



KIÜ – FEN, MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ DERGİSİ
KIÜ – JOURNAL OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY

KAHRAMANMARAŞ İLİNDE KURULU MONOKRİSTAL FOTOVOLTAİK(PV) TESİSLERİN KARŞILAŞTIRMALI ENERJİ ÜRETİM İNCELEMESİ

Ayşe KIRKGEÇİT^{1*}

Öz

Hayatımızı daha kolay hale getirmek ve yapmak istediklerimizi hızlı bir şekilde yapmak için teknolojiye dayanarak yararlanmaktayız. Hayatımızı hızlandıracak teknolojinin kullanımı için ise en çok enerjiye ihtiyaç duymaktayız. Enerji ihtiyacımızı farklı kaynaklardan elde etmekteyiz; bu kaynaklardan birisi de fotovoltaik kaynak olan güneş paneli ile enerji üretimidir. Yapılan bu incelemede Türkiye için ortalama 1400 - 2000 kWh / m² – yıl fotovoltaik enerji üretimi potansiyeli ve Kahramanmaraş ilinde kurulu monokristal yapıya sahip fotovoltaik panellerin yılda 1550 - 1850 kWh / m² üretim yapması beklenmektedir. 2021 yılı için Kahramanmaraş'ta kurulu 13 tesisten veriler alınıp aylık ve yıllık olarak ortalama enerji üretiminin beklenen değeri sağlama durumu üzerine bir inceleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik , Kahramanmaraş, Güneş Paneli

COMPARATIVE ENERGY PRODUCTION INVESTIGATION OF MONOCRYSTAL PHOTOVOLTAIC (PV) FACILITIES INSTALLED IN KAHRAMANMARAŞ PROVINCE

Abstract

We use technology to make our lives easier and to do what we want to do quickly. We need the most energy for the use of technology that will speed up our lives. We obtain our energy needs from different sources; One of these sources is energy production with solar panel, which is a photovoltaic source. In this review, it is expected that Turkey has an average photovoltaic energy production potential of 1400 - 2000 kWh / m² per year, and photovoltaic panels with monocrystalline structure installed in Kahramanmaraş province will produce 1550 - 1850 kWh / m² per year. For 2021, data were taken from 13 facilities established in Kahramanmaraş and an analysis was made on whether the average energy production on a monthly and annual basis provided the expected value.

Keywords: Photovoltaic (PV) , Kahramanmaraş, Solar Panel

¹Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, aysekirkgecit46@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5859-3345>

1. Giriş

Günümüzde en çok kullanılan ve ihtiyaç duyulan ürün olan enerji farklı kaynaklardan elde edilebilmektedir. Bu kaynaklar fosil yakıtlar ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılır. Fosil yakıtların fazla miktarda kullanılmasının etkisini günümüzde küresel ısınma, hava kirliliği gibi birçok alanda görmekteyiz. Fosil yakıtlara göre olumsuz etkisinin az olması nedeni ile yenilenebilir kaynaklardan enerji elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir kaynaklar hidroelektrik santraller, jeotermal santraller, rüzgâr santralleri ve güneş panelleri gibi çevreyi kirletmeyen ve daha temiz bir dünya için önemli örneklerdir. Türkiye yenilenebilir kaynaklar bakımından oldukça zengin bir konuma sahiptir(Şahan & Okur, 2016). Bu zengin ve sınırsız enerji kaynaklarından biriside Güneş panelleri ile enerji üretimidir.Bu çalışmada firmalardan alınan kurulu güneş panelleri verileri incelenecektir.

Yapılacak olan bu çalışmada incelecek konu Kahramanmaraş iline ait Merkez ilçesi(Dulkadiroğlu ve Onikişubat) ve Elbistan ilçesinde kurulu güneş enerji tesislerinin m²-ışınım değerlerine göre istenilen verime ulaşp ulaşılmadığının analizi olacaktır. İncelemeye geçmeden önce Türkiye'deki destek programları ve enerji üretimi ile ilgili durumlar hakkında bilgiler verilmesi gerekmektedir.

Türkiye'de Güneş enerjisinden yararlanmayı teşvik etmek ve hız kazandırmak için T.K.D.K. (Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu) ile işlemleri yürütülen Avrupa destek programları bulunmaktadır. IPARD [Avrupa Birliği (AB) tarafından aday ve potansiyel aday ülkelere destek olmak amacıyla oluşturulan, Katılım Öncesi Yardım Aracı'nın (Instrument for Pre-Accession Assistance-IPA) Kırsal Kalkınma bileşeni] kapsamındaki "Çiftlik faaliyetlerinin çeşitlendirilmesi ve iş geliştirme" projesi içerisinde "Yenilenebilir enerji tesisleri" ismi ile desteklemeler mevcuttur. (Güneş 2022 t.y.).Bu destekler ve yenilenebilir enerji için yapılan yatırımların etkisi Şekil 2'de görüldüğü üzere her yıl artış göstermektedir.

