



The Potential of the PV Solar Energy on Kilis via an SEC Application

Mustafa Nalbantoğlu

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kilis, 79000

Ali Ziya Yapıcıoğlu

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kilis, 79000

İlhan Karabulut

ENERJİSA Toroslar Enerji Dağıtım, Kilis İl Müdürlüğü, Kilis, 79000

ABSTRACT

At the end of the past century, the excessive use of fossil fuels poses a threat on sustainable energy supply and the environment. As a result, the most of countries have turned to alternative, sustainable and renewable energy sources. Solar energy has ranked first in renewable energy sources. A lot projects have been carried out to determine local potentials in the world and in our country and to improve the use of them. Also investment for the use of these potentials is supported. In this study, the solar energy potential of the city of Kilis have been examined via the datum of a Solar Energy Central (SEC) is actively running. The plant has thirty eight Photo-Voltaic (PV) cells and about ten kilowatts electrical power rating. Annual solar energy potential of the city of Kilis has been displayed by using the datum for the plant in 2015. The obtained datum has been compared with that is given by ETKB. The solar energy potential on Kilis has been evaluated in terms of investment finally.

Keywords: Kilis, Solar Energy, Photovoltaic, Solar Energy Central,

Bir GES Uygulaması Üzerinden Kilis İli PV Güneş Enerjisi Potansiyeli

ÖZET

Geçtiğimiz yüzyılda, fosil yakıtların aşırı kullanımı sürdürülebilir enerji arzı ve çevre üzerinde tehdit oluşturmaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak ülkeler sürdürülebilir, alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Güneş Enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde ilk sırada bulunmaktadır. Dünyada ve ülkemizde yerel potansiyellerin belirlenmesi için ve bunların daha fazla kullanılması için projeler yürütülmektedir. Ayrıca bu potansiyellerin kullanılması için yatırımlar desteklenmektedir. Bu çalışmada, aktif olarak çalışmakta olan bir Güneş Enerji Santralin (GES) verileri üzerinden Kilis ilinin güneş enerji potansiyeli incelenmiştir. Bu tesis otuz sekiz adet Fotovoltaik (PV) panele ve yaklaşık 10KW güce sahiptir. Bu tesise ait 2015 yılı verileri kullanılarak Kilis ilinin yıllık Güneş Enerji potansiyeli gösterilmektedir. Elde edilen veriler Enerji Tabi Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) verileri ile karşılaştırılmaktadır. Sonuçta Kilis ilinin PV güneş enerji potansiyeli yatırım açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kilis, Güneş enerjisi, Fotovoltaik, GES

1 GİRİŞ

Son yüzyıldaki aşırı fosil yakıt kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan sera gazı salınımının çevre üzerindeki olumsuz etkileri dünyadaki yaşamı tehdit eder bir boyuta gelmiştir. Ozon tabakasının incelmeye, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri bu tehditlerin başında yer almaktadır. Bu durum Birleşmiş Milletlerde ele alınmış ve ilk aşamada 16 Eylül 1987 de "Montreal Protokolü" ortaya konmuştur. Kabul edilen ve daha sonra tanzim ve tadil edilmiş haliyle bu protokol Ozon Tabakasını incelten Maddelerle ilgilidir. Ayrıca 1988 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler tarafından "Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli" adı altında bir panel düzenlenmiştir. Yürütülen çalışmaların bir sonucu olarak 1992 yılında New York'ta Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) kabul edilmiştir. Aralık 1995 yılında Kyoto'da BMİDÇS 3. Taraflar Konferansında kabul edilmiş ve Kyoto Protokolü olarak isimlendirilmiştir. Kyoto Protokolü, şimdiye kadar 195 ülke tarafından imzalanmıştır. [1]. Bu protokol, imza atan ülkelere sera gazı salınımının azaltılması konusunda bazı yükümlülükler getirmektedir. Bu yükümlülüklerden ilki 2008-2012 yılı zaman diliminde sera gazı salınımını 1990'daki değerinin 5% altına çekilmesidir [2].

26 Mayıs 2009 yılında Kyoto Protokolüne taraf olan Türkiye'nin 2008-2012 yılları aralığında getirilmiş olan herhangi bir yükümlülüğü bulunmamaktadır [3]. Ancak aşağıda verilen 2015 yılı Ekim ayı itibarı ile Türkiye'de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü'nün (EEKG) 2004 yılı sonrası artışını detaylı olarak sunulduğu Tablo 1 verilerine göre ülkemizin EEKG büyüklüğü 2004 yılı sonrası % 95'in üzerinde bir artış gösterdiği görülmektedir. Tablo 1 verilerine göre ülkemizde yenilenebilir enerjinin payı artış göstermektedir. Bu zaman aralığında Türkiye EEKG'deki yenilenebilir enerji kaynaklı artışın yaklaşık olarak Hidrolik Enerji için %100, Rüzgâr Enerjisi için %19100 ve Jeotermal Enerji için % 2600 civarında olduğu görülmektedir. 2004 yılında Güneş Enerjisine dayalı EEKG sıfır iken 2014 yılında 40,2 MW gücünde tesis kurulduğu ve 2015 yılı eylül sonu itibarı ile bu değer 178,6 MW gücüne eriştiği görülmektedir. Ülkemizde güneş enerjisinin kullanımına doğru yüksek bir eğilimin bulunduğu Tablo 1'den görülebilmektedir.

