



Güneş enerji santrallerinde PV*SOL yazılımının güvenilirliğinin değerlendirilmesi

*Evaluation of the reliability of PV*SOL software in solar power plants*

Abdussamed BALKAN¹ , Göksu GÖREL² 

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 18100, Çankırı

²Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, 45400, Manisa

• Geliş tarihi / Received: 15.12.2021

• Kabul tarihi / Accepted: 19.07.2024

Öz

Fosil yakıtların çevreye verdiği zarar ve tükenebilir bir kaynak olmasından ötürü yenilenebilir enerji dalında artan talep sonucunda yüksek verim ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Santrallerin kurulumundan önce verimlilik düzeyinin saptanması için kullanılan bazı performans analizlerine olan ihtiyaç da aynı doğrultuda artmıştır. Bu doğrultuda geliştirilen yazılımlar aracılığıyla santralin kurulumuna başlanılmadan önce santrale ait tahmini üretim değerleri, amortisman süresi gibi verilere önceden ulaşılabilir. Yatırımcılar bu yazılımlar ile en yüksek verime sahip alanları saptayarak santral kurulumuna başlamaktadırlar. Bu çalışmada elektrik enerjisi üreten 1.166 kWp/1000kWe kapasiteye sahip Afyonkarahisar ili Dinar ilçesi Gençali köyü mevkiine kurulmuş olan bir fotovoltaik sistemin Lüytob üretim verileri ile PV*SOL programına ait üretim değerleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada PV*SOL programı ile gerçek üretim sonuçlarını karşılaştırılmıştır ve PV*SOL programının sonuçlarının güvenilirliği değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fotovoltaik sistem, PV-SOL yazılımı, Lüytob verileri

Abstract

Due to the environmental damage of fossil fuels and being an exhaustible resource, the need for high efficiency has emerged as a result of the increasing demand in the renewable energy branch. The need for some performance analyzes used to determine the efficiency level before the installation of power plants has also increased in the same direction. By means of the software developed in this direction, data such as estimated production values and amortization period of the power plant can be accessed in advance before the installation of the power plant is started. With these software, investors determine the areas with the highest efficiency and start the plant installation. In this study, the Lüytob production data of a photovoltaic system installed in the Gençali village of Dinar town of Afyonkarahisar with a capacity of 1.166 kWp/1000kWe producing electrical energy were compared with the production values of the PV*SOL program. In this study, the actual production results were compared with the PV*SOL program and the reliability of the results of the PV*SOL program was evaluated.

Keywords: Photovoltaic system, PV-SOL software, Lüytob data

1. Giriş

Enerji toplumun gereksinimlerinin karşılanmasında en önemli unsurdur. Ayrıca enerji, devletlerin güvenliğini ve gelecekteki durumunu etkileyen ve yönlendiren temel unsurlardan biridir. Enerji kaynakları, küresel boyutta meydana gelen krizlerin en önemli sebeplerinden biridir (Erdoğan, 2020).

Dünya nüfus artış hızının ve sanayileşmenin artması beraberinde enerji tüketim miktarını da artırmaktadır. Bu gelişmelerden ötürü enerji tüketim miktarında her yıl yaklaşık %4-5 oranında bir artış yaşanmaktadır (ETKB, 2018). Dünya Enerji İstatistik Görünümü 2018 Raporu'nda 2040 yılına kadar, karbon emisyon oranının %10 oranında artması beklenmektedir. Bu oran, Paris İklim Anlaşmasında alınan kararların yerine getirilmesi için gerekli olan miktardan daha yüksektir. Bu yüzden, Uluslararası Enerji Ajansı tarafından 'Daha Hızlı Dönüşüm' adlı senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryo ile karbon emisyonlarının 2040 yılına kadar %50 oranında azaltılması amaçlanmaktadır (BP, 2018).

Elektrik tüketim miktarının devamlı olarak artması ve kaynakların büyük bir bölümünün fosil yakıtlardan olması dışa bağımlılık sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu yakıtların atmosfere saldığı gazların birçok sorunu da beraberinde getirmesinden ötürü yenilenebilir enerjiye olan talep artmıştır (Güven, 2016).

Türkiye yenilenebilir enerji kurulu gücü devamlı olarak artan bir süreci takip etmektedir. Türkiye yenilenebilir enerji kurulu gücü 2013 yılında 25,6 GW iken Eylül 2020 itibariyle bu değer 47 GW'a yükselmiştir. Türkiye jeotermal, güneş ve rüzgâr enerjisi bakımından önemli kaynaklara sahip bir ülke konumundadır. Bu kaynakların gelişimi fosil yakıt ve ithal bağımlılığının azaltılması ve ayrıca iklim değişikliği ile mücadele etmesi bakımından son derece önem arz etmektedir (TSKB, 2020).