Güneş panelleri ile enerji elde etmek maliyetli bir işlem olarak düşünülmektedir. Uzun vadeli olarak düşünüldüğü zaman bu maliyet kendisini çok kolay bir şekilde kapatıp harcanan maliyetten daha fazla getiri sağlayacaktır(Büyükzeren et.al., 2016). Güneş panellerinin üretimi, bakımı ve kullanım ömrü dolmuş panellerin uygun şekilde imha edilmesi kurallarına uyulduğu zaman çevreye zarar vermemektedir(Atakan et.al,2022 t.y.). Son yıllarda Türkiye'de güneş panelleri ile elektrik enerjisi üretme oldukça yaygınlaşmıştır. Türkiye'nin Güney ve Orta kesimleri güneş enerjisi üretim potansiyeli bakımından oldukça zengindir.(POWER ENERJİ, 2022 t.y.). Türkiye genelinde güneş enerjisi üretim panelleri için kurulumda bazı mekânsal uygunluk kriterleri dikkate alınmalıdır. Bunun ile ilgili kurulu tesisler için örnek incelemenin nasıl yapılabileceği örneği mevcuttur(Yalçın & Yüce, 2019). Güneş enerjisi tesisleri için

yatırım yapacak kişi ve kurumlar en yüksek verimi elde edecekleri bölgelere yönelseler de Türkiye genelinde güneş panelleri ile elektrik üretimi yapılmaktadır ve örnekleri mevcuttur. Bunlar için bazı illerde örnekler bulunmaktadır ve bu örnekler paneller için enerji üretimi ile ilgili olan farklı konuları ele almaktadır. Bunlardan bazı örnekler aşağıda anlatılmıştır.

Bursa ilinde 6386 m² alanda kurulu olan bir fabrika için aylık olarak 3 farklı yapı malzemeli panelin üretim değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmadan elde edilen sonuca göre mono kristal yapıdaki panel daha fazla üretim sağlamıştır. Bursa ili için Güneş elektrik enerji üretim değeri 1000 W / m² olarak verilmiştir. Tesis için monokristal panel ile 1416 MWh yıllık elektrik üretimi yapıldığı bulunmuştur. Bu tesis incelenen yılın temmuz ayında en fazla üretimi sağlamıştır. Aynı çalışmada 3 farklı ilin uygulama üzerinden tahmini verileri alınarak yorumlama yapılmıştır. Bu yorumlamaya göre Türkiye'nin daha Güney kesiminde daha fazla enerji üretilmektedir(Özcan & İzgi, 2020).

Konya ilinde 1627 m² alana PV enerji üretim tesisi Meram Tıp Fakültesi için kurulmuştur ve bu kurulan tesis yıllık olarak 1547.45 MWh'lik enerji üretimi sağlayacaktır. Polikristal malzemeden üretilen panel ile üretim yapılmıştır. Konya ili için günlük enerji üretim değeri ortalama 4.65 kWh/m² olarak verilmiştir. İncelenen tesis için en fazla üretim temmuz ayında olmuştur. İncelenen konu hastanenin bir yılda kendi enerjisini üreterek ne kadar paradan kâr edeceği. Hastane için ilk kurulum harcaması ve bu harcamanın 4.8 yılda üretilen enerji ile geri kazanılacağı konusu ayrıntıları ile yazılmıştır(Büyükzeren et.al., 2016).

Denizli ili için 40m² alana sahip 5 kW değerinde bir panelin kurulmuş olduğu varsayılp enerji üretimi hesap programı ile bu panel için yüzey sıcaklığının enerji üretimine olan etkisi incelenmiştir. Denizli ili için yıllık ortalama enerji üretim değeri 1550-1750 kWh/m² olarak verilmiştir. Yazılmış olan makalede panel yüzey sıcaklığının çok düşük veya yüksek değerler için tahmini enerji üretiminin nasıl düşeceği ayrıntılı olarak anlatılmıştır(Güven, 2022).

Isparta ilinde 1.43 m² alana sahip 175 W elektrik üretimi yapması planlanan 2 adet monokristal panel kurulmuştur. Kurulan panellerin gün içinde belirli saatlerde üretimi hakkında inceleme yapılmıştır. İnceleme yapılan panellerin birisi için yüzey soğutması yapılmış olup diğeri için soğutma işlemi yapılmamıştır. Isparta ilinde yapılan bu deney için temmuz ayı tercih edilmiş olup saatte ortalama enerji üretim değeri 1050-1150 W/m² olmuştur. Yapılan deney sonucunda yüzey soğutması yapılan panelin veriminin %30 daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır(Kabul & Duran, 2014).