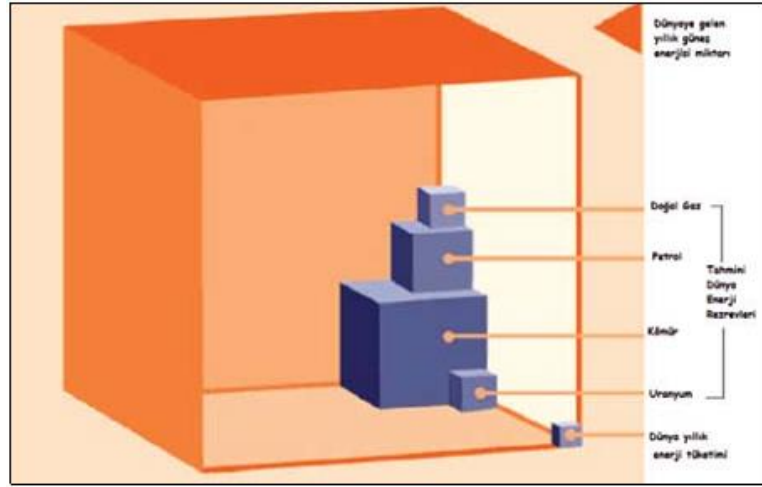
Tablo 1. Ülkemiz EEKG 'nün yıllara göre değişimi (MW). [4]

YIL	TERMİK			HİDROLİK	RÜZGÂR	JEOTERMAL	GÜNEŞ	TOPLAM	ARTIŞ (%)
	Kömür	Doğal Gaz	Diğer						
2004	8.296	11.349	4.500	12.645	18,9	15	-	36.824	3,5
2005	9.117	12.275	4.487	12.906	20,1	15	-	38.820	5,4
2006	10.197	12.641	4.520	13.063	59	23	-	40.502	4,3
2007	10.097	12.853	4.322	13.395	146,3	23	-	40.836	0,8
2008	10.095	13.428	4.072	13.829	363,65	29,8	-	41.817	2,4
2009	10.501	14.555	4.284	14.553	791,6	77,2	-	44.761	7,0
2010	11.891	16.112	4.276	15.831	1.320	94,2	-	49.524	10,6
2011	12.491	16.003	5.438	17.137	1.729	114,2	-	52.911	6,8
2012	12.530	17.162	5.337	19.620	2.261	162,2	-	57.072	7,9
2013	12.428	20.253	5.967	22.289	2.760	310,8	-	64.007	12,2
2014	14.636	21.474	5.692	23.643	3.630	404,9	40,2	69.520	8,6
2015 Eylül Sonu	14.794	21.494	5.606	25.358	4.144	581,4	178,6	72.156	3,8
ORAN	20,5%	29,8%	7,8%	35,1%	5,7%	0,8%	0,25%	100%	-

Bu çalışmada Kilis ilinin güneş enerji potansiyeli ve Türkiye'deki durumu ele alınmaktadır. 2. Bölümde Güneş enerjisi ve Kilis ilinin Güneş enerji potansiyeli, 3.Bölümde PV paneller ve Güneş Enerji Santralleri (GES), 4.Bölümde Bir uygulamanın incelenmesi ve 5. Bölümde ise sonuçlar tartışılmaktadır.