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde yer alan güneş enerjisinin yüksek potansiyele sahip olması geniş kullanım alanına yol açmaktadır. Güneş enerji santrallerine ait fizibilite çalışmalarının yapılmasında bazı yazılımlar kullanılarak çeşitli simülasyonlar yapılmaktadır. Bu simülasyonlar neticesinde ulaşılan veriler yatırımcının yatırım kararını yönlendirmektedir. Simülasyon programları belirlenen bir alan için kâr ve maliyet miktarını yatırımcıya sunmanın yanı sıra en verimli yatırım alanının belirlenmesine de imkân sağlamaktadır. Bu nedenden ötürü simülasyon programlarının tutarlılığı güneş enerji santrallerine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Öztürk, 2021)

Güneş enerjisinin süreklilik arz etmesi, doğaya verdiği zararın çok az olması ve fotovoltaik teknolojisinin hızla ilerlemesinden ötürü bu sistemlerin enerji üretim verimliliği, performans tahmini gibi parametrelerinin belirlenmesi için bazı simülasyon programları oluşturulmuştur. PV*SOL bu programlardan biridir (Keskin, Martin, & Boran, 2019). (İşler & Salihmuhsin, 2019) çalışmasında sehpa çeşitlerinin üretime olan etkisini saptamak için PV*SOL yazılımını kullanmıştır. Bu çalışmada yıllık toplam üretim değerleri ve performans oranları karşılaştırılmıştır. Çalışmada beş farklı sehpa tipi belirlenerek bu sehpa tiplerine ait modellemeler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda en yüksek verime sahip sehpa tipi arazi tipi olarak belirlenirken, en düşük verime sahip sehpa tipi ise çatı üzeri sıfır montaj tipi olarak belirlenmiştir. Al-Shagea vd. (2021) çalışmasında, Kocaeli Üniversitesi çatısında kurulan şebeke bağlantılı bir fotovoltaik güç üretim santralının 2018-2019 yılı üretim verilerini PVsyst, PV*SOL ve GEPA'ya ait tahmini üretim değerleri ile karşılaştırmışlardır. PVsyst verilerine göre sistem %87,5-%91, GEPA verilerine göre %96,6-%100, PV*SOL verilerine göre ise %97,3-%98,1 oranında üretim performansına sahiptir. Ceylan & Taşdelen (2018) yapmış oldukları çalışmada Isparta ilinde bulunan 1 MW güce sahip bir güneş enerji santralinin gerçek üretim verilerini dört farklı simülasyon programı ile modelleyip gerçeğe en yakın sonucu veren programı ortaya koymayı amaçlamışlardır. Bu doğrultuda Helioscope, PVGIS, Polysun ve PV*SOL programları kullanılarak 2017 yılı gerçek üretim verileri ile simülasyon verileri karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda Helioscope ve PV*SOL programlarının diğer iki programa göre daha detaylı analiz yaptığı sonucuna varılmıştır. Üretim değerleri karşılaştırıldığında %1,2 sapma oranı ile en yakın üretim değerini Helioscope, akabinde %1,3 sapma oranı ile PVGIS, %3,6 sapma oranı ile Polysun ve son olarak %7,5 sapma oranı ile PV*SOL vermiştir. Taşkın & Vardar (2019) Uludağ Üniversitesi çatısı için PV*SOL simülasyon programını kullanarak farklı seçenekler üzerinden modellemeler yapmışlardır. Bu simülasyon sonuçları üzerinden teknik analizler yapılarak farklı koşullarda sistemin sunacağı elektrik üretim miktarının belirlenmesiyle yatırım kararına yardımcı olması amaçlanmaktadır. Gölgeleme faktörünün belirlenmesi için AutoCAD, bölgenin iklimsel değerleri ve güneş ışınımının belirlenmesi için Metenorm kullanılmıştır. Yapılan farklı modellemelerin sonucunda elde edilen üretime göre, sistem her zaman en fazla üretimi temmuz, en az üretimi ise ocak ayında gerçekleştirmiştir.

