyonize) yapılması gerekmektedir. Panel temizliğimiz sürecinde öncelikle bu konuda Konya OSB saf arıtma suyunun kullanımına karar verilmiştir. Süreç başlangıç tarihi olarak 01.01.2016 tarihi belirlenmiştir. Saf suyun yanında temizlik sonrasında paneller üzerinde tozu en uzun süre uzak tutacak ve panellerde korozyona, mikro çatlamaya ve kırılmaya sebep olmayacak kimyasal ürün araştırması yapılmış ve bu doğrultuda Unifab Limes X ürünü tercih edilmiştir. Temizlik sürecinde kullanılan ürün şekil 11.5.'te fotoğraflanmıştır.



şekil 11.5: Konya OSB 1 MW GES Toz Uzaklaştırıcı Temizlik Malzemesi

Saf suyun (De İyonize) iletkenliği çok azdır. Aynı şekilde temizlik sürecinde kullanılan karbon fiber uzatma borularının da iletkenliği çok azdır. Bu durum verimli bir temizliğin yapılmasına imkân sağlamaktadır. Temizlik sürecinde panellerin kırılmasının engellemek ve düşme riskini yok etmek için uzatma boruları kullanılmıştır. Bununla birlikte panellerin üzerine basılmamasına hassasiyet gösterilmiştir, çünkü bu gibi durumlar mikro çatlaklara sebebiyet vermektedir. Bu çatlaklar yüzünden yağmur ve kar

suyu ile birlikte temizlik suyu kaçabilir. Bu durum panellere dolayısı ile santrale ciddi zarar verecektir. Olası çatlakları incelemek için termal kameralarda kullanılabilir.

Santralimiz her hafta başında De İyonize Saf Su ve uygun malzeme ile temizlenmiştir. Kuyu suyu ve taşıma suyu tercih edilmemiştir çünkü bu su tipleri korozyona sebep olmakta ve ekipmanların ömrünü kısaltmaktadır.

Panellerin temizliğinde solar fırçalar kullanılmıştır. Şekil 11.6.'da panellerin temizlik sürecine dair bir fotoğraf gösterilmektedir.



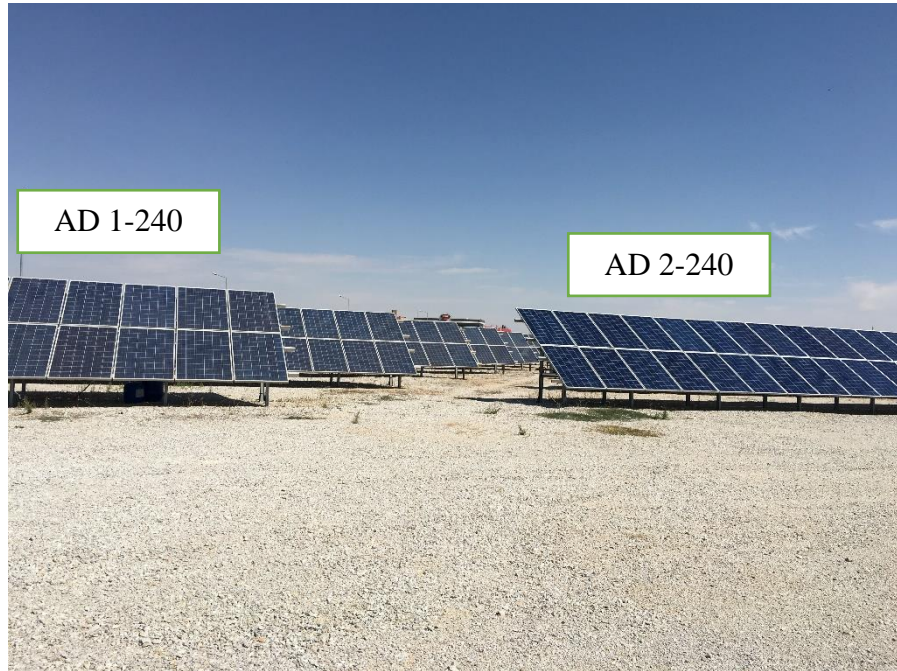
Şekil 11.6: Temizlik Çalışmaları

AD 1-240 (20 kWp) ve AD 2-240 (20 kWp) serisi üzerinden AD 2-240 üzerinde temizlik çalışmaları yapılırken AD 1 – 240 grubu üzerinde temizlik çalışmaları karşılaştırma yapılması için yapılmamıştır. Temizlik süreci 2016 yılı sonuna kadar devam etmiştir. Şekil 11.7.'de temizlik sonrası panellerin durumu gösterilmektedir.