Kütahya ili için günlük 1 m² de minimum enerji üretimi 3.21 kWh maksimum 5.6 kWh olarak verilmiştir. Bir bağ evi için 3 kW değerinde üretim yapılmak istenmektedir. Bunun için bir adeti 275 W elektrik üretebilen polikristal 6 adet panel ile 3 kW gücünde üretim yapması

planlanan tesis kurulmuş ve bunun ile ilgili veriler verilmiştir. Yapılan inceleme ile kurulan paneller ile bağı evi için gerekli enerjinin üretilebileceği sonucuna ulaşılmıştır(Karabacak, 2021).

Nevşehir ili için yıllık ortalama güneş enerji üretim değeri 1500-1750 kWh/m² olarak verilmiştir. Yapılan incelemede Nevşehir ili için kurulu tesisler ve ilçelere göre aylık enerji üretim potansiyeli hakkında bilgi verilmiştir. Verilen bilgiler ile il genelinde güneş enerjisi üretim potansiyelinin yüksekliği sonucuna ulaşılmıştır(Bilhan & EmiKönel, 2021).

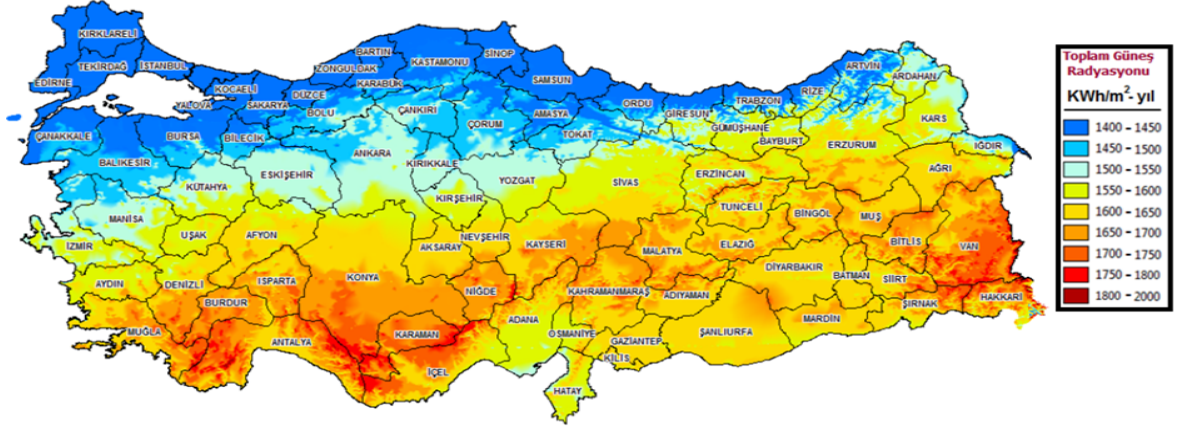
Kahramanmaraş ili için yıllık ortalama güneş enerji üretim değeri maksimum 6.81 kWh/m² minimum 1.81 kWh/m² olarak verilmiştir. Yapılan incelemede Kahramanmaraş ilinin ilçeleri bazında güneş enerji üretimi ışınım değerleri ve süreleri verilmiştir. İnceleme sonucuna göre ilçeler en yüksek ve en düşük değere göre ilçe sıralaması verilmiştir. Ayrıca bu ilçeler için en uzun süre ve en kısa süre güneş alma değerleri sıralaması verilmiştir. Bu veriler dikkate alınarak şehirde kurulmak istenen tesis için en uygun olacağı düşünülen ilçeye karar verilebilir(Taşkin & Korucu, 2014).

2. Materyal ve Metot

Kahramanmaraş ili içerisinde enerji üretim amacı ile kurulmuş olan 13 adet tesisin 2021 yılı için üretim verileri 2 farklı firmadan temin edilmiştir. Firmalardan temin edilen bu veriler kullanılarak bir inceleme ve analiz yapılacaktır. Alınan bu verilerdeki ilk 10 adet tesis Kahramanmaraş Merkez (Dulkadiroğlu - Onikişubat) ilçesi sınırlarında bulunmaktadır. Diğer 3 adet tesis Elbistan ilçesinde bulunmaktadır. Analiz için Tablo oluşturmada Excel ve Word programından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Türkiye güneşten elektrik enerjisi üretimi için yüksek verim alınan ülkeler arasındadır(Güneş & POWER ENERJİ 2022 t.y.). Türkiye Güneş enerjisi haritası Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere Türkiye için ortalama 1400 - 2000 kWh / m² - yıl değerinde üretim yapılmaktadır.



