ASOS JOURNAL
The Journal of Academic Social Science

Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 11, Sayı: 140, Mayıs 2023, s. 114-132

ISSN: 2148-2489 Doi Number: http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.69002

Yayın Geliş Tarihi / Article Arrival Date *20.03.2023*

Yayımlanma Tarihi / The Publication Date *29.05.2023*

Dr. Öğr. Üyesi Zafer BAŞKAYA
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi,
Coğrafya Bölümü, Bilecik
zafer.baskaya@bilecik.edu.tr
Orcid: 0000-0002-1538-4911

Senanur KAYA
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik
kaya.asenaa97@hotmail.com
Orcid: 0000-0002-1482-4612

GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİ: BİLECİK İLİ ÖRNEĞİ

Öz

Dünya nüfusu hergeçen gün hızla artmaktadır. Günümüzde artan nüfusla birlikte, gelişen teknoloji ve sanayileşmeye bağlı olarak gerek Dünya'da gerekse Türkiye'de enerjiye olan talep de çeşitli kullanım alanlarında hızla artmaktadır. Fosil yakıtların fazla kullamını ve çevresel zararları yenilenebilir enerjiye olan ihtiyacı artırmasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının başında rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, biyokütle enerjisi ve güneş enerjisi gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi birçok kullnım alanına ve önemli bir potansiyele sahiptir. Güneş enerjisi başta elektrik üretimi olmak üzere sıcak su üretimi, soğutma, kurutma ve suyun damıtılması gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinin Bilecik ilindeki potansiyeli ile mevcut ve planlanan güneş santralleri incelenmiştir. Çalışma hazırlanırken literatür çalışmasının yanısıra Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'nda Bilecik ili ile ilgili

bazı verilerden yararlanılmıştır. Bu verilerden yola çıkarak Bilecik il geneli ve ilçeler düzeyinde bazı hesaplamalar yapılarak güneşlenme saatleri ve enerji yoğunlukları açısından bir takım veriler ortaya konulmuştur. Bu verilerle Bilecik ilinin ilçeleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuç olarak, Bilecik ilinin potansiyelinin değerlendirilmesi durumunda verimli bir güneş enerji potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Bilecik İli, Yenilenebilir Enerji, Güneş Enerjisi Potansiyeli, Güneş Enerjisi Santrali.

THE POTENTIAL OF SOLAR ENERGY AND SOLAR POWER PLANTS: THE CASE OF BİLECİK PROVINCE

Abstract

Global population is growing every single day. Today, with the increasing population coupled with the developing technology and industrialization, the demand for energy both in the world and in Turkey is going up rapidly in various usage areas. Fossil fuels and their environmental damage are making the need for renewable energy more obvious. As a result of this, renewable energy sources have been recently valued more than ever. Renewable energy sources mainly include wind energy, geothermal energy, hydroelectric energy, biomass energy and solar energy. Among them, solar energy has many uses and an important potential. Solar energy is used in various fields such as electricity generation, hot water production, cooling, drying and water distillation. This study is carried out to analyse the potential of solar energy together with the existing and planned solar power plants in Bilecik province since it bears importance as a type of renewable energy sources. While preparing the study, besides the literature study, some data about Bilecik in the Solar Energy Potential Atlas of the General Directorate of Energy Affairs were used. Based on these data, some calculations were made at the level of Bilecik province and districts, and some data were revealed in terms of sunshine hours and energy densities. Comparisons were made between the districts of Bilecik with these data. As a result, it has been determined that Bilecik province has an efficient solar energy potential in case of evaluation.

Keywords: Bilecik Province, Renewable Energy, Solar Energy Potential, Solar Power Plant.

1. Giriş

Günümüzde Dünya'da kullanılan enerji kaynaklarına bakıldığında insanoğlu fosil yakıtlara oldukça bağımlıdır. Dünyamız üzerinde bulunan fosil yakıtlar genel olarak kömür, petrol ve doğalgaz gibi tükenebilir enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakların Dünya üzerinde düzensiz dağılımı, bu enerji kaynaklarının ulaşılabilirliliği ve kullanılabilirliliği açısından önemli sorunlar meydana getirmektedir. Günümüzde fosil yakıt kullanımının gittikçe artmakta oluşu, oluşturduğu çevresel etkiler açısından bütün insanlığı etkileyen sorunlara sebep olmaktadır. Bu nedenle gerek oluşturduğu sorunları önleme gerekse enerji çeşitliliğinin sağlanabilmesi açısından yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması oldukça önemlidir (Ceyhan, 2018: 1).

Dünyamızda var olan enerji problemine sürekli bir çözüm oluşturulabilmesi için öncelikli olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilerek insanlığın hizmetine sunulması gerekmektedir. Bu bağlamda bütün dünyada ulaşılabilirliği bakımından neredeyse hiçbir sıkıntı oluşturmayan, doğal, çevreci ve bitmez bir enerji kaynağı olarak ifade edilen güneş enerjisi öncelikli bir enerji olarak ön plana çıkmaktadır (Seydioğulları, 2013: 20).

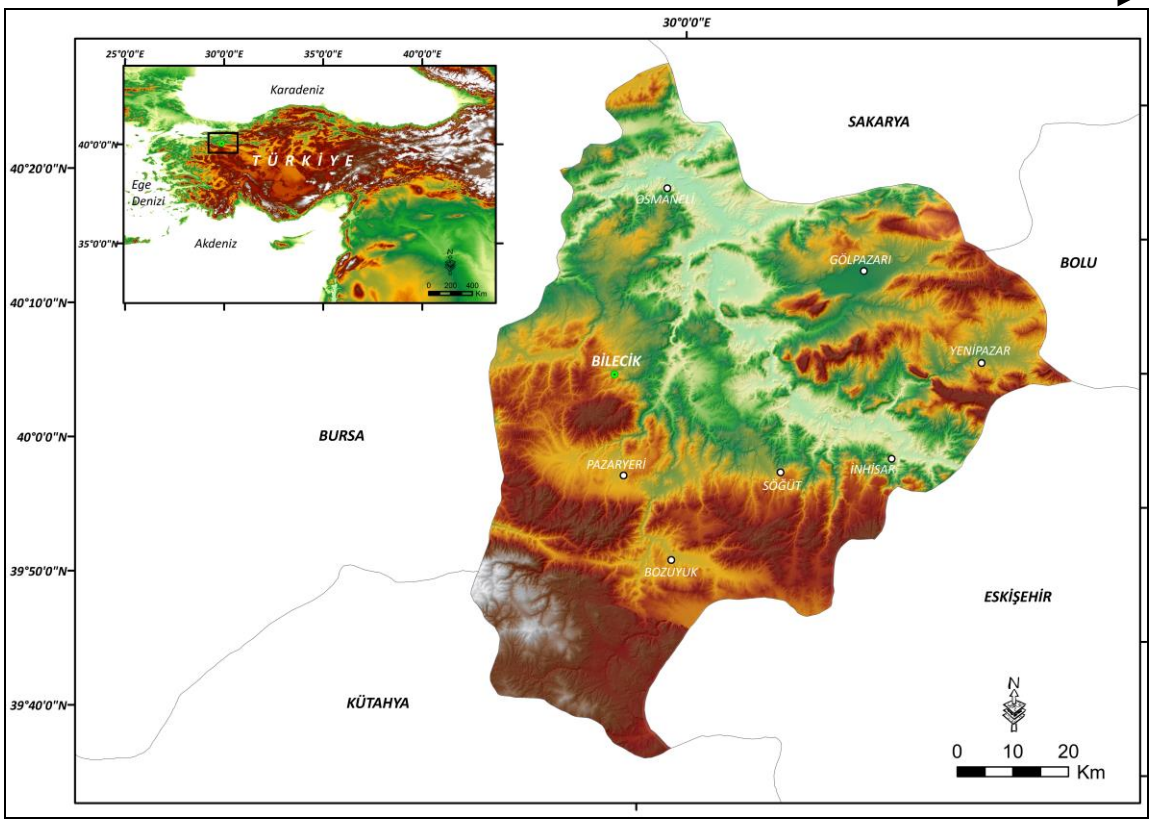
Güneş enerjisi zararlı bir gaz salınımının olmadığı, direkt güneş ışığından elde edilen temiz bir enerjidir. Zararlı gaz salınımı yaymadığı için güneş ışınları hem güvenli hem de sağlıklı enerji potansiyeli meydana getirmektedir. Bu nedenle özel sistemler ile birlikte güneş ışınları günümüzde emilmekte; depolanmakta ve doğrudan kullanılabilmektedir (Ceyhan, 2018: 2). Bu durum ev veya işyerleri yanı sıra pek çok farklı yerde önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak oldukça önemli olan güneş enerjisi doğaya zarar vermemesi ile de ön plana çıkmaktadır.