Şekil 11.7: Temizlik Sonrası Güneş Panelleri

Şekil 11.8.'de görüleceği üzere temizlik yapılan panel grubu yapılmayan gruba göre çok daha temiz ve üretim açısından avantaj elde edeceği gözükmemektedir. Fakat bu analizdeki hedef performans artışının otomatik veya manuel temizlik maliyetlerine karşı kabul edilecek düzeyde olup olmaması üzerine kurgulanmış ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bu doğrultuda panel gruplarının üretim verileri takip edilmiş ve karşılaştırılmıştır.



Şekil 11.8: Temizlenen ve Temizlenmeyen Grupların Görünümleri

11.4. Tozlanmanın oluşturduğu performans kayıpları

Temizlik sürecinde performans verileri AD2-240 ve AD1-240 gruplarında sisteme bağlı ve invertör üzerindeki üretim verilerini okuyan Solar Log sistemi üzerinden takip edilmiştir. Temizlik sürecinde invertörler üzerindeki anlık verilerde takip edilmiştir. Temizlik yapılan grup 20 KWp gücüne sahip olup invertör kayıpları dolayısı ile maksimum çıkış gücü 17,5 kWp gücündedir. Temizlik sonrasında anlık olarak okunan üretim değeri 14,81 kWp olarak kayıt altına alınmıştır. Şekil 11.9.'da temizlik yapılan panel grubunda anlık üretim değeri gösterilmektedir.



Şekil 11.9: AD 2-240 Grubu Anlık Üretim Değeri

Temizlik yapılmayan grupta aynı şekilde 20 KWp gücüne sahip olup invertör kayıpları dolayısı ile maksimum çıkış gücü 17,5 kWp gücündedir. Temizlik sonrasında anlık olarak okunan üretim değeri 14,23 kWp olarak kayıt altına alınmıştır. Panel grupları aynı açı ile kurulumları yapılan aynı panel kullanılan ve aynı düzlemde bulunan panel gruplarıdır. Şekil 11.10.'da temizlik yapılmayan panel grubunda anlık üretim değeri gösterilmektedir.



Şekil 11.10: AD 1-240 Grubu Anlık Üretim Değeri

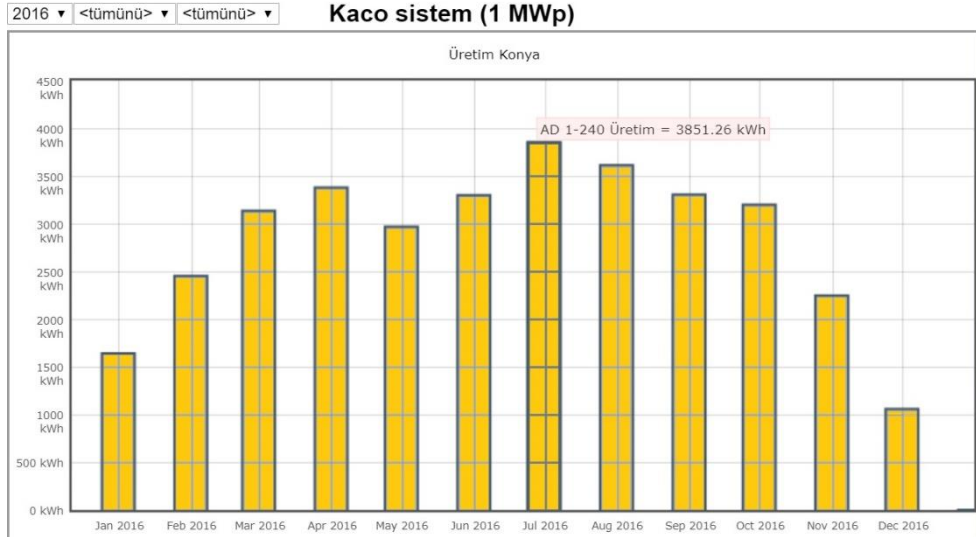
İki panel grupları arasındaki anlık okunan değerlerde panel temizliğinin + % 3,92 performansa katkısının olduğu gözlemlenmiştir. İki panel grubunun senelik olarak üretimleri ise şu şekilde gerçekleşmiştir. Çizelge 11.2’de temizlik yapılan ve yapılmayan panel gruplarının aylık elektrik üretim değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 11.2. 2016 Yılı Temizlenen & Temizlenmeyen Grup Üretim Verileri