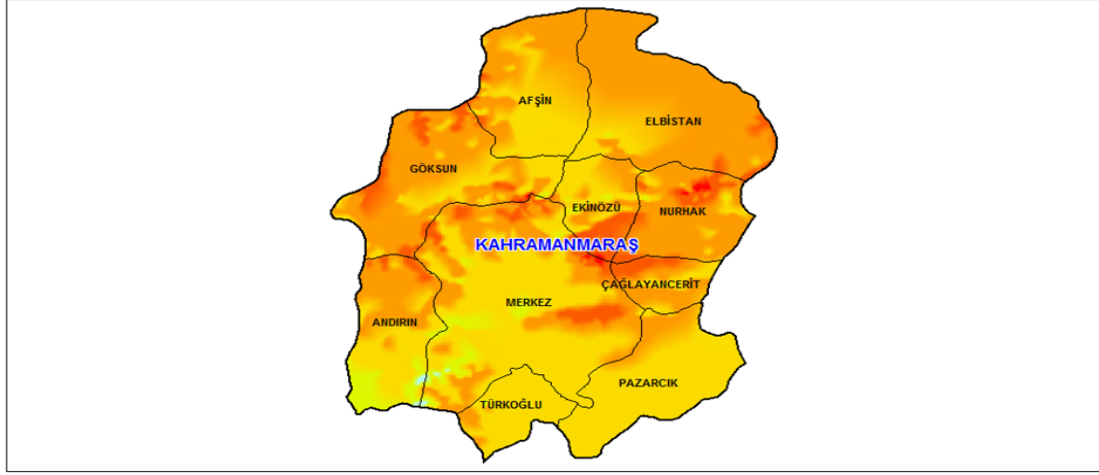
Şekil 1 : Türkiye Güneş Enerji Haritası(Güneş - T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

Türkiye'nin yıllara göre toplam kurulu güneş enerji üretimi ve bu üretilen enerjinin toplam enerji içindeki oranı Tablo.1'de gösterilmiştir. Tablo.1'de görüldüğü üzere Türkiye her geçen yıl güneş enerjisi ile olan üretimini artırmaktadır.

Tablo 1. Türkiye'de kurulu Güneş enerji gücü miktarı ve Türkiye'de Toplam kurulu enerji gücü içerisindeki Güneş ile elde edilen enerjinin oranı(Güneş,2022 t.y.).

Yıllar	Türkiye'de Kurulu Güç(MW)	Toplam Güç İçinde Oran(%)
2014	40	0,06
2015	249	0,34
2016	833	1,06
2017	3421	4,01
2018	5063	5,72
2019	5995	6,57
2020	6667	6,95
2021	7816	7,83
2022(Haziran ayına kadar)	8479	8,35

Güneş ile enerji üretiminde Şekil 1'de görüldüğü üzere Güney kısımda daha fazla verim alınmaktadır. Türkiye içerisinde Güney'de bulunan ve yüksek verim alınan Kahramanmaraş ili için güneş enerjisi potansiyeli Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'deki Kahramanmaraş haritası incelenerek ve Şekil 1'deki renk-tonlama verilerinden yararlanarak rakamsal aralık olarak anlaşılacağı üzere Kahramanmaraş'ta ortalama 1550 - 1850 kWh /m² - yıl aralığında enerji üretimi yapılabileceği görülmektedir.



Şekil 2: Kahramanmaraş Güneş Enerji Potansiyel haritası(GEPA, t.y.).

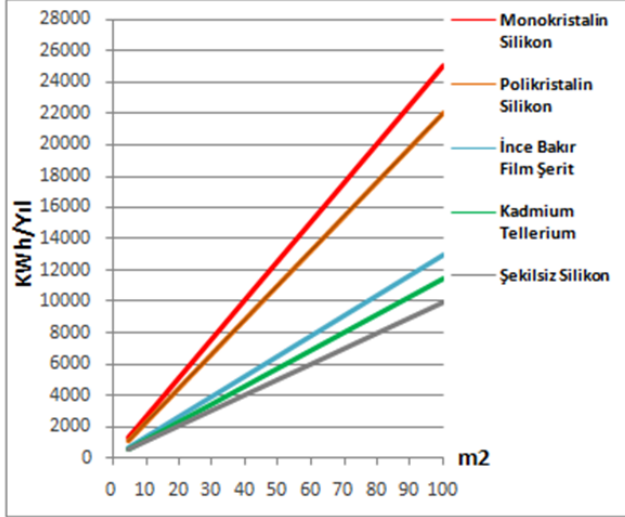
Makale de dikkate alınacak Türkiye, Kahramanmaraş ve Elbistan için güneş ışınım verisi ve ışınım süresi değişmektedir. Bu değişimler Tablo.2’de verilmiştir.

Tablo 2. Aylara göre Ortalama Günlük Işınım verileri (kWh/m²) ve aylara göre Ortalama Günlük Işınım süresi (saat) (GEPA,2022 t.y.).