Günümüzde, gelişen teknoloji sayesinde güneş enerjisinin kullanım alanları gerek Dünya'da gerekse Türkiye'de hızla artmakta ve çeşitlilik göstermektedir. Günümüzde güneş enerjisi konutların ve diğer binaların elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamaya yönelik olarak elektrik üretiminde, bina, konut ve seralar gibi farklı alanların ısıtılması için sıcak su üretiminde, soğutma işlemlerinde, suyun damıtılması işlemlerinde, kurutma işlemlerinde, hesap makineleri ve saatlerde, trafik işaret ve lambalarında, bahçe aydınlatmalarında, taşıt yollarının ve sokakların aydınlatılmasında, yapay uydular ve güneş kuleleri gibi birçok işlem ya da alanlarda kullanılmaktadır (Kılıç, 2015: 37).

2. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

Araştırma sahamızın sınırlarını oluşturan Bilecik İli, Marmara Bölgesi'nin güneydoğu kesiminde; Marmara, Ege, İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerinin birbirine sınırı olan alanda bulunmaktadır. Bu özelliğinden dolayı Türkiye'de dört bölgede toprakları bulunan tek il konumundadır. Bilecik ili 39° 39' ve 40° 31' kuzey enlemleri ile 29° 42' ve 30° 39' doğu boylamları arasında yeralmaktadır. İl doğudan Bolu ve Eskişehir illeri ile, batıdan Bursa ili ile, güneyden Kütahya ili ile, kuzeyden ise Sakarya ili ile komşudur (Harita 1).

Bilecik ili; Bilecik Merkez ilçesi ile Bozüyük, Söğüt, Osmaneli, Gölpazarı, Pazaryeri, Yenipazar ve İnhisar taşra ilçelerinden meydana gelmektedir. Bu ilçelerden Bilecik Merkez ilçesi ile Bozüyük ilçeleri nüfus bakımından en büyük ilçelerini oluştururken, Söğüt, Osmaneli, Gölpazarı ve Pazaryeri ilçeleri orta büyüklükte ilçelerdir. Yenipazar ve İnnhisar ilçeleri ise ilin en küçük ilçeleridir. Bilecik ilinde genellikle topografyanın ana doğrultusu doğu-batı ve kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanış göstermektedir. İl topraklarından geçen Sakarya Nehri Bilecik ili içerisinde bünyesine Göksu, Göynük, Karasu ve Erbis Çayları kollarını almaktadır. İl geneli genellikle plato karakterindedir. İl genelinde yer alan platoluk alanlar, Bilecik ve Söğüt Platoları, Sündiken Platoları Aktaş-Alıç Patoları ve Dokuz Platosu gibi platoluk alanlar olup, bu platolar adı geçen nehir ve kolları tarafından derin bir şekilde yarılmıştır. İlin en alçak kesimleri Sakarya Nehri ve kollarının platoluk alanları parçalayarak oluşturduğu derin vadilerdir. Bu karşılık en yüksek alanlar ise genellikle ilin güney ve güneybatı kesimlerini oluşturmaktadır.



Harita 1. Bilecik İlinin Lokasyonu

3. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

Bu çalışmanın amacı Bilecik ilinin güneş enerjisi potansiyelini ortaya koymaktır. Çalışma hazırlanırken öncelikle literatür araştırması yapılmıştır. Daha sonra Bilecik ilinin güneş enerjisi potansiyelini ortaya koymak için Enerji işleri Genel Müdürlüğü'nün Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'nda (GEPA) Bilecik il geneli ve ilçelerinin 2020 yılına ait günlük güneşlenme süreleri ve global radyasyon değerleri gibi bazı temel verilerinden yola çıkılarak il ve ilçeler düzeyinde bazı hesaplamalar yapılarak günlük, aylık ve yıllık güneşlenme saatleri ile aylık ve yıllık toplam güneş enerjisi yoğunlukları ortaya konmuştur. Hesaplanan verilerle Bilecik ilinin ilçeleri arasında karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde Bilecik ilinin coğrafi konumu ile yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu ve ortalama yıllık toplam güneşlenme süresinin 2428 saate (yaklaşık olarak günlük ortalama 6,7 saat); ortalama toplam ışınım şiddeti ya da enerji yoğunluğu ise 1.414 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,9 kWh/m²)'a ulaştığı belirlenmiştir. Bu değerler Bilecik ilinin, güneş enerjisi santrallerinin kurulması ve güneş enerjisinden çeşitli amaçlarla yararlanma bakımından önemli avantajlara sahip olduğu göstermektedir.

4. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

Alternatif bir enerji kaynağı şeklinde Türkiye'de güneş enerjisi ilk kez 1960'lı yılların başlarında gündeme gelmiştir. Birtakım yatırımcılar ve üniversitelerde yapılan tez çalışmaları ile güneş enerjisi alanındaki çalışmalar başlamıştır (Bilgen, 1966). Güneş enerjisi konusunda yapılan ilk ulusal kongre ise 1975 yılında İzmir'de yapılmıştır (Selçuk & Tran, 1976). Yine 1975 yılında ilk pasif sistem güneş enerjisi uygulaması Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde oluşturulmuştur (Eryıldız & Demirbilek, 2000). Güneş enerjisi konusunda yoğun çalışmalar

İTÜ, ODTÜ, Ege ve Yıldız Teknik Üniversiteleri öncülüğünde yaygın olarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de günümüzde halen faaliyetine devam eden ilk ve tek olan Güneş Enerjisi Enstitüsü ise 1978'de Ege Üniversitesi bünyesinde oluşturulmuştur (Kapluhan, 2014: 88). Türkiye'de güneş enerjisi faaliyetleri alanındaki yapılan çalışmalar 1980'li yıllardan sonra hız kazanmıştır. 2000'li yıllardan itibaren ise yaygınlaşmıştır.

Türkiye'de ilk güneş enerjisi santrali (GES) İstanbul İkitelli'de kurulmuştur. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İnosol Enerji'nin ortak çalışmasıyla gerçekleştirilen proje 500 kilovat kurulu gücündeydi (yesilekonomi.com). Günümüzde ise Türkiye genelinde güneş enerjisi santralleri sayısı hızla artmaya devam etmektedir.

2014 yılında Türkiye'de güneş enerjisi santrali kurulu gücü sadece 40 MW kadarken 2020 yılına gelindiğinde aradan geçen 6 yılda bu değer 267 kat artarak 6.667 MW kurulu güce ulaşmıştır (https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes). 2020 yılına ait bu değer Türkiye'nin hidrolik, doğalgaz, linyit, ithal kömür, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, taş kömürü, asfaltit, fuel oil, nafta, lng, motorin enerji kaynaklarının toplam kurulu gücü olan 95.890,61 MW'ın %7'ilik kısmını teşkil etmektedir (EPDK, 2021: 3; Tablo 1).

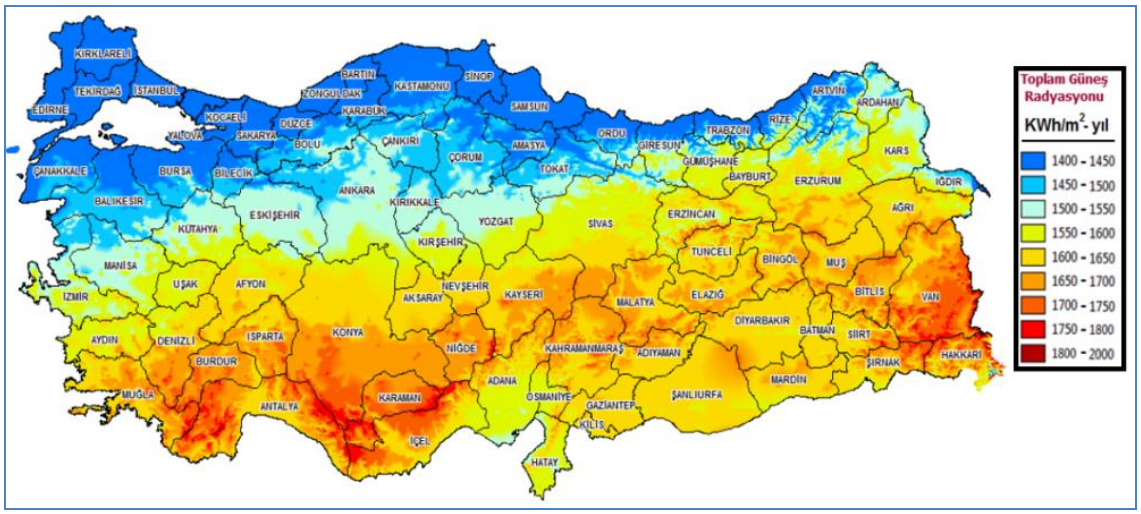
2014 yılında Güneş Enerjisi santrallerinin Türkiye'nin Toplam Elektrik Üretimi İçindeki Payı sadece % 0.01 iken 2020 yılına gelindiğinde bu değer % 3,7'lere çıkmıştır (EPDK, 2015; EPDK, 2021: 3). Yani 2020 yılında, 2014 yılındaki güneş santrallerinden elektrik üretiminin 370 katı bir elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu durum göstermektedir ki gerek güneş enerjisi kurulu gücü gerekse bu santrallerden elektrik enerjisi üretimi oldukça hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Bu durum ise Türkiye'nin bulunduğu enlemler açısından ve güneşlenme potansiyeli açısından mevcut potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 1. 2020 Yılı Sonu İtibariyle Kaynak Bazında Kurulu Güç ve Üretim Değerleri