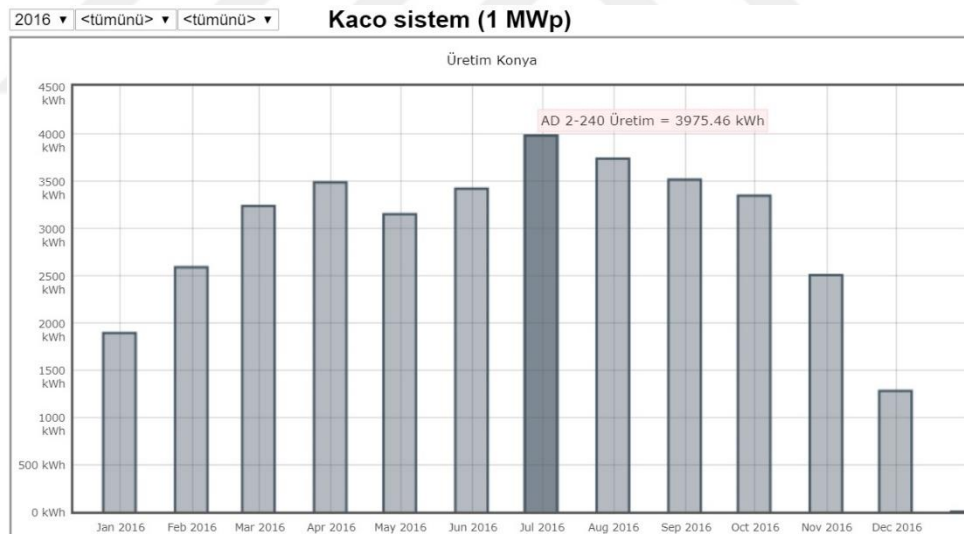
Üretim yılı	Elektrik Üretimi(kWh)	
	2016	AD-1 240 AD-2 240
Ocak	1.641,88	1.888,02
Şubat	2.452,02	2.584,46
Mart	3.133,14	3.230,05
Nisan	3.379,78	3.480,12
Mayıs	2.967,46	3.143,31
Haziran	3.299,15	3.414,27
Temmuz	3.851,26	3.975,46
Ağustos	3.611,60	3.731,74
Eylül	3.306,07	3.510,69
Ekim	3.198,46	3.339,45
Kasım	2.245,42	2.500,44
Aralık	1.057,37	1.275,89
TOPLAM		
(kWh)	34.143,61	36.073,90

2016 yılında ortaya çıkan üretim verileri ile temizlik yapılan panellerde temizliğin performansı artırdığı gözlemlenmiştir. Paneller aynı iklim şartlarında ve aynı lokasyonda bulunduğu göz önüne alınırsa yüzdesel performans artışı bütün sisteme yansıtılabilir.

Şekil 11.11.'de turuncu ile gösterilen üretimler AD 1-240 panel grubu (Temizlik yapılmayan), gri renk ile gösterilen Şekil 11.12.'de ise AD 2-240 panel grubuna (Temizlik yapılan), elektrik üretimlerini göstermektedir.



Şekil 11.11: AD 1-240 (Temizlik Yapılmayan) Aylık Üretilen Enerji



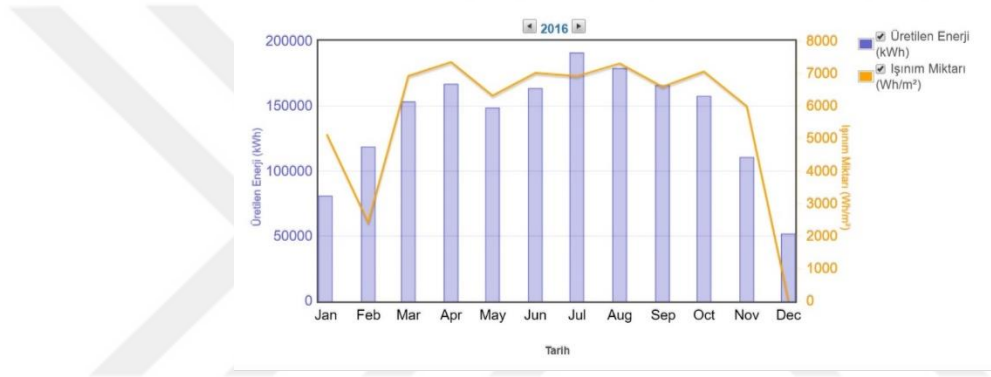
Şekil 11.12: AD 2-240 (Temizlik Yapılan) Aylık Üretilen Enerji

AD-2 240 (Temizlik yapılan grup) üretiminin AD-1 240 (Temizlik yapılmayan) üretiminden 1930,29 kwh fazla üretimin olduğu ortaya çıkmıştır. Toplamda temizlik yapılan grupta % 5,65 performans artışının olduğu görülmüştür. Bu performans artışının bütün sisteme etkisi bütün sisteme temizlik yapılması durumunda +% 5,65'e çıkabileceği tahmin edilmektedir.