Aylar	Türkiye Işınım	Kahramanmaraş Işınım	Elbistan Işınım	Türkiye Işınım Süresi	Kahramanmaraş Işınım Süresi	Elbistan Işınım Süresi
Ocak	1,79	1,99	1,91	4,11	4,21	4,06
Şubat	2,5	2,58	2,6	5,22	5,47	5,39
Mart	3,87	4,17	4,18	6,27	6,61	6,58
Nisan	4,93	5,09	5,13	7,46	7,85	7,85
Mayıs	6,14	6,29	6,4	9,1	9,57	9,44
Haziran	6,57	6,81	6,87	10,81	11,49	11,51
Temmuz	6,5	6,77	6,93	11,31	12,07	12,16
Ağustos	5,81	6	6,04	10,7	11,43	11,52
Eylül	4,81	5,06	5,12	9,23	10,13	10,11
Ekim	3,46	3,78	3,74	6,87	7,55	7,43
Kasım	2,14	2,4	2,4	5,15	5,56	5,39
Aralık	1,59	1,81	1,79	3,75	3,86	3,67

Tablo.2 ’deki verilere göre kurulacak tesisin konumu, büyüklüğü, ışınım süresi, yaşanan ay gibi birçok etken enerji üretimini değiştirmektedir. Bu etkenlere ek olarak Şekil 5 ’te verilen panel tipi üretilecek değeri etkileyen faktörlerdendir. Tablo.2’de yer alan verilerden Türkiye için aylık ortalama enerji $4,176 \cdot 30 = 125,27$ kWh/m², yıllık 1503,24 kWh/m²dir. Kahramanmaraş için aylık ortalama ideal enerji üretim değeri $4,396 \cdot 30 = 131,87$ kWh/m², yıllık 1582,44 kWh/m² dir. Elbistan için aylık ortalama ideal enerji üretim değeri $4,425 \cdot 30 =$

132,77 kWh/m² , yıllık 1582.44 kWh/m²dir. Farklı bir makalede Elbistan için program kullanılarak yapılan incelemede yıllık olarak 1683 kWh/m² değeri alınıp incelenmiştir. (Martin,2024)



Şekil 3: Panel Üretim Malzemesine göre yıllık kWh/m² üretim miktarı(GEPA,2022 t.y.).

Şekil 3'te ki verilere göre bir monokristal panelden aylık ortalama $22.000/(90 \cdot 12) = 22,22$ kWh/m² ideal enerji üretim değeri elde edilir. Şekil 3'te gösterilen panel üretim malzeme çeşitlerinden Monokristalin kullanımının tercih edilmesi; yüksek verim elde edilmesi ve uzun ömürlü olmasından dolayı ön plana çıkıp en çok kullanılan türdür.

Panellerin yapımında ve yapısında kullanılan malzemeye göre monokristalin yapıya sahip panel hücresi tek bir kristal yapıya, polikristalin hücresinde çoklu kristalin yapıya sahiptir, şekilsiz silikon ise esnek panellerdir ve temel malzeme olarak Silisyum(Si) kullanılmaktadır. Diğer panel üretim malzemesi olarak bakır, kadmiyum ve tellerium kullanılmaktadır.

Kahramanmaraş ilinde birçok güneş enerji üretim tesisi kurulu bulunmaktadır(Kahramanmaraş Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası, t.y.). Bunlardan bazıları için 2021 yılı aylık üretim verileri Tablo 4 ve Tablo 5'teki gibidir. Tesisler kurulu bir şekilde olup üretim yapmaktadırlar. Kurulu olan tesislerin m² cinsinden büyüklüğü Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Kahramanmaraş'ta kurulu 13 Tesisin m² cinsinden büyüklüğü

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
19000	50	000	3000	500	250	500	500	250	8500	455	70	350

Kurulu olan tesislerin tamamında kullanılan paneller monokristal malzemeden yapılmıştır. Tesislerin karşılaştırılması için kullanılacak veriler her bir tesis için aylık olarak Tablo.4'te gösterilmiştir. Tablolardaki verilerden de görüleceği üzere en fazla ortalama toplam üretim Temmuz ayında en az ortalama toplam üretim Ocak ayında yapılmıştır.

Tablo 4. Kahramanmaraş'ta kurulu 13 adet tesisten ilk 7 sinin aylara göre Ortalama üretim verileri(kWh)

Tesis Aylar	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Ocak	115712	2164	33324	81298	37370	7411	7549
Şubat	200774	3681	57571	133723	29031	12321	15712
Mart	260666	4902	95037	171202	73907	13654	20867
Nisan	312545	4945	123578	210075	102146	14311	25273
Mayıs	428840	7631	184224	282420	141819	22553	35086
Haziran	433634	7423	183736	241137	147829	22684	36294
Temmuz	428963	8735	183000	286672	154290	23367	35806
Ağustos	384804	7149	157091	246196	135107	20472	30485
Eylül	311726	5186	132806	196029	106590	17014	25010
Ekim	247133	513	92650	149208	85631	15511	18434
Kasım	142802	663	50501	90844	48111	10013	10675
Aralık	115952	307	39827	76296	40244	8803	7849

Tablo 5. Kahramanmaraş'ta kurulu 13 adet tesisten son 6'sının aylara göre Ortalama üretim verileri(kWh)