Kaynak Türü	Toplam Kurulu Güç* (Mw)	Oran (%)	Toplam Üretim* (Gwh)	Oran (%)
Hidrolik	30983,90	32,3	78114,95	25,6
Doğal Gaz	26041,93	27,2	69277,54	22,7
Linyit	10119,92	10,6	38163,85	12,5
İthal Kömür	8986,85	9,4	62466,47	20,5
Rüzgâr	8832,40	9,2	24680,83	8,1
Güneş	6667,42	7,0	11242,48	3,7
Jeotermal	1613,19	1,7	9929,41	3,3
Biyokütle	1115,59	1,2	5501,94	1,8
Taş Kömürü	810,77	0,8	3415,83	1,1
Asfaltit	405,00	0,4	2222,88	0,7
Fuel Oil	305,93	0,3	313,04	0,1
Nafta	4,74	0,0	0,00	0,0
Lng	1,95	0,0	0,00	0,0
Motorin	1,04	0,0	1,00	0,0
Toplam	**95890,61**	**100,00**	**305330,21**	**100,00**

Kaynak: EPDK Elektrik piyasası 2020 yılı piyasa gelişim raporu, 2021:3. *Lisanslı ve lisanssız santraller dâhil edilmiştir.

Güneş enerjisi potansiyeli bakımından Türkiye'nin mevcut coğrafi konumu çok verimlidir. Ancak ışınım şiddetine bağlı olarak ülkemizin coğrafi bölgeleri açısından güneş enerjisi potansiyelinin farklılık gösterdiğini söylemek mümkündür (Harita 2). Dolayısıyla ormanlar ve yüksek eğimli alanlar dışında, Akdeniz bölgeleri içerisinde kalan kısımlarında güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğunu ve bu bölgede kurulacak olan güneşli su ısıtıcı panellerinden yıl boyunca tam kapasiteli verim elde edileceğini söylenebilir.



Harita 2. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (2020).

Kaynak: https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes

Tablo 3 incelendiğinde, Bölgelerin güneşlenme süreleri sırasıyla; Akdeniz (1614), Güney Doğu Anadolu (1608), Doğu Anadolu (1595), İç Anadolu ve Ege (1560), Karadeniz (1414) ve Marmara (1370) toplam güneş enerjisine sahiptir. Bu değerlere bakıldığında Akdeniz'in toplam güneş enerjisinin en fazla olduğu görülmektedir. Ancak bölgeler bazında kurulu güç kapasitesi açısından; İç Anadolu, Ege, Akdeniz, Güney Doğu Anadolu, Doğu Anadolu, Marmara ve Karadeniz olacak şekilde sıralanmaktadır. Dolayısıyla bölgelere göre güneşlenme süreleri ve GES kurulu güçleri incelendiğinde, GES'lerin sadece bölgelerde güneşlenme süreleri esasına göre kurulmadığını söyleyebiliriz. Bunlara bağlı olarak radyasyon değerlerinin de yıllara hatta aylara göre değişebildiğini söylemek mümkündür. Tablo 2' de görüleceği üzere, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında toplam radyasyon oranları %13'lük paya sahiptir. Yaz aylarına doğru gidildikçe ve güneşlenme süresinin de artmasıyla birlikte Türkiye'nin radyasyon oranlarının yükseldiğini söylemek mümkündür. Nisan ve Mayıs aylarında da toplam radyasyonun payı büyüktür. Aralık ve Ocak aylarında ise bu pay oldukça az olmakla birlikte birbirine yakın değerler göstermektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Aylara Göre Dağılımı (2020).

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m2-ay)	Güneşlenme Süresi (Saat/Ay)
Ocak	55.49	127
Şubat	72.50	151
Mart	119.97	194
Nisan	147.90	224

Mayıs	190.34	282
Haziran	197.10	324
Temmuz	201.50	351
Ağustos	180.11	332
Eylül	144.30	277
Ekim	107.26	213
Kasım	64.20	155
Aralık	49.29	116
Yıllık	1529.96	229

Kaynak: (https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/) sitesindeki verilere göre tarafımızdan hesaplanmıştır.

Tablo 3. Bölgelerin Güneşlenme Süreleri ve Işınım Değerleri

Bölge	**Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)**	**Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m2 -yıl)**
Akdeniz	2955	1614
Güney Doğu Anadolu	2951	1608
Ege	2857	1560
Doğu Anadolu	2797	1595
İç Anadolu	2750	1560
Marmara	2553	1370
Karadeniz	2336	1414

Kaynak: https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator

5. Bilecik İli Güneş Enerji Potansiyeli

Bilecik ili coğrafi konum açısından güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça verimlidir. Güneş ışığından enerji üretmek için güneşlenme süresinin tespiti ve incelenmesi oldukça önemlidir. Bilecik ilinin yıl içerisinde günlük ortalama güneşlenme süresi 6.64 saat iken, yıllık toplam güneşlenme süresi ise 2428.3 saat/yıldır. Güneşlenme süresi ne kadar fazla ise buna bağlı olarak elektrik üretimi potansiyeli de o derece fazla olacaktır. Güneşlenme süresi yıl içerisinde güneş ışınlarının geliş açısındaki değişimlere ve enlem derecelerine göre değişiklikler göstermektedir. Güneşlenme süresinin yıl içerisindeki değişimlerin en önemli nedeni Dünya'nın eksen eğikliğidir. Eksen eğikliğine bağlı olarak güneş ışınları aylara göre farklı açılarla geldiğinden, günlere ve aylara göre de güneşlenme süreleri değişmektedir. Bilecik ilinin aylara göre ortalama günlük ve ortalama aylık güneşlenme süreleri incelendiğinde en fazla güneşlenme süresinin yaz aylarına ait günlerde olduğu söylenebilir. Bilecik'te yaz ayları içerisinde güneşlenme süresinin gerek günlük ortalama gerekse aylık toplam olarak en fazla olduğu ay Temmuz ayıdır. Temmuz ayında günlük ortalama güneşlenme süresi 10.48 saate çıkarken aylık olarak toplam güneşlenme süresinin ise 324.88 saate çıktığı görülmektedir. Bu ayı ise yine yaz aylarından Haziran ile Ağustos ayları takip etmektedir. İlkbahar ayları ile sonbahar ayları ise güneş ışınlarının geliş açısı yaz mevsimine göre daha eğik açılarla olduğundan ve buna ilaveten bu mevsimlerde nispeten bulutluluk oranı da arttığından günlük ortalama ve aylık toplam güneşlenme süreleri daha azdır. Kış mevsimi aylarında ise aynı sebeplerin etkilerinin daha da artmasıyla birlikte günlük ortalama güneşlenme ve aylık toplam

güneşlenme süreleri oldukça azalmaktadır. Nitekim Ocak ayında günlük ortalama güneşlenme süresi 3.28 saate, aylık toplam güneşlenme süresi ise 101.68 saate kadar düşmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Bilecik İli Ortalama Güneşlenme Süreleri ve Radyasyon Değerleri (2020).