Bouraiou, ve ark. (2015) tarafından yapılan benzer çalışmada ise performans kaybı % 5.1 olarak ortaya çıkmıştır.

11.5. Üretim Verilerin Karşılaştırılması

Temizlik yapılan ve yapılmayan panel gruplarında ortaya % 5,65 performans artışı ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda öncelikle bütün sistemin 2016 yılı üretim verileri ele alınmıştır. Şekil 11.13.'te 1 MWp GES 2016 yılı üretim değerleri gösterilmektedir.



Şekil 11.13: Konya OSB 1 MWp GES 2016 Yılı Üretimi

2016 yılında sistemin üretim verileri Çizelge 11.3'deki gibi gerçekleşmiştir.

Çizelge 11.3: 2016 1 MWp GES Üretim Verileri

Aylar	Üretim verileri Toplam (2016 Yılı)
Ocak	80.795,51
Şubat	118.527,47
Mart	153.117,73
Nisan	166.696,29
Mayıs	148.389,42
Haziran	163.403,88
Temmuz	190.661,40
Ağustos	178.714,44
Eylül	165.736,96
Ekim	157.466,10
Kasım	110.498,79
Aralık	51.773,07
TOPLAM	1.685.781,06

Panel gruplarında yapılan analiz sonrasında ortaya çıkan % 5,65 performans artışı üretimde Çizelge 11.4'teki farkı ortaya çıkaracaktı. Çizelge 11.4'te ortaya çıkacak toplam performans artışının elektrik üretimine nasıl yansıtacağı gösterilmiştir.

Çizelge 11.4: 2016 1 MWp GES Üretim Verileri (Olası Temizlik Süreci Uygulansaydı)

<u>Olası Performans Artışı</u>
85.363,24
125.228,35
161.774,16
176.120,37
156.778,53
172.641,83
201.440,34
188.817,96
175.106,81
166.368,36
116.745,78
54.700,03
<u>1.781.085,75</u>

Performans artışı ile sistemin 95,304 kWh daha fazla üretim yapacağı ön görülmektedir. Bu performans artışı sistemde önemli bir pozitif etkiye sahip olacağı görülmektedir. Elektrik satış fiyatı olan 0,133 \$ birim fiyatı üzerinden değerlendirildiğinde 12,675 \$ gelir artışı olacağı ön görülmektedir.

11.6. Finansal Kayıplar ve Analizler

Bölüm 7 altında yapılan finansal analiz verileri yeni üretim değerleri ile yeniden güncellendiğinde tesisin iç verim oranı % 7,88'e ulaşmaktadır. Proje finansal olarak daha verimli bir hale gelmektedir. 95,304 kWh daha fazla üretim ile 12,675 \$ gelir artışı olacağı ön görülmüştür. Yıllık otomatik olmayan bakım maliyetlerinin de 5,000 \$ dolar olacağı düşünülürse senelik tesis için 7,675 \$ gelir artışı olacaktır, fakat bu performans verileri daha da artırılabilir. Çünkü haftalık yapılan temizlik süreci günlük veya otomatik sistem kullanımı tercih edilirse daha fazla olacağı gözükmektedir. Daha büyük sistemlerde % 5,65 performans artışının çok daha önemli olduğu ve dikkat edilmesi gereken bir konu olduğu gözden kaçmamalıdır. Fizibilite çalışmalarında her olası üretim kayıplarından kaçınmak hem de tesislerin ekonomik olarak kayıplarını engellemek adına gerekli çalışmalar ve değerlendirmeler yapılmalıdır.

12. SONUÇ VE ÖNERİLER

12.1. Sonuçlar

Konya OSB’de kurulan 1 MW Gücündeki Güneş Enerjisi sistemi teknik değerlendirme ve finansal değerlendirmeleri, yatırım yapılmadan önceki süreçleri ve finansal girdi, çıktıları göstermektedir. Yapılan fizibilite çalışmalarının yaklaşık % 95 güven aralığında olduğu sonucuna gerçekleşen üretim verileri doğrultusunda ulaşılmıştır. Türkiye’de Güneş Enerjisi sistemleri elektrik üretimi noktasında yeni bir ivmelenme içerisindedir. Panel, Evirici ve kablo üreticileri yerli olmadığından, yatırım maliyeti ve geri dönüş süreleri Avrupa ülkeleri ve uzak doğu ülkelerine göre daha uzundur. Bunun yanında devletin belirlediği alım fiyatı da Avrupa ülkelerine göre çok daha düşüktür.