Ayrıca simülasyon sonucuna göre sistem verimliliği dikey doğrultulu panellerde daha fazla olmaktadır. [Dondariya vd. \(2018\)](#) Hindistan da bir evin çatısına kurulan şebeke bağlantılı bir fotovoltaik sistemin fizibilitesini değerlendirmişlerdir. Sistemin performansının analizi için SolarGIS, PVGIS, PV*SOL ve SISIFO kullanılmıştır. Çalışmada performansın tahmini için, güneş fraksiyonu, enerji üretimi ve performans oranı değerlendirilmiştir. Yapılan simülasyonlar sonucunda PV*SOL maksimum enerji çıkışını Mart ayında verirken diğer yazılımlar Mayıs ayı olarak vermektedir. Sıcaklık arttıkça Solar PV çıkışının azalacağına dikkate alınmasıyla Mayıs ayında üretimin daha az olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Çalışma sonucunda PV*SOL yazılımının güneş enerji sistemleri simülasyonları için hızlı, güvenilir ve kolay bir yazılım olduğu sonucunda ulaşılmıştır. [Kınalı \(2019\)](#) çalışmasında Karaman ve Konya illerinde bulunan üç güneş enerji tesisinin gerçek modelleri ve gerçek üretim değerlerini farklı simülasyon programları ile karşılaştırmıştır. Üç tesis içinde yapılan simülasyonlar sonucunda performans tahmini, referans verimi ve kapasite faktörü açısından en doğru sonucu PV*SOL yazılımı vermiştir. Devamında ise PVGIS4 ve PVSyst yazılımı vermiştir.

PV*SOL programı, bünyesinde 5.000 adet farklı modül tipini içermektedir. Bu modüllerin gölgelendirmelerini hesaplayan PV*SOL programında 3D menü navigasyonu bulunmaktadır. PV*SOL programı ile şebekeden bağımsız sistemlerin planlanması ve simülasyonları yapılabilmektedir. PV*SOL'de MeteoSyn iklim veri tabanı kullanılmaktadır. Fakat kullanıcının isteği doğrultusunda mevcut değerlere ekleme yapılarak ya da kullanıcının işlediği aylık ortalama verilere göre de hesaplamalar yapılabilmektedir. PV*SOL programı işlenen verilere bağlı olarak bir verim simülasyonu oluşturmaktadır ([Ceylan, 2017](#)).

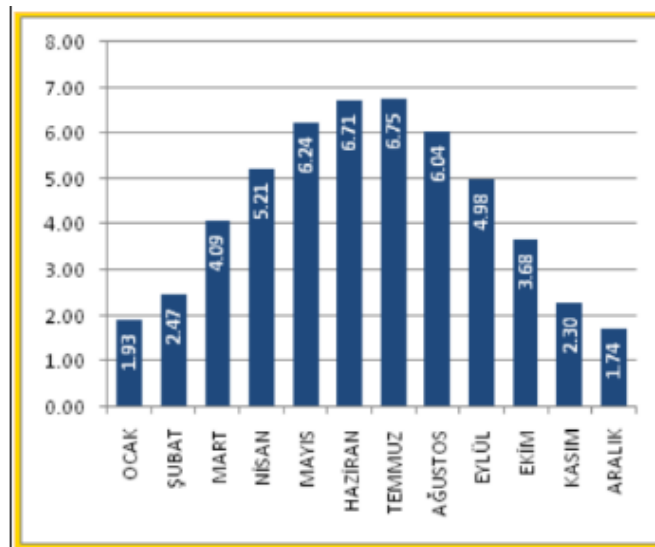
Çalışmanın materyal ve metot bölümünde, Afyonkarahisar ili iklimsel verileri ile sistemin tasarım ve ekipman bilgileri yer almaktadır. Bulgular bölümünde PV*SOL yazılımına ait tahmini üretim değerleri ile, gerçek üretim değerleri aylık olarak verilmektedir. Sonuç bölümünde PV*SOL yazılımının güvenilirliği elde edilen verilerle sunularak hata payı oranına ulaşılmıştır.