Tesis Aylar	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Ocak	14368	21892	95935	23111	17828	23771
Şubat	27538	34033	180902	26754	20639	27518
Mart	32517	46182	232214	35751	21579	36772
Nisan	29396	48851	297216	41055	31671	42228
Mayıs	39782	70110	389536	52134	40218	53624
Haziran	36598	82140	427693	60113	46373	61830
Temmuz	48762	85552	416074	65100	50220	66960
Ağustos	45018	77911	364680	54955	42394	56525
Eylül	40535	59570	305894	53183	41027	54702
Ekim	30147	45051	221325	41122	31722	42296
Kasım	17550	27972	125407	29505	22761	30348
Aralık	13858	20418	98942	24429	16531	22041

Tablo 6. Kahramanmaraş'ta kurulu 13 adet tesisin 2021 yılı Ortalama toplam üretim verileri(kWh)

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
3383551	53299	1333345	2165100	1102075	188114	269040	376069	619682	3155818	507212	382963	518615

İncelemede ele alınan tesislerden ilk 10 adeti Kahramanmaraş Merkez (Onikişubat / Dulkadiroğlu) Bölümünde kurulmuş olan tesislerdir. Diğer 3 adet tesis ise Kahramanmaraş Elbistan Bölümünde yer almaktadır. Bu tesisler sırası ile aşağıdaki gibidir.

Kahramanmaraş'ta kurulu S 1 tesisi 19.000 m² alana sahip olup 2021 yılında toplam 3.383.551 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 281.962,58 kWh enerji ve 14,84 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre aylık 131,87 > 14,84 kWh ve kullanılan panel

malzemesine göre $22,22 > 14,84$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 2 tesisi 350 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 53.299 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 4.441,58 kWh ve $12,69 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 12,69$ kWh ve kullanılan panel malzemesine göre $22,22 > 12,69$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 3 tesisi $8,000 \text{ m}^2$ alana kurulu olup 2021 yılında toplam 1.333.345 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 111.112,08 kWh ve $13,89 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 13,89$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 13,89$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 4 tesisi 13.000 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 2.165.100 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 180.425 kWh ve $13,88 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. Işınım değerine göre $131,87 > 13,88$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 13,88$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 5 tesisi 6.500 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 1.102.075 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 91.839,58 kWh ve $14,13 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 14,13$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 14,13$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 6 tesisi 2.250 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 188.114 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 15.676,17 kWh ve $6,97 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 6,97$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 6,97$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 7 tesisi 1.500 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 269.040 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 22.420 kWh ve $14,95 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 14,95$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 14,95$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 8 tesisi 2.500 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 376.069 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 31.339,08 kWh ve $12,54 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 12,54$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 12,54$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 9 tesisi 3.250 m^2 alana kurulu olup 2021 yılında toplam 619.682 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 51.640,17 kWh ve $15,89 \text{ kWh/m}^2$ enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre $131,87 > 15,89$ kWh ve panel malzemesine göre $22,22 > 15,89$ kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerın altında sonuca ulaşılmıştır.

S 10 tesisi 18.500 m² alana kurulu olup 2021 yılında toplam 3.155.818 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 262.984,83 kWh ve 14,22 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre 131,87 > 14,22 kWh ve panel malzemesine göre 22,22 > 14,22 kWh değerleri elde edilmiş olup ideal değerinin altında sonuca ulaşılmıştır.

Elbistan'da S 11 tesisi 1.455 m² alana kurulu olup 2021 yılında toplam 507.212 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 42.267,67 kWh ve 29,05 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre 132,77 > 29,05 kWh ve panel malzemesine göre 29,05 > 22,22 kWh değerleri elde edilmiş olup kullanılan panele göre ideal değerinin üzerinde sonuca ulaşılmıştır.

S 12 tesisi 970 m² alana kurulu olup 2021 yılında toplam 382.963 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 31.913,58 kWh ve 32,9 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre 132,77 > 32,9 kWh ve panel malzemesine göre 32,9 > 22,22 kWh değerleri elde edilmiş olup kullanılan panele göre ideal değerinin üzerinde sonuca ulaşılmıştır.

S 13 tesisi 1350 m² alana kurulu olup 2021 yılında toplam 518.615 kWh enerji üretmiştir. Tesis aylık ortalama 43.217,92 kWh ve 32,01 kWh/m² enerji üretmiştir. İdeal ışınım değerine göre 132,77 > 32,01 kWh ve panel malzemesine göre 32,01 > 22,22 kWh değerleri elde edilmiş olup kullanılan panele göre ideal değerinin üzerinde sonuca ulaşılmıştır.