Tez çalışmasında bir yıl boyunca yapılan tozlanma değerlendirmesi için her mevsimde ve hava koşullarında çalışmalar periyodik aralıklarla sürdürülmüştür. Belirli koşullarda doğal temizlik ortamı oluşturan yağmur yağması gibi mevsim koşulların panel temizliği üzerinde çok önemli bir avantaj sağlamadığı da tespit edilmiştir. Diğer taraftan kış mevsiminde paneller üzerinde kalan kar kütleleri ise elektrik üretiminin tamamen kesildiği süreçleri içermiş olması nedeni ile panel temizliği açısından elektrik üretimine olan etkisi değerlendirilememiştir. Yapılan fizibilite çalışması ve gerçekleşen üretim değerlerinin karşılaştırılması ile yapılan proje öncesi çalışmalarının ve kullanılan simülasyon programının ± 5 'lik bir sapma gösterebileceğini ortaya koymuştur. Yapılan finansal analizde de ± 5 verileri göz önüne alınmış ve projenin karlılık oranı ve projenin olası riskleri değerlendirilmiştir. Fizibilite çalışmalarında olası üretim kayıpları ve arızalar IRR analizi içerisinde göz önüne alındığında teknik ve finansal kayıplar en aza indirileceği görülmüştür. Tez sonucunda iç verim değerimiz temizlik öncesinde yüzde % 7,01 temizlik sonrasında ise % 7,88 olarak hesaplanmıştır. Bu durum temizlik sonrasında projenin karlılığını da artırmaktadır. Bu tez çalışması sonucunda en ekonomik olan panel temizliği sürecinin hem temizleme masrafları hem de üretim değerleri göz önünde alındığında haftalık olarak yapılan temizlik çalışmalarının panel temizliği için yeterli olduğu sonucu elde edilmiştir. Fakat otomatik temizlik sistemlerin de daha büyük sistemlerde değerlendirilebilir olacağı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Güneş enerjisinde elektrik üretiminde proje için ek gelir getirebilecek karbon emisyonun azaltımı kazancıda finansal getiriler bakımından ayrıca iç verim oranını arttırdığı analiz edilmiştir. Karbon gelirleri ile birlikte iç verim oranının %8.5 e kadar çıktığı analiz edilmiştir. Ton başına

karbon gelirinin 2 Dolar olacağı düşünülduğünde iç verim oranı %8,05'e yükselmektedir. Ton başına karbon geliri 7 Dolar olarak değerlendirildiğinde ise iç verim oranı %8,49'a ulaşmakta ve sisteme önemli bir ekonomik katkı sağlayacağı gözükmektedir.

12.2. Öneriler

Ülkemizin dış kaynaklara bağımlılığının azaltılması, çevreye karşı hiçbir zararı bulunmayan yenilenebilir bir enerji kaynağı olan Güneş Enerjisi sistemlerini daha çok önemsemesi ülkemizin katkısına olacaktır. Güneş Enerjisi projelerinde bugüne dek çok dikkate alınmayan tozlanma etkilerinin dikkate alınması daha verimli projelerin hayata geçmesine katkıda bulunacaktır. Kullanılan simülasyon programlarının birçoğunda dikkate alınmayan tozlanma etkisi de dikkate alınarak çok daha sağlıklı üretim tahminleri elde edilebilecektir. Tozlanma ile ilgili yapılan değerlendirmelerde mevsimler koşullar ve temizlik frekansı göz önüne alınmalı bu doğrultuda üretim verileri takip edilmelidir. Ekonomik süreçlerin değerlendirilmesinde ise doğru ve en yakın elektrik üretim değerine ulaşmak, doğru gelirleri tahmin açısından kilit noktada önem arz etmektedir. Gelecekte burada önemi vurgulanan konular dikkate alınarak panellerin temizlik süreci optimizasyonu gerçekleştirilerek panel temizliği için yapılması gereken masraflar azaltılabilir ve bu sayede de güneş santralinin iç verimlilik değeri yükseltilebilir.