2. Materyal ve metot

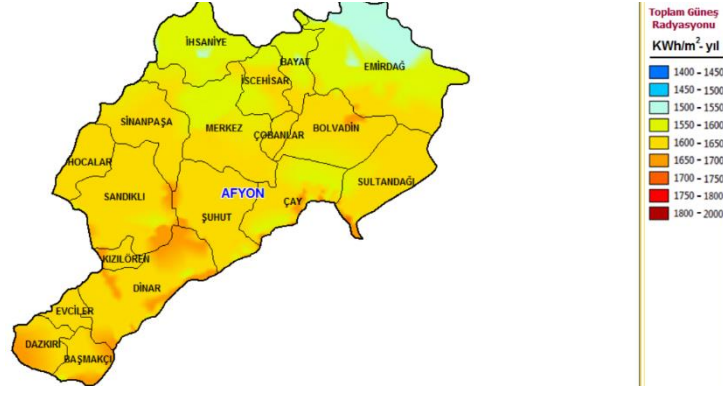
Bu çalışmada PV*SOL programı kullanılarak Afyonkarahisar ilinin Gençali köyünde kurulan AKOBA-2 Güneş Enerji Santralinin modellenmesi ve üretim değerlerinin karşılaştırılması üzerinde çalışılmıştır. Fotovoltaik sistemlerde PV*SOL programı 3 boyutlu çizimi sayesinde gölgeleme unsurlarını net bir şekilde verebilmekte ve sistem verimliliği hesaplamalarında da net sonuçlar verebilmektedir. Çalışmada nicel yöntem kullanılarak sistem üretimi ile ilgili rakamsal veriler elde edildi.

2.1. İklimsel veriler

Afyonkarahisar ili Dinar ilçesine ait küresel ışıma değerleri Şekil 1'de yer almaktadır. Şekil 2'de ise Afyonkarahisar iline ait güneş radyasyon haritası verilmektedir ([T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü](#)).



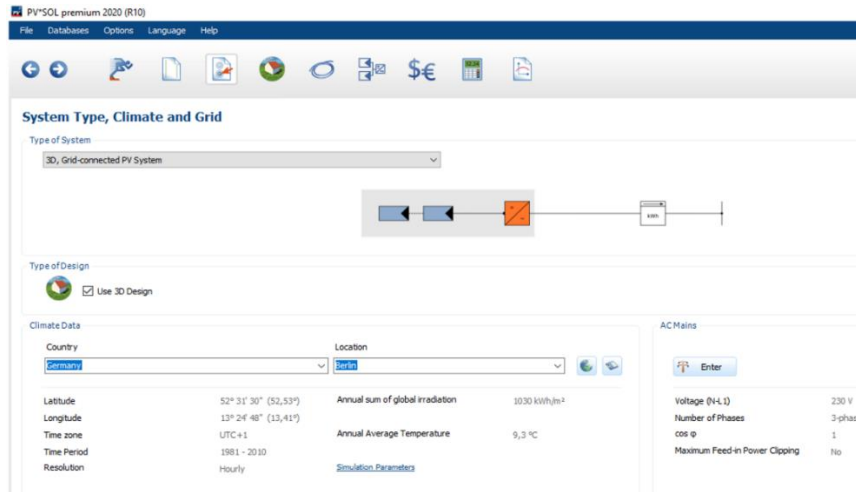
Şekil 1. Dinar ilçesine ait küresel ışıma değerleri (KWh/m²-gün)