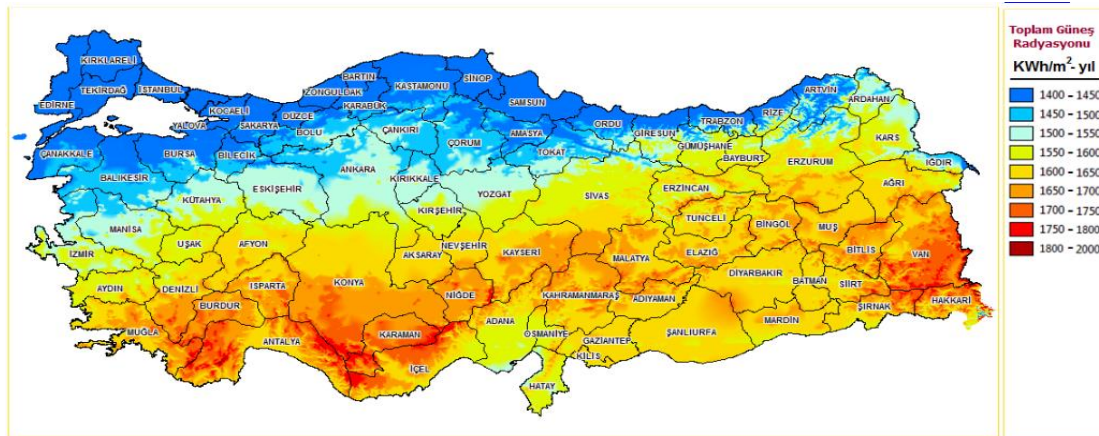
2 GÜNEŞ ENERJİSİ VE KİLİS İLİ

Güneşteki Hidrojenin Helyuma dönüşmesi sırasında yani bir füzyon olayı sonucu ortaya çıkan ısıma enerjisine güneş enerjisi denmektedir. Nükleer faaliyette bulunan güneşten farklı dalga boylarına sahip ısıma enerjisi uzaya yayılmaktadır. Bu enerji, 150^6 km yol kat ederek dünyaya geldiğindeki ısıtım değeri yaklaşık 1370 W/m^2 dir. Dünyaya ulaşan güneş ısıtım enerjisinin tümü yeryüzüne ulaşamaz. Bu enerjinin % 30 kadarı atmosferden geri yansıtılmakta, % 20 kadarı atmosferde tutulmakta ve ancak % 50 kadarı yeryüzüne ulaşmaktadır. Dünyaya ulaşan yıllık güneş enerjisi miktarı, dünyada yıllık kullanılan enerjinin yaklaşık 15000 katı kadardır. Bu yıllık enerji, Şekil 1’de gösterildiği gibi yaklaşık olarak dünyada bulunan fosil yakıt ve nükleer enerji kaynaklarının rezervlerinin toplamından çok fazladır. 90 dakikada dünyaya erişen güneş enerjisi insanların 1 yılda kullandığı enerjiye eşittir. [5, 6]



Şekil 1: Dünyanın yıllık güneş enerjisinin dünyadaki enerji kaynakları ile karşılaştırılması [5]

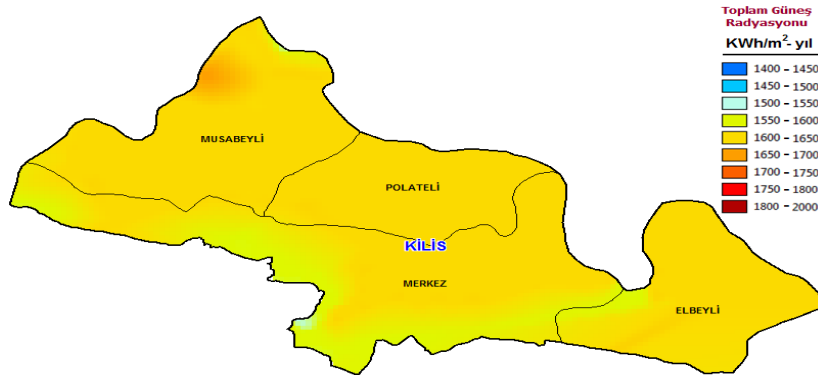
Güneş enerjisinin avantajları; tükenmemesi, temiz oluşu, tüm dünyaca kullanılabilmesi, ülkelerin dışa bağımlılığını azaltması ve teknolojinin çok karmaşık olmayıp modüler bir yapıya sahip olması gibi sıralanabilir. Ancak bunun yanında büyük güçler için büyük yüzey alanları gerektirmesi, bu alanların gölgelenmeyen bir alan olmasının gerekmesi, kaynağının kontrol edilememesi, bulunmadığı veya az olduğu zamanlar da kullanılmak üzere depolama gerektirmesi ve ilk kuruluş maliyetinin nispeten yüksek olması gibi dezavantaja sahiptir [7,8].



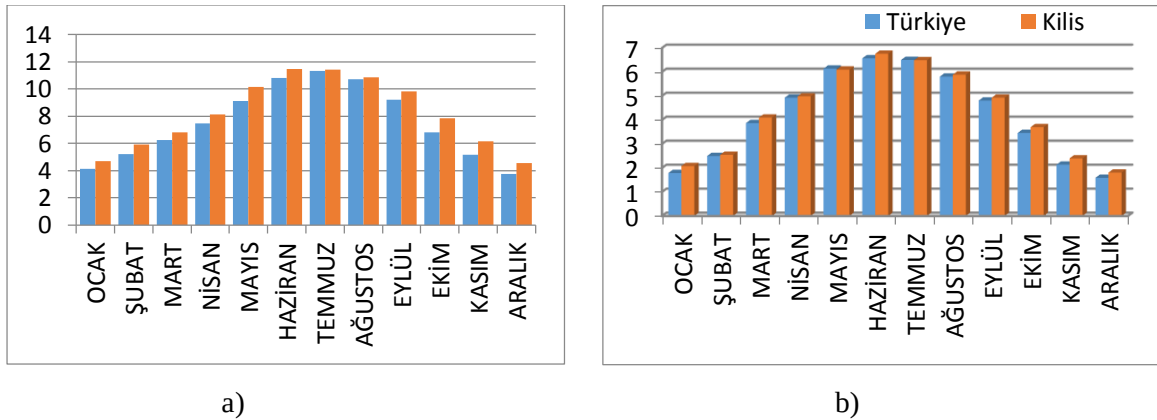
Şekil 2: Türkiye'nin güneş radyasyonu dağılımı (KWh/m²-yıl) [9].