Yukarıda sonuçları görülen Kahramanmaraş'taki 10 adet tesisten ideal değerinin altında sonuç elde edilmiştir. Elbistan'da kurulu 3 adet tesiste ideal değerinin üzerinde sonuca ulaşılmıştır. Tesislere ait incelemelerde ideal sonucun elde edilmesi veya edilememesi birçok etkenin etkisi ile gerçekleşmektedir. İdeal değerdeki enerji üretim verimini sağlamak için kurulacak panelin arazi-zemin özellikleri, panelin eğimi ve açısı(Geliş et al., 2020), panel yüzey sıcaklığının panelin verimine etkisi(Kerem et al., 2020), panel yüzeyinde tozlanma(Kayri & Bayar, 2021) ,yıl içerisindeki güneşlenme süresi(Uz et al., 2022), bulunduğu zeminin gölge durumu ve santralin kurulu olarak kaç yıldır kullanıldığı gibi etkenlerin hepsinin ayrı olarak incelenmesi gerekmektedir (Boztepe,2017). Kurulu olan tesislerin düzenli olarak bakımının yapılması, arızalanan panelin yenisi ile değiştirilmesi veya tamirinin yapılması tesisin üretimini etkilemektedir. İncelenecek her bir etken enerji üretiminde verimi etkilemektedir.

Kurulu olan enerji tesislerinden elde edilen sonuçlar göstermektedir ki verimi etkileyen her bir etken büyük önem taşımaktadır. Kurulacak tesisler için verimi etkileyen etkenlere dikkat edildiği sürece ideal verime ulaşılabilecektir. Fotovoltaik enerji üretimi için kurulu olan veya kurulacak tesislerde verimi etkileyen konularda araştırma ve geliştirme çalışmaları sürekli olarak yapılmaktadır. Kurulu olan veya kurulacak tesislerde yeni geliştirilen teknolojileri takip etmek ve bunlara uygun kurulum yapmak üretilecek enerji verimini olumlu olarak etkileyecektir. Kurulu olan tesisin verimini etkileyen unsurlar göz önünde bulundurulmadan

yapılan uygulamalar hem kullanılabilir alanların etkili kullanılmamasına hem de kurulum maliyetinin kaybı ile ekonomik zarara neden olmaktadır.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Makalede incelenen tesislerin kullanılan panel çeşidine göre m²/ay enerji üretim verileri Tablo 7 de gösterilmiştir. Monokristalin yapıdaki bir panelin 22,22 kWh/m² aylık ortalama enerji üretmesi beklenmektedir.

Tablo 7. Kahramanmaraş'ta kurulu 13 adet tesisin ortalama aylık verileri(kWh)

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
14,84	12,69	13,89	13,88	14,13	6,97	14,95	12,54	15,89	14,22	29,05	32,9	32,01

Kurulu olan tesislerden Kahramanmaraş'taki 10 adet tesiste ideal değer altında sonuç elde edilmesi ve Elbistan'daki 3 adet tesiste ideal değer üzerinde sonuç elde edilmesi tesislerde verimi etkileyen etkenlere bağlıdır. Bu etkenler kurulu olan tesisin kurulu olduğu araziye (çok sayıda ağaçlı, az sayıda ağaçlı, ağaçsız, yüksek binalarla çevrili vb.) göre üretimi etkilenmektedir. Panelin kurulduğu yüzey ile arasındaki açısı alınan ışınım miktarını değiştirerek üretimi olumlu veya olumsuz olarak etkilemektedir. Kurulu panelin yüzeyi belirli bir ısı değeri dikkate alınarak hesaplamalar yapıldığı için bu ısı değeri değişimi üretimi etkilemektedir. Panelin yüzeyindeki aşırı ısınmanın etkisi ile verim düşmektedir. Panel yüzeyindeki toz birikimi güneşten alınan ışınımı engelleyerek üretimde düşme olarak etkisini göstermektedir. Yıl içerisindeki güneşli gün sayısı ve gün içerisinde alınan güneş ışınımı üretilen enerjiyi değiştirerek verimi etkilemektedir. Panelin kurulu olduğu arazi şehir içerisinde yüksek binaların arasında bulunma veya jeolojik olarak gölgelenmeye neden olacak etkenin bulunması gibi etkenlere bağlı olarak alınan ışınım değerinin değişimi verimi etkilemektedir. Panelin üretim yılı, kaç yıldır üretim yaptığı düzenli bakımının yapıp yapılmadığı gibi etkenler panel veriminde büyük öneme sahiptir. Tesislerin ilk kez kuruluşunda verimi etkileyen etkenlere dikkat edilerek, bakım ve onarım işlemlerini düzenli yaptırarak, arazi yapısı ve eğim açısı gibi etkenlere dikkat edilerek istenen ideal enerji üretim değerine ulaşılır. Kurulacak veya kurulması planlanan tüm tesislerde bu etkenlere dikkat edilmelidir.

Güneşten yararlanarak fotovoltaik yöntem ile elde edilmek istenen enerji için; kurulu olan tesisin büyüklüğü değil verimini etkileyen etkenlere dikkat edilerek ne kadar bir alana kurulması gerektiği hesaplanır. Yapılan hesap ile hem kurulacak tesisin kaplayacağı alandan , hem de daha büyük alanlı tesisin getireceği maliyetten tasarruf edilebilir. Yeni teknoloji ve

geliştirilmiş materyal ile üretilen daha verimli panellerin kullanımı ile aynı büyüklükteki alandan fazla miktarda enerji üretimi gerçekleştirilir. Kurulacak tesisler için iyi bir araştırma ve verimi etkileyen etkenlere dikkat edilmesi elde edilecek enerji verimliliğini büyük ölçüde artırır.