Şekil 2. Afyonkarahisar güneş radyasyonu haritası

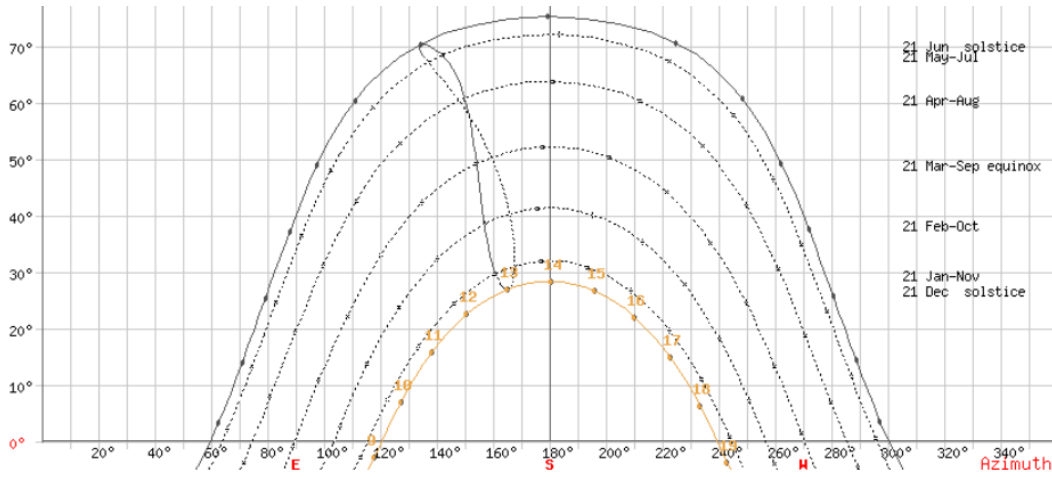
2.2. Tasarım

Önerilen sistemin optimizasyonu PV*SOL yazılımı kullanılarak simüle edilmiştir. PV*SOL yazılımı hibrit enerjili sistemlerde performans değerlendirmesini gerçekleştiren bir simülatördür. PV*SOL yazılımı modül dizisi fazlalığını, jeneratörlerin ürettiği toplam enerjiyi, modüllerin optimum eğim açısını ve sistem verimliliğini değerlendirmektedir (Patarau vd., 2015). Şekil 3’de PV*SOL arayüzü verilmektedir. Bu çalışmada PV*SOL programının güvenilirliği ve gerçek değerlere olan yakınlığının saptanması için AKOBA-2 GES’in PV*SOL tahmini üretim verileri ile Lüytob verileri saptanarak karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen veriler Microsoft Excel programı kullanılarak çizelge haline getirilmiştir.



Şekil 3. PV*SOL arayüzü

PV*SOL yazılımında yapılan uygulama kapsamında öncelikle Google Map üzerinden seçilen sahanın koordinatları PV*SOL programına işlenmiştir. 1.166kWp/1.000kWe kurulu güç için Hanwha Solar marka 265W polikristal panel kullanılmıştır. Akabinde santral sınırları içerisinde yerleşimin gerçekleştirilebilmesi için iki sehpa arası mesafenin belirlenerek simülasyon çalışmasının tasarım aşaması gerçekleştirilmektedir. Modül kurulumunda sehpa açılarının belirlenmesi verimli bir üretim için oldukça önemli bir faktördür. Sehpaların açılara göre güneşten gelen ışınların değişmesinden ötürü üretim miktarı da değişiklik göstermektedir. Güneşin geliş açısının belirlenmesi için Şekil 4’te verilen en uzun gölgelemenin olduğu 21 Aralık günü içerisinde 4 saatlik bir süreç seçilmiştir. Tablo 1’de azimut açısının 180° olduğu noktadan 2 saat öncesi ve 2 saat sonrasına kadar alınan verilerde güneş ışınının geliş açısının değeri 22° olarak görülmektedir.