Dünyaya gelen bu güneş ışınım enerjisinin dünyadaki dağılımı, dünyanın şeklinden dolayı farklı seviyelerde olmakta ve 0 – 1100 W/m² seviyeleri gibi geniş bir aralıkta değişiklik göstermektedir. Bu nedenle bir yeryüzü parçasının coğrafi özellikleri yerel güneş enerjisi potansiyelini etkilemektedir. Ülkemiz coğrafik konum olarak yüksek güneş radyasyonu alan bir kuşakta bulunmaktadır. Şekil 2’de Türkiye’nin güneş radyasyonu atlası gösterilmiştir. Şekil 2’den görülebileceği gibi Türkiye’nin güneş radyasyonu dağılımı bölgeye göre 1400 – 2000 KWh/m²-yıl aralığında değişmektedir. Karadeniz ve Marmara bölgeleri düşük güneş radyasyonuna sahip olduğu ve Türkiye’nin güneyine inildikçe alınan güneş radyasyonu büyümektedir. Yüksek rakımlı bölgelerde alınan güneş radyasyon seviyesinin arttığı ayrıca görülebilmektedir. Bu bölgesel radyasyon düzey farklılığı ve sıcaklık ile PV panellerin verimlerinin değişimi nedeni ile güneş enerjisinin kullanılması açısından yerel kaynakların ayrıntılı olarak araştırılması ve potansiyellerin ortaya çıkarılması önem kazanmaktadır.

Türkiye’nin güneydoğu bölgesinde bulunan Kilis ilinin aldığı güneş radyasyonu atlası ise Şekil 3’de gösterilmektedir. Şekil 4’den görülebileceği gibi Kilis ilinin almış olduğu güneş radyasyonu coğrafik konuma göre 1550 – 1700 KWh/m²-yıl olarak değişiklik göstermektedir. Bu değer Türkiye ortalaması civarında ve biraz üzerinde bir değer olarak görülebilir. Şekil 4’de Türkiye ile Kilis ilinin günlük güneşlenme sürelerinin ve global radyasyon değerlerinin karşılaştırması gösterilmektedir.



Şekil 3: Kilis ilinin güneş radyasyon atlası (KWh/m²-yıl) [9]



Şekil 4: Türkiye ile Kilis ilinin günlük a) Güneşlenme sürelerinin ve b) Global Radyasyon değerlerinin karşılaştırması.

Türkiye’nin Güneydoğu bölgesinde bulunan Kilis ilinin güneş enerjisinden faydalanma açısından Türkiye ortalamasının üzerinde değerlere sahip bir coğrafyada olduğu görülmektedir. Bu veriler ışığında Kilis ilinin Güneşin ışınım enerjisinden elektrik enerjisinin elde edilmesini sağlayan Güneş Enerji Santralleri (GES) için uygun bir coğrafyada bulunduğu ifade edilebilir.

3 PV HÜCRELER ve GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİ

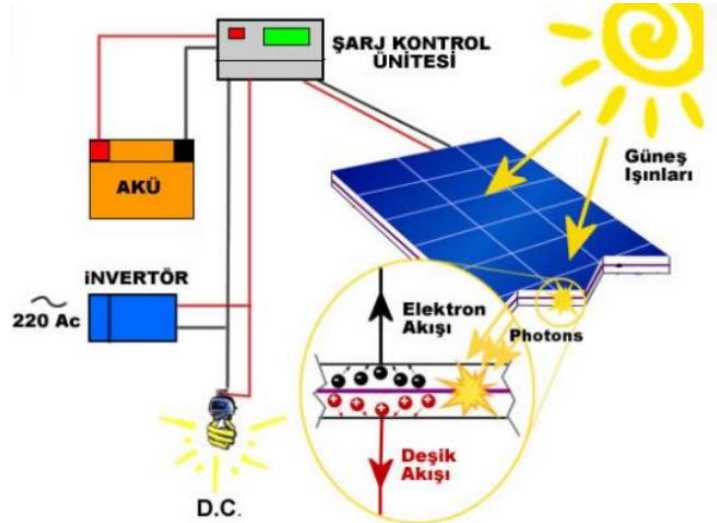
Güneş ışınımından elektrik enerjisinin üretilmesi ve bu elektrik enerjisinin kullanıma sunulması için gerekli donanım ve düzenekler bulunduran tesisler Güneş Enerji Santrali olarak adlandırılır. Bu tesislerin en önemli elemanı Fotovoltaik hücrelerden meydana gelen güneş panelleridir. İlk olarak 1839 yılında Becquerel bir elektrolit içerisinde bulunan elektrotlar arasındaki gerilimin elektrolite düşen ışık ile değiştiğini gözlemlemiştir. 1876 yılında G. W. Adams ve R. A. Day, benzer bir olayı Selenyum kristalleri üzerinde gözlenmiştir. İlerleyen yıllarda Bakır Oksit ve Selenyum esaslı Fotovoltaik yapılar özellikle fotoğrafçılık yaygın olarak kullanılmış. Ancak bu uygulamalar da verim dolayısı ile güç çok düşük seviyede bulunmaktaydı. 1914 yılında verim %1 seviyelerine erişmiş ve 1954 yılında Chapin tarafından geliştirilen Silikon kristali esaslı çalışmada %6 seviyesinde bir verim elde edilmiş [10].