Aylar	Bilecik Günlük Güneşlenme Saatleri (saat)	Bilecik Global Radyasyon Değerleri (kWh/m²-gün)	Bilecik Aylık Toplam EnerjiYoğunluğu (kWh/m²)	Bilecik Aylık Toplam GüneşlenmeSaatleri (saat)
Ocak	3.28	1.61	49.91	101.68
Şubat	4.45	2.37	66.36	124.6
Mart	4.77	3.49	108.19	147.87
Nisan	6.27	4.66	139.8	188.1
Mayıs	8.75	5.84	181.04	271.25
Haziran	9.86	6.24	187.2	295.8
Temmuz	10.48	6.08	188.48	324.88
Ağustos	9.75	5.46	169.26	302.25
Eylül	8.48	4.43	132.9	254.4
Ekim	5.86	3.04	94.24	181.66
Kasım	4.44	1.85	55.5	133.2
Aralık	3.31	1.34	41.54	102.61
Yıllık	6.64	3.86	1414.42	2428.3

Kaynak: (https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/11.aspx)

Güneşten enerji üretimi için bir diğer önemli konu da global radyasyon değeridir. Global radyasyon yatay yüzeye düşen toplam radyasyon miktarını ifade etmektedir. Güneşten çıkan ışınımlar yeryüzüne direk veya difüzyon şeklinde ulaşmaktadır. Global radyasyon, kaynağından çıktıktan sonra herhangi bir yüzeye çarpmadan direkt olarak yeryüzüne ulaşan radyasyon olan direk radyasyon ile atmosferdeki partiküller, bulutlar ya da yeryüzü şekilleri sebebiyle kırılarak yüzeye ulaşan radyasyon olan difüz radyasyonun toplamını ifade etmektedir. Yani kısaca, birim yüzeye ulaşan toplam radyasyondur. Birimi ise W/m²'dir (Kökey, 2013: 2). Güneşten Dünya'ya gelen ışınların geliş açıları enlem derecelerine, mevsimlere ve aylara göre farklılık gösterdiğinden dolayı global radyasyon değerleri de günlük ve aylık olarak farklılık göstermektedir. Bilecik ilinde aylık olarak bakıldığında global radyasyon değerlerinde de aylar arasında önemli farlılıkların olduğu görülmektedir. Bu değerler yine yaz aylarında oldukça yüksek değerler gösterirken, kış aylarında en düşük değerlere düşmektedir. Dolayısıyla yaz aylarında güneş enerjisi üretim potansiyeli en yüksek düzeye ulaşırken, kış aylarında ise en düşük değerlere düşmektedir(Tablo 4).

Bilecik ilinde ilçelerin aylara göre günlük ortalama güneşlenme saatlerini incelediğimizde; özellikle daha güneydeki ilçeler olan Bozüyük, Pazaryeri, Söğüt gibi ilçelerin güneşlenme sürelerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Ocak ayında ortalama günlük güneşlenme süreleri Bozüyük (3.44 saat) ve Merkez (3.45 saat) ilçelerinde daha fazla iken, İnhisar (3.03 saat) ve Yenipazar (3.07 saat) ilçelerinde en azdır. Günlük güneşlenme süresinin genel olarak en fazla görüldüğü ay olan Temmuz ayına bakıldığında; en güney ilçeler olan Bozüyük (10.60 saat), Pazaryeri (10.57 saat) ve Söğüt (10.53 saat) ilçeleri en fazla ortalama

günlük güneşlenme sürelerine sahipken; Bilecik, İnhisar ve Yenipazar ilçeleri birbirine yakın değerler göstererek bu ilçeleri takip etmektedir (Tablo 5). Temmuz ayında genel olarak diğer aylarda da olduğu gibi en az ortalama günlük güneşlenme süresine sahip ilçeler, ilin kuzeyinde yer alan ilçeler olan Osmaneli (10.34 saat) ve Gölpazarı (10.37 saat) ilçeleridir (Tablo 5). Bu durum genel olarak enlem faktörüne bağlı olarak güneş ışınlarının geliş açısıyla ilgilidir. Buna rağmen Bilecik ilinin güneyi ile kuzeyi arasında enlem derecesi olarak önemli bir fark olmadığından aylık olarak günlük ortalama güneşlenme sürelerinde de önemli bir farklılık görülmemektedir.

Tablo 5. Bilecik İlinin 2020 Yılı İlçeler Düzeyinde Ortalama Günlük Güneşlenme Saatleri (saat).

Aylar	Merkez İlçesi	Bozüyük İlçesi	Söğüt İlçesi	Pazaryeri İlçesi	İnhisar İlçesi	Yenipazar İlçesi	Gölpazarı İlçesi	Osmaneli İlçesi
Ocak	3.45	3.44	3.15	3.56	3.03	3.07	3.20	3.37
Şubat	4.42	4.58	4.50	4.51	4.44	4.44	4.37	4.30
Mart	5.04	4.97	4.38	5.19	4.17	4.32	4.63	5.02
Nisan	6.45	6.39	5.98	6.56	5.91	6.04	6.15	6.40
Mayıs	8.79	8.88	8.80	8.88	8.70	8.68	8.58	8.60
Haziran	9.85	9.98	9.89	9.93	9.81	9.81	9.78	9.74
Temmuz	10.49	10.60	10.53	10.57	10.46	10.48	10.37	10.34
Ağustos	9.74	9.88	9.81	9.81	9.78	9.77	9.65	9.59
Eylül	8.46	8.66	8.55	8.57	8.47	8.43	8.38	8.26
Ekim	5.82	6.02	5.94	5.93	5.88	5.87	5.76	5.66
Kasım	4.41	4.59	4.50	4.50	4.44	4.40	4.36	4.25
Aralık	3.33	3.40	3.32	3.41	3.25	3.26	3.24	3.21

Kaynak: https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/11.aspx

Bilecik ilinin ilçelere düzeyinde aylık ve yıllık toplam güneşlenme sürelerine bakıldığında; en yüksek yıllık toplam güneşlenme süresinin Bozüyük (2484.31 saat) ile Pazaryeri (2485.44 saat) ilçelerinde olduğu, en az yıllık toplam güneşlenme süresinin ise İnhisar (2391.03 saat) ve Gölpazarı (2395.16 saat) ilçelerinde olduğu görülmektedir. Yenipazar (2398.11 saat) ve Osmaneli (2403.69 saat) ilçelerinde ise bu değerlerin biraz üzerinde bir güneşlenme bulunmaktadır. Yıllık toplam güneşlenme süresine etki eden faktörlerin başında enlem faktörü olduğu gibi bunu etkileyen diğer faktörler ilçe genelinde arazinin topografik yapısına göre eğim ve bakı koşulları ile aylık ortalama güneşlenme süresinin etkileyen hava koşulları da olabilmektedir. Nitekim İnhisar ve Yenipazar ilçeleri il topraklarının kuzey bölümlerinde olmamalarına karşın güneşlenme süresi bu ilçelerde arazi topografik yapısının daha engebeli olmasından dolayı daha düşük düzeyde görülmektedir. İlçelere göre aylık toplam güneşlenme süreleri incelendiğinde; kış mevsimi olmasından dolayı Ocak ayında en düşük aylık güneşlenme süreleri görülmektedir. Bu ayda Bozüyük (106.64 saat) ve Bilecik (106.95 saat) ilçelerinde en fazla güneşlenme görülürken, İnhisar (93.93 sat), Yenipazar (95.17 saat) ve Gölpazarı (99.20 saat) ilçelerinde en az güneşlenme meydana gelmektedir. Güneşlenme süresi yaz mevsiminin en sıcak ayı olan Temmuz ayına kadar sürekli artmakta, bu ayda genel olarak en yüksek düzeylere ulaşmaktadır. Temmuz ayında güneşlenme süreleri ilçeler genelinde

birbirine çok yakın olup yaklaşık 320 saat ile 329 saat arasında değişmektedir. Bozüyük ve Pazaryeri ilçeleri Temmuz ayında en yüksek güneşlenme süresine sahip olan ilçelerdir (Tablo 6).

Tablo 6. Bilecik İlinin 2020 Yılı İlçeler Düzeyinde Aylık ve Yıllık Toplam Güneşlenme Saatleri (saat).

Aylar	Merkez İlçesi	Bozüyük İlçesi	Söğüt İlçesi	Pazaryeri İlçesi	İnhisar İlçesi	Yenipazar İlçesi	Gölpazarı İlçesi	Osmaneli İlçesi
Ocak	106.95	106.64	97.65	110.36	93.93	95.17	99.20	104.47
Şubat	128.18	132.82	130.5	130.79	128.76	128.76	126.73	124.7
Mart	156.24	154.07	135.78	160.89	129.27	133.92	143.53	155.62
Nisan	193.5	191.7	179.4	196.8	177.3	181.2	184.5	192.0
Mayıs	272.49	275.28	272.8	275.28	269.7	269.08	265.98	266.6
Haziran	295.5	299.4	296.7	297.9	294.3	294.3	293.4	292.2
Temmuz	325.19	328.6	326.43	327.67	324.26	324.88	321.47	320.54
Ağustos	301.94	306.28	304.11	304.11	303.18	302.87	299.15	297.29
Eylül	253.8	259.8	256.5	257.1	254.1	252.9	251.4	247.8
Ekim	180.42	186.62	184.14	183.83	182.28	181.97	178.56	175.46
Kasım	132.3	137.7	135.0	135.0	133.2	132.0	130.8	127.5
Aralık	103.23	105.4	102.92	105.71	100.75	101.06	100.44	99.51
Yıllık	2449.74	2484.31	2421.93	2485.44	2391.03	2398.11	2395.16	2403.69

Kaynak: Ortalama günlük güneşlenme saatlerine dayalı olarak tarafımızdan hesaplanmıştır.