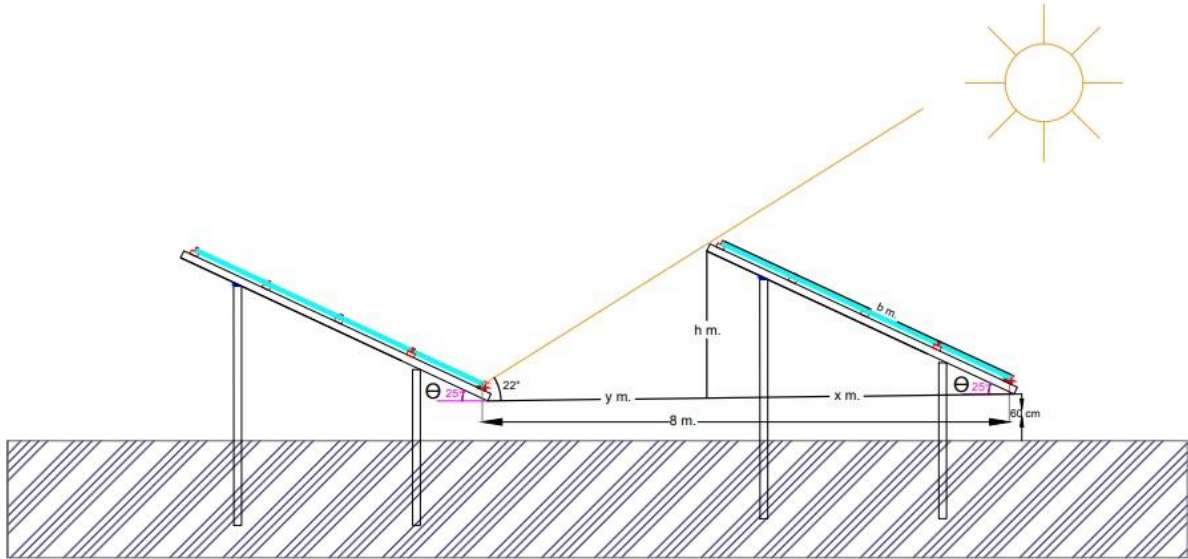


Şekil 4. 21 Aralık Güneş geliş açısı

Tablo 1. Azimuth açısı

Date:	21/12/2021 GMT3	
Coordinates:	38.1571304, 30.2175771	
Location:	38.15713040,30.21757710	
Hour	Elevation	Azimuth
11:50:00	21.55°	148.67°
12:00:00	22.54°	150.9°
12:10:00	23.46°	153.18°
12:20:00	24.31°	155.51°
12:30:00	25.09°	157.88°
12:40:00	25.79°	160.3°
12:50:00	26.41°	162.76°
13:00:00	26.96°	165.25°
13:10:00	27.41°	167.78°
13:20:00	27.79°	170.33°
13:30:00	28.07°	172.91°
13:40:00	28.27°	175.5°
13:50:00	28.38°	178.1°
14:00:00	28.4°	180.71°
14:10:00	28.33°	183.31°
14:20:00	28.18°	185.91°
14:30:00	27.93°	188.49°
14:40:00	27.6°	191.05°
14:50:00	27.18°	193.59°
15:00:00	26.67°	196.1°
15:10:00	26.09°	198.58°
15:20:00	25.42°	201.01°
15:30:00	24.68°	203.41°
15:40:00	23.86°	205.76°
15:50:00	22.97°	208.06°
16:00:00	22.01°	210.31°
16:10:00	20.99°	212.52°

Bu proje kapsamında Afyonkarahisar ili Dinar ilçesi için güneşin geliş açısı 22° olarak belirlenmiş olup sehpa açısı ise 25° olarak belirlenmiştir. İki sehpa arası mesafe hesabı görsel olarak Şekil 5.'de verilmiş olup görselde yer alan bilgiler doğrultusunda Denklem (1) kullanılarak iki sehpa arası mesafe 8m. olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. İki sehpa arası mesafe hesabı

$$x = \cos \theta \cdot b \quad (1)$$

$$h = \sin \theta \cdot b$$

$$y = \frac{h}{\tan 22^\circ}$$

$$d = x + y = 7,9889 \cong 8m.$$

Hanwha Solar 265 Watt'lık 4.400 adet polikristal modül kullanılarak 1 invertörde 22 adet seri 8 adet paralel diziler, 16 invertörde 22 adet seri 12 adet paralel diziler oluşturulmuştur. SMA marka 60kW nominal güce sahip 17 adet invertör kullanılmıştır. 16 adet invertörün 264 adet 265Wp güce sahip, 1 adet invertörün 176 adet 265Wp güce sahip modülden enerjilendirilecek biçimde tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımı gerçekleştirilen santrale ait PV*SOL genel yerleşim planı Şekil 6'da verilmektedir.