KAYNAKLAR

Alsheghri, A., Sharief, S.A, Rabbani, S., Aitzhan, N.Z., 2015, Design and Cost Analysis of a Solar Photovoltaic Powered Reverse Osmosis Plant for Masdar Institute, The 7th International Conference on Applied Energy – ICAE2015

Andrews, Rob W., Pollard, A., Pearce, Joshua M., 2013, The effects of snowfall on solar photovoltaic performance, Department of Mechanical and Materials Engineering, Queen’s University, Canada & Department of Materials Science and Engineering and Department of Electrical and Computer Engineering, Michigan Technological University, USA

Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., Filis, G., 2015, Energy Consumption, CO2 Emissions, and Economic Growth: A Moral Dilemma

Bendato, I., Cassettari, L., Mosca, M., Mosca, R., 2015, A design of experiments/response surface methodology approach to study the economic sustainability of a 1 MWe photovoltaic plant

Bianchini, A., Gambuti, M., Pellegrini, M., Saccani, C., 2015, Performance analysis and economic assessment of different photovoltaic technologies based on experimental measurements

Bouraiou, A., Hamouda, M., Chaker, A., Mostefaoui, M., Lachtar, S., Sadok, M., Boutasseta, N., Othmani, M., Issam, A., 2015, Analysis and evaluation of the impact of climatic conditions on the photovoltaic modules performance in the desert environment

Bozyiğit, R., 2011, Konya Ovasının Toprakları ve Sorunları, Marmara Coğrafya Dergisi Sayı:24, S. 169-200 İSTANBUL – ISSN: 1303 – 2429

Bustos, F., Toledo, A., Contreras, J., Fuentes, A., 2015, Sensitivity analysis of a photovoltaic solar plant in Chile

Catelani, M., Ciani, L., Cristaldi, L., Faifer, M., Lazzaroni, M., 2013, Electrical performances optimization of Photovoltaic Modules with FMECA approach

Cristaldi, L., Faifer, M., Rossi, M., Toscani, S., Catelani, M., Ciani, L., Lazzaroni, M., 2014, Simplified method for evaluating the effects of dust and aging on photovoltaic panels

Darwish, Z.A., Kazem, H.A., Sopian, K., Al-Goul, M.A., Alawadhi H., 2014, Effect of dust pollutant type on photovoltaic performance – 26 August 2014

Deng, Y., Quan, Z., Zhao, Y., Wang, L., Liu, Z., 2015, Experimental research on the performance of household-type photovoltaic–thermal system based on micro-heat-pipe array in Beijing

Devabhaktuni, V., Mansoor, A., Depuru, R., Green, Robert C., Nims, D., Near Craig, 2012, Solar energy: Trends and enabling Technologies

Djurdjevic, D.Z., 2011, Perspectives and assessments of solar PV power engineering in the Republic of Serbia

El-Nashar, Ali M., 2007, Seasonal effect of dust deposition on a field of evacuated tube collectors on the performance of a solar desalination plant

Fuentealba, E., Ferrada, P., Araya, F., Marzo, A., Parrado, C., Portillo, C., 2015, Photovoltaic performance and LCoE comparison at the coastal zone of the Atacama Desert, Chile

Ketjoy, N., Konyu, M., 2013, Study of Dust Effect on Photovoltaic Module for Photovoltaic Power Plant- School of Renewable Energy Technology, Naresuan University, Mueng District, Phitsanulok 65000, (Thailand)

Khan, J., Arsalan, M.H., 2015, Solar power Technologies for sustainable electricity generation – A review

Mani, M., Pillai, R., 2010, Impact of dust on solar photovoltaic (PV) performance: Research status, challenges and recommendations

Mejia, F., Kleissl, J., Bosch, J. L., 2013, The effect of dust on solar photovoltaic systems

Niz'etic', S., C'oko, D., Yadav, A., Grubišić'-C'abo, F., 2015, Water spray cooling technique applied on a photovoltaic panel: The performance response

Özcan, M., Yağci, M.Alver., V. Scientia, Iranica., 2017, Transaction B, Mechanical Engineering; Tehran Vol. 24, Iss. 6, (2017): 2856-2863

Parida, B., Iniyan, S., Goic, R., 2011, A review of solar photovoltaic Technologies

Saint-Drenan, Y.M., Bofinger, S., Fritz, R., Vogt S., Good G.H., Dobschinski J., 2015, An empirical approach to parameterizing photovoltaic plants for power forecasting and simulation, Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology, Koenigstor 59, 34119 Kassel, Germany

Sarver, T., Al-Qaraghuli, A., L.Kazmerski, L., 2013 , A comprehensive review of the impact of dust on the use of solar energy: History, investigations, results, literature, and mitigation approaches

Sayyah, A., Horenstein, Mark N., Mazumder, Malay K., 2014, Energy yield loss caused by dust deposition on photovoltaic panels, Department of Electrical and Computer Engineering, Boston University, Boston, MA 02215, United States.