Fotovoltaik uygulamalar önceleri sadece uzay uygulamalarında kullanım alanı bulmuş. Daha sonraları ise fazla güç gerektirmeyen küçük cihazlar ve elektrik şebeke bağlantısı olmamakla birlikte diğer yollardan elektrik üretmenin zor olduğu yerler (deniz feneri, yelekli botlar, telefon, telsiz, otomatik meteoroloji aletleri, demiryolu ve karayolu geçitleri v.s.) ile sınırlı kalmıştır. Bu alandaki çalışmalarda 1970 yıllarından sonra önemli gelişmeler elde edilmiş ve günümüzde ise madde yapısı ve imalat tekniğine göre verim % 6 – % 20 seviyelerine ulaşmıştır [5].

Günümüzde farklı teknik ve malzeme kullanılarak üretilen fotovoltaik hücreler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir [11].

- Kristal Malzeme: Kristal Silisyum, Galyum Arsenit (GaAs)
- İnce Film Malzeme: Amorf Silisyum, Kadmiyum Tellürid (CdTe), Bakır İndiyum Diselenid (CuInSe₂)
- Optik Yoğunlaşmalı Hücreler

Bunların arasında Mono-kristal Silisyum esaslı olanlar verimlilik açısından daha fazla rağbet görmektedir. Ayrıca gelişen teknoloji ile birim maliyetleri düşerek diğer elektrik enerjisi elde etme teknolojileri rekabet edebilecek seviyelere ulaşmıştır. PV hücrelerinin fiyatı, 1977 yılında 76.67 \$/watt iken 2013 yılında yüzde biri seviyesine 0.74\$/watt düşmüş ve 2018 yılında bu değerin 0.46 \$/watt seviyelerine düşeceği öngörülmektedir. [12].



Şekil 5: Şebeke bağlantısız bir GES yapısı [8]

Fotovoltaik hücrelerin birleştirilmesi ile elde edilen güneş panelleri farklı boyutlarında imal edilmekte ve bu paneller ihtiyaca göre seri ve paralel bağlanarak farklı gerilim ve farklı güç elde edilebilmektedir. Bu GES'ler üretilen enerjiyi yerel olarak tüketen şebekeden Şekil 5'da gösterildiği gibi tesis edilebilir. Şebekeden uzakta olan ve küçük güçlü yerel yükleri beslemek amacı ile kurulan tesisler

şebeke bağlantısız (off-grid) tesisler olarak ifade edilir. Ancak Bölüm 4’de ele alınan örnekte olduğu gibi üretilen enerjiyi kendisi kullanabildiği gibi enerji fazlalığında bu enerjiyi şebekeye aktarmak için şebeke bağlantılı (on-grid) olarak da tesis edilebilir. Bir GES’in temel bileşenleri fotovoltaik paneller, sabitleme elemanları, bağlantı aparatları, akü grubu, akü şarj cihazı, İnvertör, solar kablo, koruma ve ölçüm elemanlarıdır [12].

GES’ler de enerji üretimini etkileyen en önemli faktörler güneş güneşlenme süresi, alınan güneş ışınım değeri ve güneş paneli sıcaklığıdır. Bunun yanında Bu faktörlerin coğrafyadan coğrafyaya ve hatta aynı coğrafyada konuma göre de değişim arz etmektedir. GES’lerin elektrik üretim verimini artırmak için birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar güneş takip teknikleri, maksimum güç noktası izleme teknikleri ve doğal veya cebri panellerin soğutma teknikleri üzerine yoğunlaşmaktadır [7,14, 15, 16].

1. 10 KW GÜCÜNDE BİR GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ

Kilis Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü kurum yerleşkesi ile içerisinde Mikro Ölçekli Güneş Enerjili Sulama Sistemleri Projesi yaklaşık 10 kWp gücünde bir GES bulunmaktadır. 2014 yılı sonlarında tamamlanan bu GES proje, T.C. Kalkınma Bakanlığı GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı ile (UNDP) işbirliği içerisinde yürütülmekte olan “Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi” kapsamında gerçekleştirilmiştir. Tablo 2’de temel bileşenleri ve Şekil 7’de ise tesis tek hat şeması gösterilmiştir.