Genel olarak değerlendirilirse, Bozüyük, Pazaryeri ve Merkez ilçelerinin güneşlenme saatleri potansiyellerinin diğerler ilçelere oranla daha verimli olduğu söylenebilir.

Bilecik ilinin ilçeler düzeyinde aylara göre ortalama günlük global radyasyon değerlerine bakıldığında; en düşük günlük global radyasyon değerlerinin olduğu ayın Aralık ayı olduğu görülmektedir. Aralık ayından Haziran ayına kadar sürekli günlük global radyasyon değerleri artmakta, Haziran ayında en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Haziran ayında ilçelere göre günlük global radyasyon değerleri 6.39 KWh/m²-gün ile 6.10 KWh/m²-gün arasında değişmektedir. Bu değerin Haziran ayında en yüksek olduğu ilçe Bozüyük iken en düşük olduğu ilçe ise Osmaneli'dir (Tablo 7). Bu ayda bulutluluk oranının çok düşük olması nedeniyle bu durum daha çok enlem etkisine bağlı olarak güneş ışınlarının geliş açısıyla ilgilidir. Haziran ayından sonra genel olarak güneş ışınlarının geliş açısının daralmasıyla birlikte Aralık ayına kadar ortalama günlük radyasyon değerleri sürekli azalmaktadır. Aralık ayında en düşük seviyelere düşmektedir.

Tablo 7. Bilecik İlinin 2020 yılı İlçeler Düzeyinde Aylara Göre Ortalama Günlük Global Radyasyon Değerleri (KWh/m²-gün)

Aylar	Merkez İlçesi	Bozüyük İlçesi	Söğüt İlçesi	Pazaryeri İlçesi	İnhisar İlçesi	Yenipazar İlçesi	Gölpazarı İlçesi	Osmaneli İlçesi
Ocak	1.60	1.74	1.62	1.72	1.57	1.58	1.55	1.51
Şubat	2.40	2.34	2.30	2.41	2.32	2.49	2.38	2.32

Mart	3.44	3.62	3.53	3.53	3.50	3.50	3.44	3.36
Nisan	4.62	4.80	4.70	4.72	4.63	4.64	4.59	4.52
Mayıs	5.80	6.02	5.87	5.94	5.76	5.86	5.78	5.67
Haziran	6.21	6.39	6.27	6.32	6.17	6.22	6.18	6.10
Temmuz	6.03	6.30	6.12	6.21	5.98	6.11	6.01	5.88
Ağustos	5.41	5.59	5.50	5.51	5.43	5.44	5.40	5.35
Eylül	4.38	4.58	4.47	4.51	4.40	4.44	4.37	4.29
Ekim	3.01	3.11	3.08	3.08	3.06	3.00	3.00	2.96
Kasım	1.82	1.93	1.87	1.90	1.84	1.80	1.80	1.80
Aralık	1.31	1.40	1.35	1.39	1.33	1.31	1.31	1.29

Kaynak: https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/11.aspx

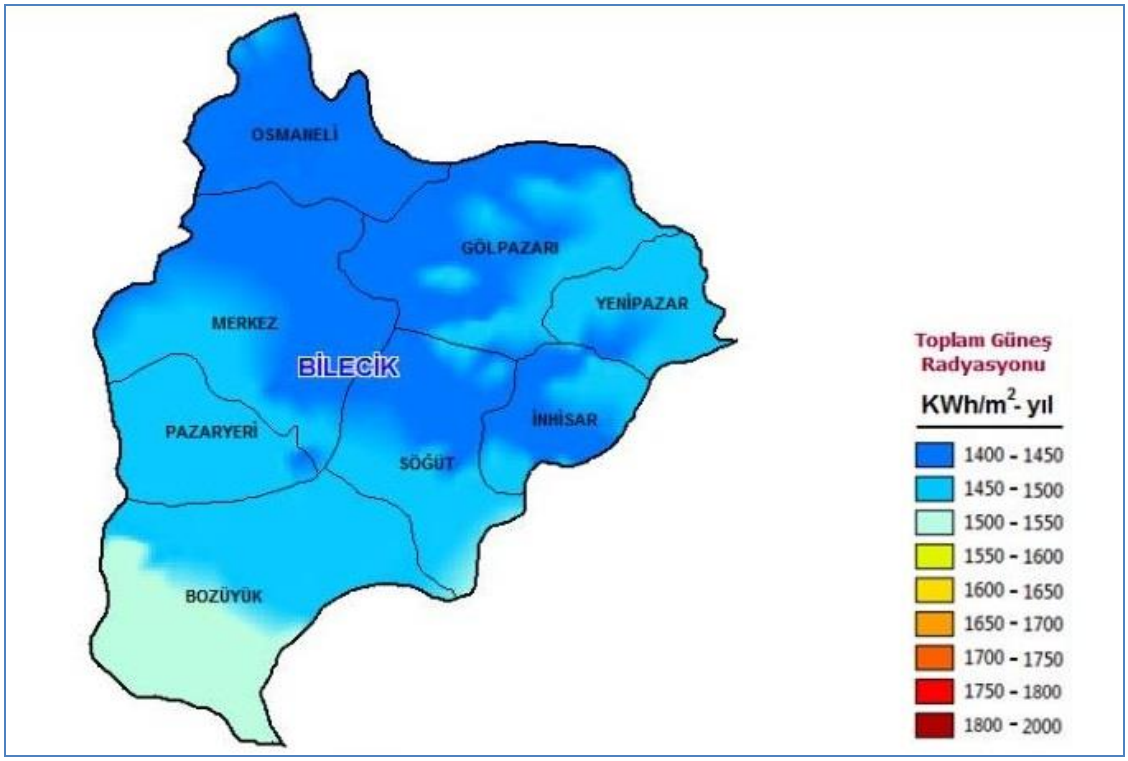
Bir yerde güneş enerjisi santrali kurulabilmesi için enerji verimliliğini etkileyen önemli kriterlerden birisi santralin kurulacağı yerin ya da bölgenin yıllık olarak m²'ye düşen güneş ışınım şiddeti ya da diğer bir ifadeyle yıllık toplam enerji yoğunluğunun 1100 kWh'ın üzerinde olması gerekir (Yolcan & Köse, 2020: 203). Bilecik ilinde ise m²'ye yıllık toplam enerji yoğunluğu Bilecik ilinin tüm ilçelerinde bu değerden oldukça yüksektir. Dolayısıyla Bilecik ilinin tüm ilçelerinde güneş enerjisi santralleri uygun ortamlar olduğu sürece enerji verimliliği açısından kurulabilme potansiyeline sahiptir. Bilecik ilinin ilçelere göre m²'ye aldığı aylık ve yıllık toplam enerji yoğunluğu incelendiğinde; m² başına yıllık toplam enerji yoğunluğunun en fazla olduğu ilçenin 1460.04 KWh/m² ile Bilecik ilin en güneyindeki ilçe olan Bozüyük ilçesi olduğu görülmektedir. Bu ilçeyi yine Bilecik ilinin güney ilçelerinden olan, 1442.17 KWh/m² ile Pazaryeri ve 1425.17 KWh/m² ile Söğüt ilçeleri takip etmektedir. Yıllık toplam enerji yoğunluğunun en az olduğu ilçeler ise Bilecik ilinin kuzey kesimlerinde yer alan Osmaneli (1375.2 KWh/m²) ile Gölpazarı (1398.41 KWh/m²) ilçeleridir. İlçeler düzeyinde m² başına aylık toplam enerji yoğunluğuna bakıldığında ise aylara göre de en fazla enerji yoğunluğunun yine ilin güney kesiminde yer alan Bozüyük, Pazaryeri Söğüt ve İnhisar ilçelerinde, buna karşın m² başına en az enerji yoğunluğunun ise Gölpazarı ve Osmaneli ilçelerinde olduğu görülmektedir (Tablo 8). Kış ayları olan Aralık, Ocak ve Şubat aylarında m² başına alınan enerji yoğunluğu en az seviyelerde iken, yaz aylarında m² başına alınan enerji yoğunluğu artmaktadır. Bu durum yaz aylarında kış aylarına göre güneş ışınları geliş açısının yüzeye 90º olan dik açıya daha yakın açıyla gelmesiyle ilgilidir.