Üçgül, İ., Tüysüzoğlu, E., Yakut, MZ., 2014, PV Çatı Uygulaması için Enerji Hesaplaması ve Ekonomik Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, 32260, Isparta

Visconti, P., Costantini, P., Orlando, C., Lay-Ekuakille, A., Cavalera, G., 2015, Software solution implemented on hardware system to manage and drive multiple bi-axial solar trackers by PC in photovoltaic solar plants

Weber, B., Quiñones, A., Almanza, R., Dolores, D.M., 2013, Performance Reduction of PV Systems by Dust Deposition, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), C.P. 05130, Toluca, México



EKLER

EK-1 1 MW GES Temizlik Öncesi İç Verim Analizi (1 Sayfa)

EK-2 1 MW GES Temizlik Sonrası İç Verim Analizi (1 Sayfa)



EK-1 1 MW GES Temizlik Öncesi İç Verim Analizi

1MW Solar Energy Plant IRR Analyse Before Cleaning												
Energy Saved (kwh/year) 1.520.000												
		Year 1		Year 2		Year 3		Year 4		Year 5		
Capacity & Production		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Energy Saving (Kwh/year)	-	-	1.520.000	1.479.173	1.468.819	1.458.537	1.448.327	1.438.189	1.428.121	1.418.125	1.408.198	1.398.340
Revenues												
Price (TL/Kwh)	-	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293
Sales Revenues (TL)	-	-	436.453	433.398	430.364	427.351	424.360	421.389	418.440	415.511	412.602	409.714
Costs of Goods Sold												
General Production Expenses	-	-	2.471.065	2.037.668	1.607.304	1.179.953	755.593	334.203	(84.236)	(499.747)	(912.349)	(1.322.062)
Operations&Maintenance	-	-	5.518	5.518	5.518	5.518	5.518	5.518	5.518	5.518	5.518	5.518
Depreciation	-	-	2.465.547	2.032.150	1.601.786	1.174.435	750.075	328.685	(89.754)	(505.265)	(917.867)	(1.327.580)
Total Investment Amount (TL)												
Machinery and Equipment (Inc. Installation)-O&M Not Included	2.902.000											
Income Statement (TL)												
Net Revenue	-	-	436.453	433.398	430.364	427.351	424.360	421.389	418.440	415.511	412.602	409.714
Cost of Operation (Incl. Opportunity Cost)	-	-	2.471.065	2.037.668	1.607.304	1.179.953	755.593	334.203	(84.236)	(499.747)	(912.349)	(1.322.062)
Gross Profit	-	-	(2.034.613)	(1.604.270)	(1.176.940)	(752.601)	(331.233)	87.186	502.676	915.257	1.324.951	1.731.775
General Admin Expenses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Income from Operations	-	-	(2.034.613)	(1.604.270)	(1.176.940)	(752.601)	(331.233)	87.186	502.676	915.257	1.324.951	1.731.775
EBITDA	-	-	430.935	427.880	424.846	421.833	418.842	415.871	412.922	409.993	407.084	404.195
EBITDA Margin	-	-	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Financing Expense	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Before tax income with previous losses deducted	-	-	(2.034.613)	(3.638.883)	(4.815.823)	(5.568.424)	(5.899.657)	(5.812.471)	(5.309.795)	(4.394.538)	(3.069.587)	(1.337.813)
Taxation on Income (20%)*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Net Income for the period	-	-	(2.034.613)	(1.604.270)	(1.176.940)	(752.601)	(331.233)	87.186	502.676	915.257	1.324.951	1.731.774
Cash Flow Statement (TL)												
Working Capital Requirement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Change in Trade Receivables	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Change in Trade Payables	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Change In Other Assets	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Change Liabilities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+ Addback depreciation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Investments	(580.400)	(2.321.600)	2.465.547	2.032.150	1.601.786	1.174.435	750.075	328.685	(89.754)	(505.265)	(917.867)	(1.327.580)
Equity	(580.400)	(2.321.600)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Debt - Loan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Debt Repayments	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bank Loans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cash Generated During the Year	-	-	430.935	427.880	424.846	421.833	418.842	415.871	412.922	409.993	407.084	404.194
Cumulative Cash Generated	-	-	430.935	858.814	1.283.660	1.705.494	2.124.335	2.540.207	2.953.128	3.363.121	3.770.205	4.174.399
Cash Flow to Equity	(580.400)	(2.321.600)	430.935	427.880	424.846	421.833	418.842	415.871	412.922	409.993	407.084	404.194
VER Revenues after tax												
Baseline EF	0,537											
Expected CO ₂ Reduction (tons)	-	-	817	795	789	784	778	773	767	762	757	751
Expected VER Revenue@ 2 US\$/ton - 4.42 TL	-	-	2.888	2.811	2.791	2.771	2.752	2.733	2.714	2.695	2.676	2.657
Expected VER Revenue@ 3 US\$/ton - 6.63 TL	-	-	4.332	4.216	4.186	4.157	4.128	4.099	4.070	4.042	4.014	3.986
Expected VER Revenue@ 5 US\$/ton - 11.05 TL	-	-	7.220	7.027	6.977	6.929	6.880	6.832	6.784	6.737	6.689	6.643
Expected VER Revenue@ 7 US\$/ton - 15.47 TL	-	-	10.109	9.837	9.768	9.700	9.632	9.565	9.498	9.431	9.365	9.300
Cash Flow with VER												
@ 2 US\$/ton VER - 4.42 TL	(580.400)	(2.321.600)	433.823	430.690	427.637	424.605	421.594	418.604	415.635	412.687	409.760	406.851
@ 3 US\$/ton VER - 6.63 TL	(580.400)	(2.321.600)	435.267	432.096	429.032	425.990	422.970	419.970	416.992	414.034	411.098	408.179
@ 5 US\$/ton VER - 11.05 TL	(580.400)	(2.321.600)	438.155	434.906	431.833	428.762	425.722	422.703	419.706	416.729	413.773	410.836
@ 7 US\$/ton VER - 15.47 TL	(580.400)	(2.321.600)	441.043	437.717	434.614	431.533	428.474	425.436	422.419	419.424	416.449	413.493
IRR Calculation without VER												
IRR - 10 Years	7,01%											
IRR Calculation with VER												
IRR - 10 Years												
@ 2 US\$/ton VER - 4.42 TL		7,1%										
@ 3 US\$/ton VER - 6.63 TL		7,2%										
@ 5 US\$/ton VER - 11.05 TL		7,4%										
@ 7 US\$/ton VER - 15.47 TL		7,5%										
	Without VER	@ 2 US\$/ton VER	@ 3 US\$/ton VER	@ 5 US\$/ton VER	@ 7 US\$/ton VER							
10 Years	7,01%	7,14%	7,21%	7,35%	7,49%							