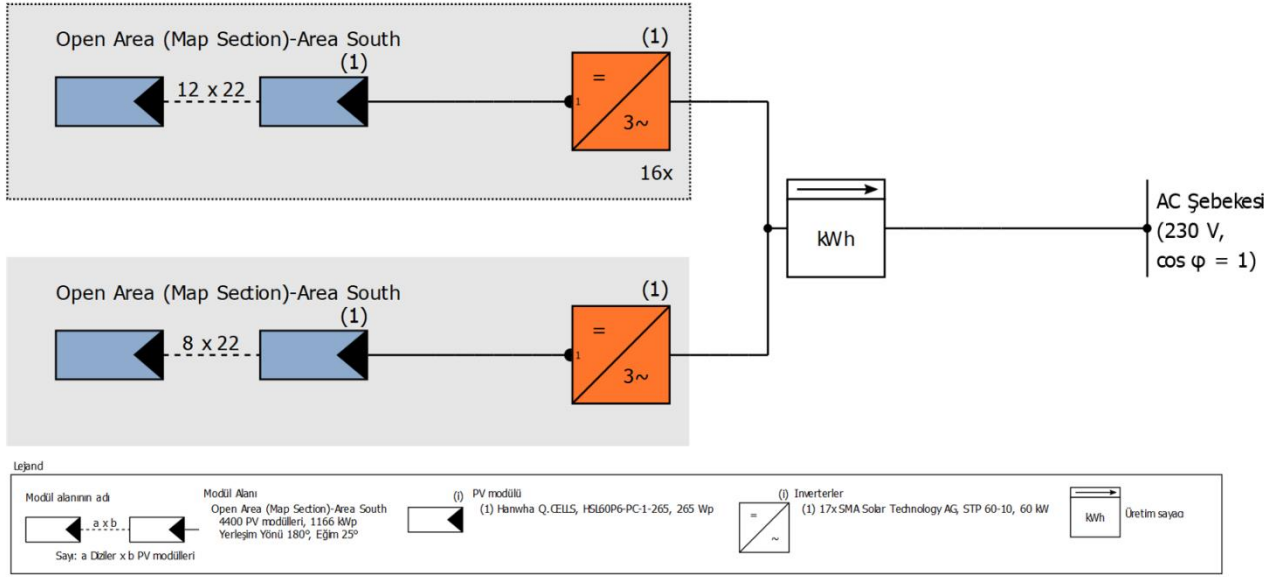
Şekil 6. Genel yerleşim planı

Tablo 2’de santrale ait genel bilgiler yer almaktadır.

Tablo 2. Santrale ait genel bilgiler

PV Jeneratör çıkışı	1166kWp
PV Jeneratör yüzeyi	7.348m ²
Sayı PV modülleri	4.400
İnverter sayısı	17

İnvertörlere bağlı modül sayılarının, kullanılan modül ve invertörlerin marka ve model bilgilerinin birlikte yer aldığı PV*SOL şematik diyagramı Şekil 7’de verilmektedir.



Şekil 7. PV*SOL şematik diyagramı

Yapılmış olan PV*SOL simülasyon sonuçlarına ait veriler Tablo 3’de yer almaktadır.

Tablo 3. PV*SOL simülasyon sonuçları

PV sistemi	
PV jeneratör çıkışı	1.166 kWp
Yıllık özgül kazanç	1.601,22 kWh/kWp
Sistem kullanım oranı (PR)	85,4%
Gölgeleme nedeniyle oluşan kazanç kaybı	1,7%/Yıl
Şebeke beslemesi	1.867.026 kWh/Yıl
İlk yıl içindeki şebeke beslemesi (Modülün performans düşüşü dahil)	1.867.026 kWh/Yıl
Bekleme konumundaki tüketim (İnvertörler)	225 kWh/Yıl
Önlenen CO2 emisyonu	877.502 kg/yıl

3. Bulgular

3.1. PV*SOL yazılımı tahmini üretim değerleri

Bu kısımda PV*SOL yazılımına girilen bilgiler doğrultusunda elde edilen aylık üretim değerleri Tablo 4’de verilmektedir.

Tablo 4. PV*SOL aylık üretim değerleri

AY	ÜRETİM (kWh)
OCAK	104.235,10
ŞUBAT	109.163,00
MART	148.826,40
NİSAN	165.170,60
MAYIS	190.404,30
HAZİRAN	194.820,20
TEMMUZ	208.344,30
AĞUSTOS	199.951,00
EYLÜL	181.998,00
EKİM	147.542,60
KASIM	118.496,20
ARALIK	98.074,50
TOPLAM	1.867.026,20

PV*SOL yazılımının sonuçlarına göre en düşük üretimin görüldüğü aylar; Aralık ayında 98.074,50 kWh, Ocak ayında 104.235,10 kWh ve Şubat ayında 109.163,00 kWh olarak belirlenmektedir. En yüksek üretim değeri ise Temmuz ayında 208.344,30 kWh olarak belirlenmiştir. PV*SOL yazılımının simüle ettiği yıllık toplam üretim değeri 1.867.026,20 kWh'tır.

3.2. Kurulu sisteme ait Lüytob verileri

Santrale ait gerçek üretim değerleri Tablo 5'de verilmektedir. Santralin en düşük üretiminin görüldüğü aylar; Ocak ayında 97.857 kWh, Mart ayında 102.338 kWh ve Şubat ayında 127.120 kWh olarak belirlenmiştir. Ağustos ayında 209.883 kWh üretim yapılarak yılın en yüksek üretimi bu ayda sağlanmıştır. Santralin yıl bazında toplam üretim değeri 1.928.821 kWh'tır.