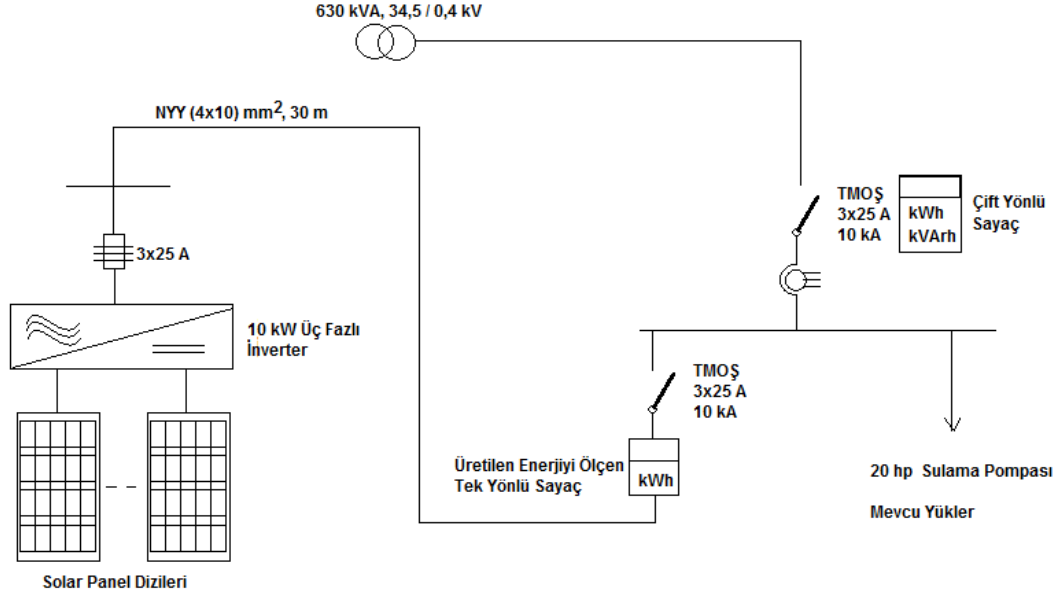
Tablo 2. 10 KWp gücündeki GES’in temel bileşenleri

Sistem Bileşenleri	Birim güç	Kapasite/Adet
Polikristal Fotovoltaik Panel	240 Wp	40
Şebeke Bağlantılı İnverter	10 kW	1
Çift yönlü Sayaç	10 kW	1

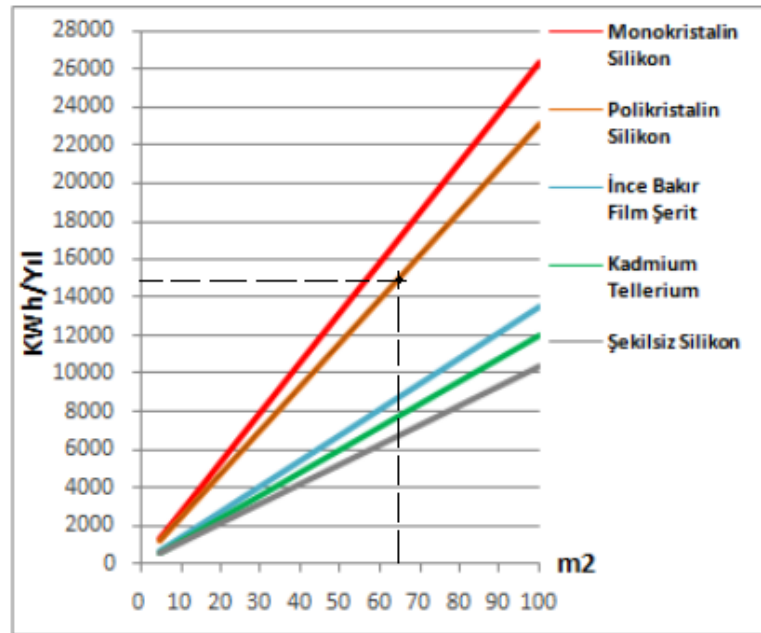


Şekil 5: 10 KWp gücündeki GES’den bir kesit.

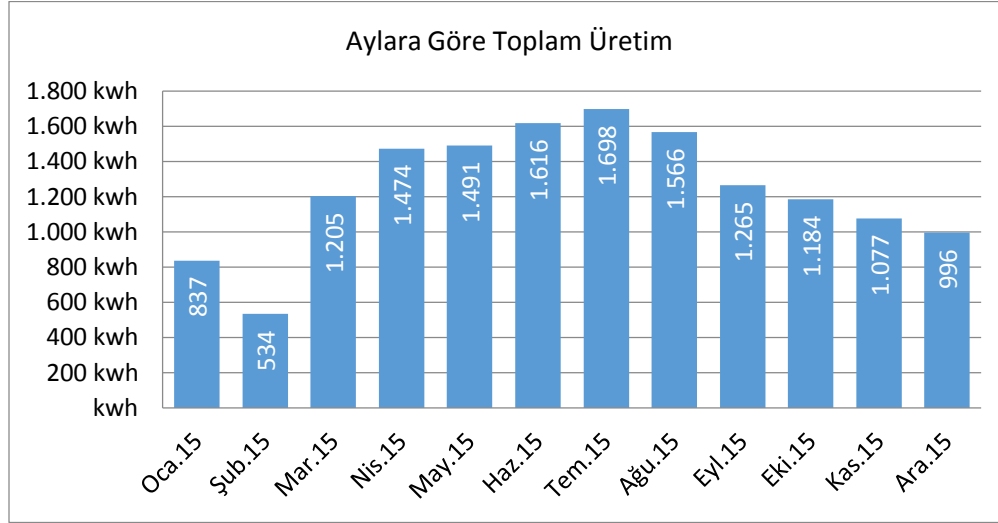
Yaklaşık 10 kWp kurulu güce sahip bu GES tarafından 2015 yılında üretilen elektrik enerjisi verileri sayaç okumalarından elde edilmiş ve veriler grafik halinde sunulmuştur. Bu veriler, her ne kadar Kilis ilinin 2015 yılı için fotovoltaik enerji üretimini verse de ilin fotovoltaik enerji kapasitesine de ışık tutmaktadır. Bu GES, 2015 yılında 14943 kWh elektrik enerjisi üretmiştir. Bu değerin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü verileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Tesiste bulunan Güneş panelinin toplam yüzeyi $40 \times 1,6 \text{ 64 m}^2$ olarak kabul edilmesi durumunda grafikten Polikristalin Silikon PV tipi panel için bir yılda üretilen enerjinin yaklaşık aynı değerde olduğu görülmektedir.