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Furkan SADIKOĞLU
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya/1986
Telefon : +90 (539) 607 54 50
Faks :
e-mail : sadikoglufurkan@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Konya Karatay Anadolu Lisesi /KONYA	2005
Üniversite	: Fatih Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği İSTANBUL	2010
Yüksek Lisans :		
Doktora :		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2010-2011	Enerlab Enerji Ltd. Şti.	Proje Mühendisi
2011- 2012	Elisolar Aydınlatma Tek. Ltd. Şti.	Arge Mühendisi
2012 - 2014	Bureau Veritas Gözetim Hiz. Ltd. Şti.	Denetçi
2014 – 2017	KOS Müdürlüğü/ KOS Enerji A.Ş	Proje ve Yatırım Sorumlusu
2017 – Halen	Anco Yapı Enerji ve Danışmanlık Hizmetleri San. Tic. Ltd. Şti.	Danışman

UZMANLIK ALANI

Yenilenebilir Enerji Sistemleri, Güneş Enerjisi Uygulamaları, Rüzgar Enerjisi, Biyogaz, Çöp gaz Proje Denetimleri, LED Aydınlatma Sistemleri, Karbon Emisyon Azaltımı Projeleri, ISO 9001, ISO14001, ISO 14064 Sera Gazı Beyanı Denetçisi, Eğitimci ve Danışmanı, ISO 50001, ISO 31000, - ISO 14064-3 Sertifikalı Sera Gazı Beyanı Denetçisi, ISO 9001 İç Tetkikçi, EU-ETS Denetimleri, MRV, Alçak-Orta ve Yüksek Gerilim Elektrik Projeleri, Enerji projelerinde CDM, GS ve VCS Ekip Lideri, MRV Baş Doğrulayıcı / Teknik Uzman

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Ozcan, M., Endiz, M.S., Sadikoglu, F., May 2017, *Comparative Analysis Between Retscreen Modeling And Actual Results For 1 MW Grid Connected Photovoltaic Power Plant In Konya Organized Industrial Zone* – III. International Conference on Engineering and Natural Sciences Budapest

Ozcan, M., Endiz, M.S., and Sadıkoğlu, F., *Techno Economic Study of 1 MW Grid Connected Photovoltaic Power Plant in Konya Organized Industrial Zone* – International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET) ISSN 2277 – 4378

Sadıkoğlu, F., Özcan, M., Mayıs 2016, *2MW Güneş Enerjisi Santrali Gerçekleştirilmesi için Yapılan Fizibilite Çalışması* - EEB 2016 Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu Tokat TÜRKİYE