Birim alan başına (m²) aylık ve yıllık toplam enerji yoğunluğunun en fazla olduğu ilçeler olan ve Bilecik ilinin güneyinde yer alan başta Bozüyük olmak üzere Pazaryeri, Söğüt ve İnhisar ilçelerinin güneş enerjisi santrali kurulması ve kurulduğunda verimlilik açısından daha yüksek elektrik enerjisi üretimi için daha uygun koşullara sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla kurulacak santrallerde, güneş enerjisi üretimi potansiyeli olarak enleme göre bulunulan konum ve bu konuma göre eğim ve bakı şartlarının da etkisiyle güneş ışınlarının geliş açısının enerji üretiminde oldukça etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 8. Bilecik İlinin 2020 yılı İlçeler Düzeyinde Aylık ve Yıllık Toplam Enerji Yoğunluğu (KWh/m²).

Aylar	Merkez İlçesi	Bozüyük İlçesi	Söğüt İlçesi	Pazaryeri İlçesi	İnhisar İlçesi	Yenipazar İlçesi	Gölpazarı İlçesi	Osmaneli İlçesi
Ocak	49.6	53.94	50.22	53.32	48.67	48.98	48.05	46.81
Şubat	69.6	67.86	66.7	69.89	67.28	72.21	69.02	67.28
Mart	106.64	112.22	109.43	109.43	108.5	108.5	106.64	104.16
Nisan	138.6	144.0	141.0	141.6	138.9	139.2	137.7	135.6
Mayıs	179.8	186.62	181.97	184.14	178.56	181.66	179.18	175.77
Haziran	186.3	191.7	188.1	189.6	185.1	186.6	185.4	183.0
Temmuz	186.93	195.3	189.72	192.51	185.38	189.41	186.31	182.28
Ağustos	167.71	173.29	170.5	170.81	168.33	168.64	167.4	165.85
Eylül	131.4	137.4	134.1	135.3	132.0	133.2	131.1	128.7
Ekim	93.31	96.41	95.48	95.48	94.86	93.0	93.0	91.76
Kasım	54.6	57.9	56.1	57.0	55.2	54.0	54.0	54.0
Aralık	40.61	43.4	41.85	43.09	41.23	40.61	40.61	39.99
Yıllık	1405.1	1460.04	1425.17	1442.17	1404.01	1416.01	1398.41	1375.2

Kaynak: Günlük ortalama global radyasyon değerlerine dayalı olarak tarafımızdan hesaplanmıştır.



Harita 3. Bilecik İli İlçelere Göre Güneş Enerjisi Potansiyeli

Kaynak: https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/11.aspx

6. Bilecik İli Güneş Enerji Santralleri

Bilecik ilinde kurulu 3 adet güneş enerji santrali bulunmaktadır. Bunlardan biri Pazaryeri ilçesinde bulunan Pazaryeri Güneş Enerji Santrali, bir diğeri İnhisar ilçesinde bulunan İnhisar Belediyesi Güneş Enerji Santrali ve diğeri ise Bozüyük ilçesinde bulunan BSN2M Enerji Güneş Enerji Santralidir.

6.1. Bilecik - Pazaryeri Güneş Enerji Santrali

Bilecik–Pazaryeri Güneş Enerji Santrali 10.106 MW Kurulu güce sahiptir. Yıllık ortalama 15 milyon kWh üretim kapasitesi bulunmaktadır. Bilecik- Pazaryeri Güneş Enerji Santrali, Pazaryeri İlçesi Fıranlar Köyü-Ahmetler Köyü çevresinde 175 dönüm alana kurulmuştur. Günlük 70.000 kWh üretim kapasitesi ve aylık 1.800.000 kWh üretim kapasitesine sahip santral için 38.137 adet solar panel, 269 adet sonsuz sehpa ve 225 adet inverter kullanılmıştır. Güneş enerji santralinde güneşe doğru yön değişikliği gerçekleştirebilen ve pozisyon alabilen motorlu tracker sistemleri bulunmaktadır. Açı değişimi sayesinde yaz ve kış mevsim moduna alınabilme imkânına sahiptir. İnşaaasına 2017 yılında başlanmış olan proje 2018 yılında devreye alınmıştır (https://bestbrandsenerji.com/ges-bilecik.php).

Fotoğraf 1. Bilecik- Pazaryeri Güneş Enerji Santrali

Kaynak: https://bestbrandsenerji.com/medya.php?x=2

6.2. İnhisar Belediyesi Güneş Enerji Santrali

İnhisar Belediyesi Güneş Enerji Santrali (GES), Bilecik ilinin toplam 8 ilçelerinden biri olan İnhisar ilçesinde yer almaktadır (Fotoğraf 2). İnhisar Belediyesi'ne ait olan santral 8,40 kWe kurulu gücüne sahiptir. Santral ortalama 122.640 kilovatsaat elektrik üretimi ile 34 kişinin günlük yaşam ihtiyaçlarında (sanayi, konut, çevre aydınlatması, resmi daire vb.) bütün elektrik enerjisini karşılayabilecek potansiyeldedir. İnhisar Belediyesi Güneş Santrali yalnızca konut elektrik tüketimi göz önüne alındığında ise 41 hanenin elektrik enerjisini sağlayabilecek elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. İnhisar Belediyesi Güneş Enerjisi Santrali yıllık 122.640 kWh üretim potansiyeline sahiptir (https://www.enerjiatlasi.com/gunes/inhisar-belediyesi-gunes-santrali.html).

Fotoğraf 2. İnhisar Belediyesi Güneş Enerji Santrali

Kaynak: (https://www.enerjiatlasi.com/gunes/inhisar-belediyesi-gunes-santrali.html)

6.3. BSN 2M Enerji Güneş Enerji Santrali

Bozüyük ilçesindeki santral 4.8 Mwp kurulu gücü ile Türkiye'nin 120. büyük güneş enerji santralidir. Bilecik ilinde kurulu olan enerji santrallerinden ise 9. büyük enerji santralidir (Fotoğraf 3).

Santrali ortalama 7000 MW saat elektrik üretimi kapasitesine sahiptir. 4.8 Mwp/4 Mw gücündeki GES projesinde 18000 adet güneş paneli ve 68 adet SMA STP-60 invertör kullanılmıştır. Bu proje 85000 m^2 alan üzerine kurulmuştur. Projenin kabulü 09.03.2017 tarihinde yapılmıştır ve 90 günde tamamlanmıştır (https://www.myenerjisolar.com/bilecik-48-mwp-arazi-uygulamali-ges/).

Fotoğraf 3. BSN 2M Enerji Güneş Enerji Santrali

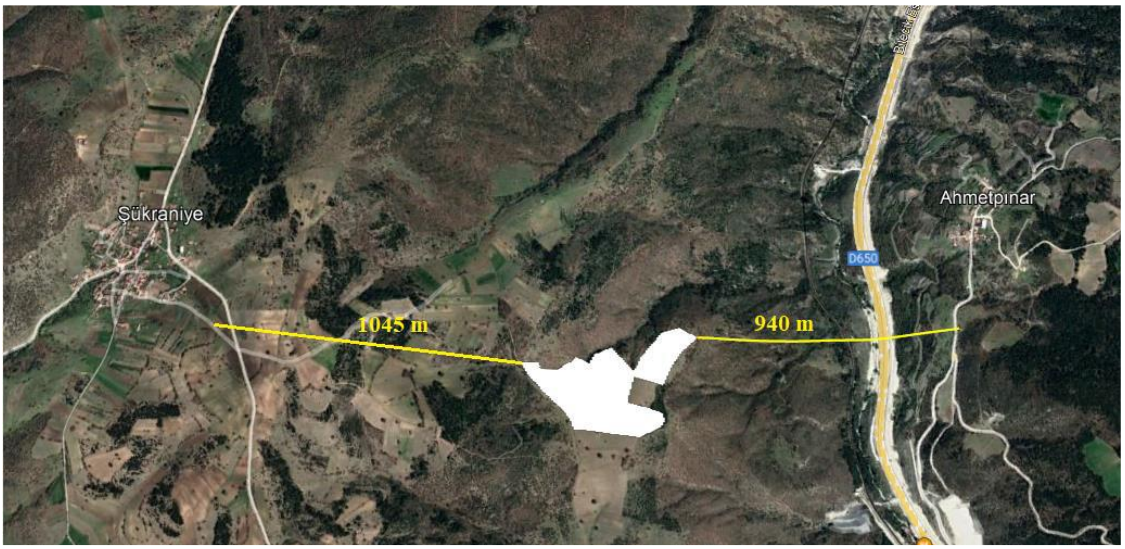
Kaynak: (https://www.myenerjisolar.com/bilecik-48-mwp-arazi-uygulamali-ges/)