Tablo 5. 2020 yılı Lüytob aylık üretim değerleri

YIL	AY	ÜRETİM (kWh)
2020	OCAK	97.857
2020	ŞUBAT	127.120
2020	MART	102.338
2020	NİSAN	159.580
2020	MAYIS	174.404
2020	HAZİRAN	185.011
2020	TEMMUZ	188.750
2020	AĞUSTOS	209.883
2020	EYLÜL	203.016
2020	EKİM	178.228
2020	KASIM	158.417
2020	ARALIK	144.217
	TOPLAM	1.928.821

4. Sonuç

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevrede oluşturduğu geri dönüşü olmayan ağır tahribatlardan ötürü yenilenebilir enerjiye olan ihtiyaç gittikçe artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları sonsuz olmalarından ve ülkemizin coğrafi konumunun da bu kaynakların kurulmasına elverişli olmasından ötürü bu kaynakların kullanımının artırılması dışarıya olan bağımlılığı azaltmada yardımcı olabilecek bir unsur konumundadır. Bu

çalışmada Afyonkarahisar ilinin Gençali Köyünde kurulumu tamamlanmış olarak bulunan PV*SOL programı ile 1.166 MW gücünde 265 Wp panellerden oluşan güneş enerji santrali tasarlanarak tahmini ve gerçek üretim değerleri karşılaştırılarak PV*SOL yazılımının güvenilirliği test edilmiştir.

Afyonkarahisar ilinin Gençali Köyünde kurulumu tamamlanan Akoba-2 GES'in PV*SOL yazılımı ile Lüytob verilerinin yıl bazında karşılaştırılmasının yapılması sonucunda PV*SOL yazılımının yıllık üretim değeri Tablo 3'de 1.867.026,20kWh olarak, Lüytob verilerine göre ise yıllık gerçek üretim değeri Tablo 4'de 1.928.821kWh olarak görülmektedir.

Üretim değerleri incelendiğinde PV*SOL yazılım programının vermiş olduğu üretim sonucuna göre %3,309798 oranında hata payının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

- Al-Shagea, E., Özdemir, E., & Sezen, S. (2021). Lisanssız elektrik üretiminde şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemlerin performans analizi. *International Marmara Sciences Congress (Spring) Proceedings Book* (ss. 209-217), Kocaeli.
- BP. (2018). *BP statistical world review of energy*. London.
- Ceylan, O. (2017). Fotovoltaik programlarının simülasyon sonuçlarının doğruluğunun incelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Ceylan, O., & Taşdelen, K. (2018). Isparta ili için fotovoltaik programlarının simülasyon sonuçlarının doğruluğunun incelenmesi. *Afyonkarahisar kocatepe üniversitesi fen ve mühendislik bilimleri dergisi*, 18(3), 895-903.
- Dondariya, C., Porwal, D., Awasthi, A., Shukla, A., Sudhakar, K., Manohar, M., & Bhimte, A. (2018). Performance Simulation Of Grid-Connected Rooftop Solar PV System For Small Households: A Case Study Of Ujjain, India. *Energy Reports*, 4, 546-553.
- Erdoğan, S. (2020). Enerji, Çevre ve Sera Gazları. *Çankırı karatekin üniversitesi iktisadi ve idari bilimler fakültesi dergisi*, 10(1), 277-303.
- ETKB. (2018). Türkiye Enerji Verimliliği Gelişim Raporu.
- Güven, A. (2016). Afyon Oruçoğlu Terma Otelinin Enerji İhtiyacını Karşılacak Güneş Enerji Sisteminin Tasarlanması, Optimizasyonu ve Maliyet Analizi, Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitimde Stratejik Araştırma Konferansı (ICoSReSSE), (ss. 1-18). Antalya.
- İsler, Y., & Salihmuhsin, M. (2019). Güneş enerjisi santrallerinde sehpa seçiminin performansa etkisinin analiz edilmesi Ve Sıcaklık Etkisi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 6(1), 97-107.
- Kınalı, M. (2019). Güneş Enerjisi Simülasyon Programlarının Gerçek Verilerle Doğruluk Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Konya Teknik Üniversitesi.
- Keskin, A., Martin, K., & Boran, K. (2019). Niğde İli Güneş Enerji Santrali Modellemesi ve Performans Parametreleri Değerlendirmesi. *SETSCI Conference Proceedings*, 4(1), (ss. 213-216). Ankara.
- Öztürk, H. (2021). Bir güneş enerji santralinin üretim ile simülasyon değerlerinin karşılaştırılması ve kayıp analizi: Beştepe Enerji Örneği [Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Patarau, T., Petreus, D., & Etz, R. (2015). Analysis and optimization of a geothermal, biomass, solar hybrid system: An application of PV* Sol software. *In 2015 38th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)*, (s. 370-375).
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası. (2021, 20 Ağustos). Erişim adresi <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/3.aspx>
- Taşkın, O., & Vardar, A. (2019). Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Amfi Çatısının Güneş Elektrik Potansiyelinin Tahminlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 45-51.
- TSKB. (2020). Enerji Görünümü Raporu.