Şekil 6: 10 KWp gücündeki GES 'in Tek hat Şeması.

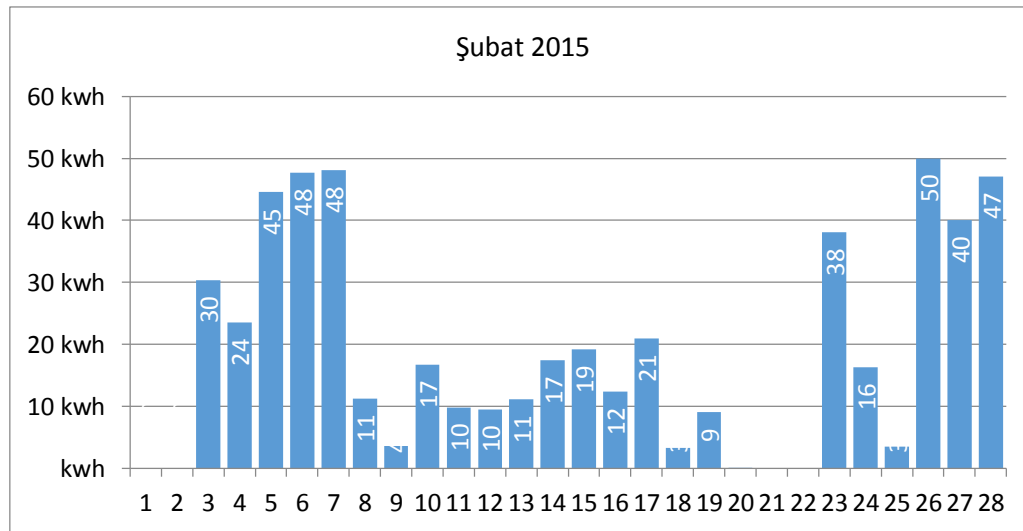


Şekil 7: Kilis İli için PV Tipi-Alan-Üretililecek Enerji Grafiği (KWh/Yıl) [9]

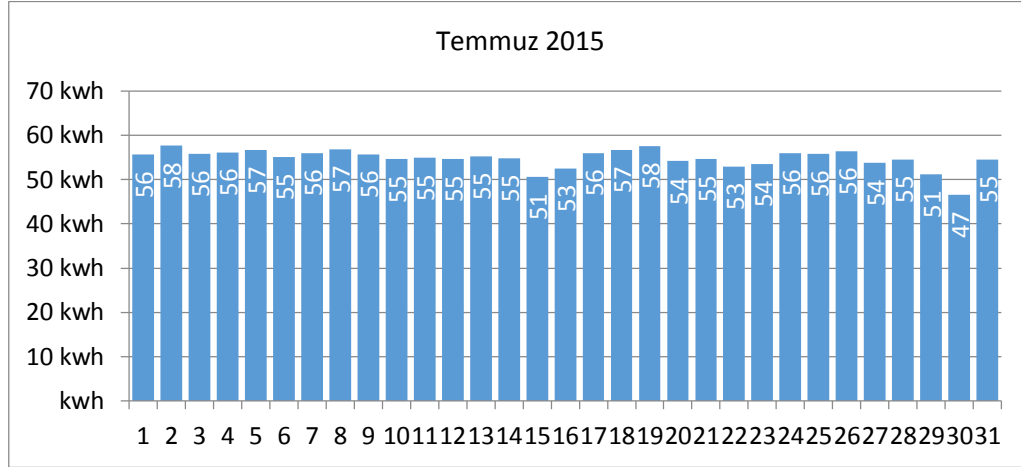


Şekil 8: Örnek GES'in 2015 yılına ilişkin aylık üretilen elektrik enerjisi.