Teşekkür

Bu makale 2022-2023 Güz dönemi İç mimaride nano malzemelerin kullanımı dersi kapsamında Doç.Dr. Meryem GEÇİMLİ'nin destekleri ile yazılmıştır.

Makalede kullanılan verileri sağlayan Ekinox Enerji A.Ş. 'ye ve Hocaoğlu Mühendislik'e teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Yapılan çalışma için Etik Kurul İzin Belgesine gerek yoktur.

Kaynaklar

Atakan, Y., & Dr, Y. M. (2022). Temiz Güneş Enerjisinin Pek Bilinmeyen Kirlı Yanı. 10.Bilgilendirme Notları. <https://www.tkd.gov.tr/ProjeIslemleri/BilgiKartlari/16>

Bilhan, A., & EmiKönel, S. (2021). Nevşehir İli Güneş Enerji Potansiyelinin Analizi ve Kurulu Güneş Enerji Santralleri. European Journal of Science and Technology. <https://doi.org/10.31590/ejosat.900024>

Boztepe, M. (2017) Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler. EMO İzmir Şubesi Aylık Bülteni, emo.org.tr

Büyükzeren, R., Altıntaş, H. B., Martin, K., & Kahraman, A. (2016). Binalardaki Fotovoltaik Uygulamasının Teknik, Çevresel ve Ekonomik İncelenmesi: Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Örneği. EMO Bilimsel Dergi, 5(10), Art. 10.

Geliş, K., Akyürek, E. F., & Yoladi, M. (2020). Effect Of Panel Position And Angle On Photovoltaic Panel Characteristics. Journal of the Institute of Science and Technology, 1899-1908. <https://doi.org/10.21597/jist.686478>

GEPA. (2022). Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Güven, Ş. (2022). Fotovoltaik Panel Yüzey Sıcaklığının Denizli İli için Çıkış Gücü ve Verim Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *Mühendis ve Makina*, 63(707), Art. 707.

Kabul, A., & Duran, F. (2014). ISPARTA İLİNDE FOTOVOLTAİK/TERMAL (PV/T) HİBRİT SİSTEMİN PERFORMANS ANALİZİ. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 6(1), Art. 1.

Kahramanmaraş Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası. (t.y.). Enerji Atlası. Geliş tarihi 14 Aralık 2022, gönderen <https://www.enerjiatlası.com/gunes-enerjisi-haritasi/kahramanmaras>

Karabacak, K. (2021). Şebekeden Bağımsız 3kwe Gücünde Fotovoltaik Sistem Tasarımı Ve Bağ Evi Uygulaması International World Energy Conference.

Kayri, İ., & Bayar, M. (2021). Investigation of Dust Effect on the Efficiency of Photovoltaic Panels: The Case of Batman.

Kerem, A., AtıK, M., & Bayram, A. (2020). Experimental Investigation Of The Effect Of Surface Cooling On Photovoltaic (Pv) Panel System For Electricity Production. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Gelistirme Dergisi*, 565-578. <https://doi.org/10.29137/umagd.659347>

Martin, K. (2024) Elbistan Meslek Yüksekokulu Çatı Üstü Güneş Enerjisi Santrali Kurulum Simülasyonu: Performans Analizi, *Kiü Fen, Mühendislik Ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 33-42

Özcan, Ö., & İZgi, E. (2020). Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Çatı Sisteminin Karşılaştırmalı Performans Analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(3), 127-140. <https://doi.org/10.17780/ksujes.726319>

Şahan, M., & Okur, Y. (2016). Akdeniz Bölgesine Ait Meteorolojik Veriler Kullanılarak Yapay Sinir Ağları Yardımıyla Güneş Enerjisinin Tahmini. 11.

Taşkin, O., & Korucu, T. (2014). Kahramanmaraş İli Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanım Olanakları. 5.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). Güneş. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası Bölge İl Güneşlenme Süreleri POWER ENERJİ. (2022, Kasım 8). <https://www.powerenerji.com/turkiye-gunes-enerjisi-potansiyel-haritasi-bolge-il-guneslenme-sureleri.html>

Uz, Ö., Özdemir, T., & Tüzün Özmen, Ö. (2022). Fotovoltaik Enerji Üretiminin Meteorolojik Şartlarla İlişkilendirilmesi: İzmir Bakırçay Üniversitesi Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. <https://doi.org/10.29048/makufebd.1053282>

Yalçın, C., & Yüce, M. (2019). Burdur İlindeki Mevcut Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Mekansal Uygunluğunun Değerlendirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2), 132-140. <https://doi.org/10.29048/makufebed.562722>