7. Kurulması Planlanan Güneş Enerji Santralleri ve Genel Özellikleri

Solar Çatı Kurulum Hizmetleri A.Ş. tarafından Bilecik ili, Merkez ilçesi, Şükraniye köyü, 104 ada 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50 nolu parseller, H24-D-21-A-1 pafta adresinde 10,10 hektarlık alanda "Güneş Enerji Santrali" projesi yapılması planlanmaktadır. (https://bilecik.csb.gov.tr/gunes-enerji-santrali-projesi-sukraniye-duyuru-436573) Proje kapsamında arazi üzerine 455 Wp gücünde 21956 adet fotovoltaik panel ve alüminyum taşıyıcı sistemler yerleştirilerek güneş ışığından toplam 9,90 MWe / 9,99 MWm / 9,99 MWp (9900 kWe / 9989,98 kWp / 9989,98 kWm) gücünde elektrik enerjisi üretilmesi planlanmaktadır. Santralde 54 adet 185 kW gücünde inverter kullanılacak ve üretilecek enerji, üç fazlı (400V çıkışlı) çıkış gerilimi ile 1600 kVA gücündeki 8 adet trafonun AG baralarına bağlanacaktır. 8 adet trafo binası GES sahasına kurulması planlanan dağıtım merkezinde toplanacaktır (Solar Çatı Kurulum Hizmetleri A.Ş., 2023: 1).

Proje alanı Bilecik il merkezinin kuş uçuşu yaklaşık 11,35 km güneyinde yer almaktadır. Şükraniye Köyü'ne ait en yakın yerleşim yeri proje alanının kuş uçuşu yaklaşık 1045 m batısında Ahmetpınar Köyü'ne ait en yakın yerleşim yeri ise proje alanının kuş uçuşu yaklaşık 940 m doğusunda bulunmaktadır. (Solar Çatı Kurulum Hizmetleri A.Ş., 2023: 2).

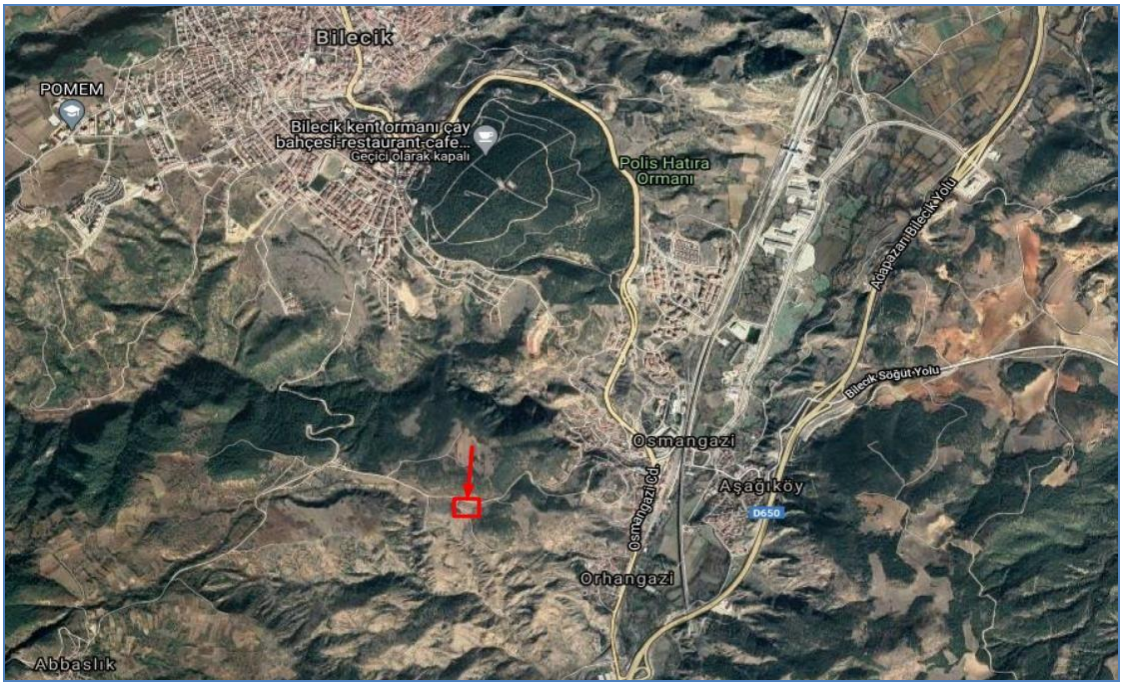
Proje kapsamında Bilecik ilinin günlük güneşlenme süresi yaz-kış ortalaması alınarak 12 saat olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre günlük güneşlenme süresi göz önünde bulundurularak proje kapsamında yıllık olarak üretilecek elektrik enerjisi miktarı 43.362.000 kW/yıl olarak hesaplanmıştır (Solar Çatı Kurulum Hizmetleri A.Ş., 2023: 8).



Harita 4. Bilecik Merkez İlçesi Şükraniye Köyü ile Ahmetpınar Köyü arasında kurulması planlanan güneş enerji santrali konumu (Solar Çatı Kurulum Hizmetleri A.Ş. Güneş Enerji Santrali Proje Tanıtım Dosyası, 2023: 11).

Kurulması planlanan bir diğer güneş enerji santralinin; Bilecik ili, Merkez ilçesi, Abbaslık mevkiinde 40° 06′ 52.5″ N ve 29° 59′ 13.6″ E coğrafi koordinatlarında 10000 m^2 alan üzerine kurulması planlanmaktadır (Harita 5). Mevkide geçiş güzergâhları bir engel oluşturmamakla beraber gerek doğal yaşama ve gerekse bölge halkına bir rahatsızlık vermeyecek şekilde ve malzeme teslimatlarının rahatça yapılabileceği bir konum üzerinde bulunmaktadır. Alan Bilecik merkeze 3 km uzaklıkta bulunmaktadır. Konum olarak ulaşımı kolay, şantiye koşullarında günlük ihtiyaçların giderilmesi açıdan iyi bir lokasyondadır. Çalışılacak olan

santralde gölgelenme oluşturabilecek ve herhangi bir şekilde üretimi etkileyecek bir durum yoktur. Çalışılması planlanan alanın büyüklüğü 10000 m^2 dir. Bulunduğu bölge itibariyle güneşlenme olanakları ve güneşlenme süresi bakımından iyi durumdadır (https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/).



Harita 5. Kurulması Planlanan Güneş Enerji Santralinin Konumu

Çalışma alanı yağış potansiyeli bakımından incelendiğinde (yıllık yaklaşık 460 mm) paneller ya da santraller üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığı analiz edilmiştir. Özellikle kurak aylarda tozlanma ve verimdeki azalmaları dikkate alındığında yağışın, yatırımcıların panelleri temizletme masraflarından kurtarması bakımından olumlu bir etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz. Planlanan santralin kurulum öncesi uydu görüntüsü harita 6'da verilmektedir.

Harita 6. Kurulması Planlanan Güneş Enerji Santrali Sahasının Uydu Görüntüsü

8. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde artan enerji talebine bağlı olarak enerji her alanda kullanılmaktadır. Günümüzde artan enerji talebi ve enerjinin her alanda kullanılması alternatif kaynaklara yönlendirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise enerji talebinde ve üretiminde önemli bir alternatiftir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli avantajları nedeniyle ülkemizin kalkınma hedefleri doğrultusunda fosil kaynaklı yakıt kullanımı sınırlandırılması gerekmektedir. Bunun içinde çevre bilincinin hızla arttığı günümüzde daha çevreci olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmemiz gerekmektedir.