Şekil 8'de örnek GES'in 2015 yılına ait aylık toplam elektrik enerjisi üretim gösterilmiştir. Şekil 8'den üzere en yüksek üretimin Temmuz ayında olduğu ve en düşük üretimin ise Şubat ayında olduğu görülmektedir. En düşük üretimin gerçekleştiği Şubat ayına ilişkin ilişkin günlük toplam üretim dağılımı ise Şekil 9'da sunulmuştur. Grafikten Şubat ayının 20, 21 ve 22 inci günlerinde üretimin olmadığı görülmektedir. Bu günler PV panellerin kar ile kaplı olduğu ve bu karların temizlenmemiş olduğu günlere denk gelmektedir. En yüksek üretimin gerçekleştiği Temmuz ayına ilişkin ilişkin günlük toplam üretim dağılımı ise Şekil 10'da sunulmuştur. Temmuz ayında günlük ortalama üretim yaklaşık olarak 55 kWh civarındadır.



Şekil 9: Örnek GES'in 2015 yılı Şubat ayına ilişkin günlük üretilen elektrik enerjisi.



Şekil 10: Örnek GES'in 2015 yılı Temmuz ayında ilişkin günlük üretilen elektrik enerjisi.

5 SONUÇ

Güneş enerjisi tükenmeyen ve temiz enerji kaynaklarından biridir. Bu yönü ile fosil yakıtlara alternatif olabilecek enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Üretilen PV panellerin verimlerinin artması ve maliyetlerinin düşmesi sonucunda son yıllarda dünyada ve ülkemizde GES kurulu gücü artmaya başlamaktadır. Ülkemiz, aldığı güneş ışınım enerjisi yönünden uygun bir coğrafyaya sahip bulunmakta ve Kilis İli güneş ışınım enerjisi bakımından Türkiye ortalamasının üzerinde değerlere sahip bulunmaktadır.

Bu çalışmada Kilis İlinde mevcut olan 9,6 kWp kurulu güce sahip bir GES incelenmiş ve 2015 yılı PV elektrik üretim verileri sunulmuştur. Bu veriler ışığında Kilis İlının yıllık PV elektrik enerjisi üretimine ışık tutulmuştur. Elde edilen verilerin Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü verileri ile karşılaştırılması yapılmış ve bu karşılaştırma sonuçlarında incelenen GES verilerinin yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü verileri ile örtüştüğü gösterilmiştir.

6 TEŞEKKÜR

Örnek olarak incelenen GES tesisini bünyesinde bulunduran ve inceleme aşamasında her türlü kolaylığı sağlayan Kilis Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Kurumu yetkililerine teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

- [1] Web-1:http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php Erişim Şubat 2016
- [2] Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. Kyoto Protokolü.
- [3] Decision 26/CP.7: Amendment to the list in Annex II to the Convention (8th Plenary Meeting, 9 Nov. 2001)
- [4] T. C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı. Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabi Kaynaklar Görünümü. 2015 Ekim itibarı ile ETBK raporu, sayı 10.
- [5] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. Dünyada ve Türkiye de Güneş Enerjisi. Haziran 2009
- [6] Web-2: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/solar_energy_perspectives 2011.pdf Erişim Şubat 2016
- [7] Rüstemli S., Dinçer F., Çelik M. Ve Cengiz M. S. Fotovoltaik Paneller: Güneş Takip Sistemleri Ve İklimlendirme Sistemleri. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 2(2), 141-147, 2013

- [8] Bektaş Y. ve Yılmaz F. Aksaray İlinin Güneş Enerjisi Potansiyelinin İncelenmesi. XI. International HVAC+R Technology Symposium, İstanbul, 08-10 May, 2014
- [9] <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> Erişim Şubat 2016
- [10] Karamanav M. Güneş Enerjisi ve Güneş Pilleri. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mayıs 2007
- [11] Gümüş, B. ve Tüzün, M. N. “Kentlerde Enerji Verimliliği, Van İlinin Enerji Üretim Potansiyeli ve Elektrik Enerjisi Problemleri. Van Kent Sempozyumu, 1-3 Ekim 2009, sayfa: 301 – 320, Van.
- [12] Web-3: <http://cleantechnica.com/2014/09/04/solar-panel-cost-trends-10-charts/> Erişim Şubat 2016.
- [13] Köroğlu T., Teke A., Bayındır K. Ç. ve Tümay M. Güneş Paneli Sistemlerinin Tasarımı. Elektrik Mühendisliği, sayı 439, sayfa 98 – 104
- [14] Parlak K. S. FPGA Based New MPPT (Maximum Power Point Tracking) Method For PV (Photovoltaic) Array System Operating Partially Shaded Conditions. In Energy. 15 April 2014 68:399-410
- [15] DEMİRTAŞ M. Bilgisayar kontrollü güneş takip sisteminin tasarımı ve uygulaması / Design and implementation of computer controlled solar tracking system. Politeknik Dergisi 2006,9(4):247-253
- [16] Kentli F. and Yılmaz M. Mathematical modelling of two-axis photovoltaic system with improved efficiency. Elektronika ir Elektrotehnika. April 2015, Vol. 21 Issue 4, p40, 4 p.