Bu çalışma ile Bilecik ilinin sahip olduğu güneş enerji potansiyeli araştırılmış olup, yıllık toplam güneşlenme süresi yaklaşık 2428 saat, yıllık toplam global radyasyon değerinin ise yaklaşık 1415 KWh/m² olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanısıra Bilecik ili ilçelerinin de güneşlenme süreleri ve radyasyon değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Bozüyük, Pazaryeri ve Söğüt ilçeleri ile Merkez ilçe güneş enerjisi bakımından diğer ilçelere oranla verimli bulunmuştur. Özellikle Bozüyük ilçesinin güneşlenme saati potansiyelinin oldukça verimli olduğunu söyleyebiliriz. Osmaneli, Gölpazarı ve İnhisarın potansiyel açısından düşük olduğu analiz edilmiştir. Yenipazar ilçesi ise diğer ilçelere nispeten yakın durumdadır. İnhisar ilçesinin de yaz aylarına doğru oldukça verimli güneşlenme süresi saatine sahip olduğunu söyleyebiliriz. Burada bulunan güneş enerji santrali için ilkbahar, yaz ayları ve hatta Ekim, Kasım aylarının bile oldukça verimli olduğunu söyleyebiliriz. Bilecik ili aylara göre global radyasyon değeri incelendiğinde yaz aylarına doğru gidildikçe değerlerin arttığını Haziran ve Temmuz aylarının ortalaması oldukça verimli olduğu analiz edilmiştir. Bir diğer açıdan ilçelerin toplam günlük ve aylık enerji yoğunluğu ortalamaları da incelenmiştir. Bu incelemeler doğrultusunda Bozüyük ilçesinin toplam enerji yoğunluğu diğer ilçelere oranla oldukça verimli potansiyele sahip olduğu kaydedilmiştir. Yine bu noktada Osmaneli ilçesinin toplam enerji yoğunluğu ortalamasının düşük olduğu analiz edilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda güneş enerjili sistemlerden elde edilen 1 kWh enerji karşılığında 0.6 kg CO_2 engellenmektedir. Böylece güneş enerjisinin katkısıyla çalışan elektrik santralleri sayesinde fosil yakıtların zararları da engellenecektir. Güneş Enerji Santralleri üretilen yerli ve milli enerjiyle günümüzde dışa bağımlılığın azaltılması noktasında oldukça önemlidir. Bilecik ilinde de faaliyette olan güneş enerji santralleri de dışa bağımlılığın azaltılması açısından önemli katkılar gerçekleştirdiği gibi kurulması planlanan güneş enerjisi santralleri de dışa bağımlılığın azaltılması açısından önemli katkılar sağlayacaklardır. Ayrıca kurulması planlanan güneş enerji santrallerinin de devreye girmesiyle Bilecik ili güneş enerjisinde daha önemli bir konuma gelecektir.

Enerji ihtiyacının sürekli arttığı ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi giderek daha da artmaktadır. Ülkemizde cari açığın önemli bir kısmı enerji alanında olmaktadır. Bu nedenle cari açığın azaltılmasında ve enerji üretiminin artırılmasında güneş enerjisi santrallerinin sayısının daha hızlı bir şekilde artırılması gerekmektedir. Güneş enerjisi alanında yatırımlara hız verilmeli ve güneş enerjisi adına santral kapasitelerinin arttırılması yararlı olacaktır. Bu konudaki yatırımcılara teşvikler sunulmalıdır. İthal paneller haricinde Türkiye'de de üretimleri görülen PV modellerinin kullanılması avantajlı olmakla beraber, kalite ve devamlı servis hizmetlerinin geliştirilmesine de katkı sunacaktır. Güneş enerjisi açısından oldukça verimli potansiyele sahip olan Türkiye, güneş ışınlarından minimum seviyede yararlanan ülkelerin ilerisine hızla geçmelidir. Aynı zamanda su ısıtma kolektörleri açısından önde gelen ülkemiz, ar-ge harcamalarına ayrılan payda yıldan yılda artış kaydetmesi oldukça olumlu bir

sonuçtur.

Son yıllarda Türkiye'de olduğu gibi Bilecik ilinde de kurulmaya başlanan güneş enerjisi santrallerinin kurulumunda eneji üretim verimliliği açısından kurulum yeri seçimi iyi tespit edilmelidir. GES kurulmak istenen alanların bazı koşullarca uygun olup olmadığı, kurulumda izin ve denetlemeye yetkili kurumlarca takip ve tahkikatının yapılması oldukça önemlidir. GES kurulacak alanların verimli tarım alanlarının dışında olmasına dikkat edilmelidir. GES kurulacak alanlar seçilirken tarımın sürekliliği açısından tarıma uygun olmayan alanlar seçilmelidir. GES kurulacak alanların güneşe göre bakı durumu dikkate alınarak güney cepheli eğimli alanlar olması enerji verimliliği açısından oldukça önemlidir. Ayrıca GES kurulacak alanların enerji dağıtım şirketi ya da şirketlerinin trafo merkezlerine yakınlığı da oldukça önemlidir. Çünkü GES kurulacak arazi ile trafo merkezi arasındaki mesafe arttıkça kurulum maliyeti de artmaktadır.

Bilecik ili etrafındaki İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bursa ve Eskişehir gibi sanayinin geliştiği ve oldukça fazla bir nüfus barındıran enerji tüketim merkezlerine yakınlığı dolayısıyla da güneş enerjisi santrallerinde üretilen elektriğin pazarlanması noktasında da önemli bir konumda bulunmaktadır. Bu bağlamda Bilecik ili, güneş enerjisi santrali kurulumu ve üretilen enerjisinin tüketim merkezlerine ulaştırılması açısından yatırımcılar için oldukça cazip bir durumdadır.

Türkiye'nin birçok yerinde Güneş enerjisi santrali kurulumu, güneşten elde edilen enerjinin temiz, düşük maliyetli, sonsuz ve sürdürülebilir olması gibi avantajları nedeniyle son yıllarda hızlı bir şekilde artmaktadır. Bilecik ilindeki güneş enerjisi santralleri, gerek yatırımcıların elektrik üretmek ve satışını gerçekleştirmeleri açısından, gerek arazi sahiplerinin yeterince faydanılmayan alanlardan para kazanma fırsatı yakalaması yönüyle, gerekse istihdam ortaya çıkarmaları açısından önemli avantajlar sağlamaktadırlar.

KAYNAKÇA

Bilgen, E. (1966). *Güneş Işınlarından Enerji Elde Edilmesi ile bu Enerjinin Soğutmada Kullanılması*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ceyhan, İ. (2018). *Bilecik Bölgesinin Güneş Işınım Şiddeti Tahmininde Saklı Markov Modelinin Kullanılabilirliğinin Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), (2015). Elektrik Piyasası 2014 Yılı Piyasa Gelişim Raporu. Ankara.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), (2021). Elektrik Piyasası 2020 Yılı Piyasa Gelişim Raporu. Ankara.

Eryıldız, D. E. & Demirbilek, F. N. (2000). Anatolia Solar Architecture, Proceedings of the Third National Clean Energy Symposium, 15-17 Kasım 2000, pp: 245-254, İstanbul.

Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Güneş Enerjisinin Dünya'daki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu . *Coğrafya Dergisi,* 0 (29), 70-98.

Kılıç, F. Ç. (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri. *Mühendis ve Makina*, 56 (671), 28-40.

Kökey, İ. (2013). Güneş Enerji Santrallerinin Kurulumunda Güneş Ölçümünün Önemi ve

Türkiye'de Yasal Mevzuat. *VIII. Ulusal Ölçümbilim Kongresi,* 26-28 Eylül 2013, Gebze-Kocaeli.

Selcuk, M. K., & Tran, V. V. (1976). An Overview of Solar Still Greenhouse Performance and Optimal Design Studies. *In International Conference on Heliotechnique and Development*, Azzahran (Saudi Arabia), 1975. Development Analysis Associates.

Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), 19-25.

Solar Çatı Kurulum Hizmetleri A.Ş. (2023). Güneş Enerji Santrali Proje Tanıtım Dosyası (Bilecik İli, Merkez İlçesi, Şükraniye Köyü, 104 Ada 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50 Nolu Parseller, H24-D-21-A-1 Pafta).

Yolcan, O. O. & Köse, R. (2020). Türkiye'nin Güneş Enerjisi Durumu ve Güneş Enerjisi Santrali Kurulumunda Önemli Parametreler. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 196-215.

https://bestbrandsenerji.com/ges-bilecik.php

https://bestbrandsenerji.com/medya.php?x=2

https://bilecik.csb.gov.tr/gunes-enerji-santrali-projesi-sukraniye-duyuru-436573

http://eced.csb.gov.tr/jsp/ek1/41474

https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes

https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/

https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/11.aspx

https://www.enerjiatlasi.com/gunes/inhisar-belediyesi-gunes-santrali.html

https://www.myenerjisolar.com/bilecik-48-mwp-arazi-uygulamali-ges/

https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/

https://yesilekonomi.com/turkiyenin-ilk-gunes-enerjisi-santrali-kuruldu/