

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GÜNEŞ PANELLERİNİN SOĞUTULMASI VE TEMİZLENMESİ PROJESİ
BİTİRME PROJESİ

Akın Kaan İSKENDER

Furkan Semih HAKYEMEZ

Ramazan ÇALIŞKAN

II. ÖĞRETİM

HAZİRAN 2021

TRABZON

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GÜNEŞ PANELLERİNİN SOĞUTULMASI VE TEMİZLENMESİ PROJESİ

BİTİRME PROJESİ

Akın Kaan İSKENDER

Furkan Semih HAKYEMEZ

Ramazan ÇALIŞKAN

II. ÖĞRETİM

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Cevdet DEMİRTAŞ

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

HAZİRAN 2021

TRABZON

ÖNSÖZ

Küresel boyutta olduğu gibi ülkemizde de her geçen gün artan enerji talebi, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi arttırmaktadır. Artan bu ilgi bizlerin yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi konusunda çalışmamıza referans olmuştur.

Her sistemde olduğu gibi güneş ışımından gelen enerjiyi elektrik enerjisine çeviren makineler olan güneş panellerinde de verim kayıpları mevcuttur. Yaptığımız bu çalışmada panel üzerine entegre ettiğimiz temizleme sistemi ile daha iyi ışınım sonuçları almayı amaçladık. Panelin arka yüzeyine entegre ettiğimiz soğutma sistemi ile ise panel sıcaklığını düşürerek elde edilen güç değerini arttırmayı amaçladık. Bu çalışmamızın her adımında danıştığımız, bizlere fikirleriyle yol gösteren ve her koşulda destekleyen akademisyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Cevdet DEMİRTAŞ' a teşekkür ederiz.

Akın Kaan İSKENDER

Furkan Semih HAKYEMEZ

Ramazan ÇALIŞKAN

TRABZON 2021

ÖZET

Yapılan bu projede öncelikle güneş panelinin yerleştirilmesi için bir şasi imal edilmiştir. Panel şasi üzerine yerleştirildikten sonra temizleme sistemi imalatına başlanmıştır. Temizleme sistemi için gerekli metal parçalar, ilgili işlemlerden geçirilerek montajlarına başlanmıştır. Temizleme sisteminin güç kaynağı bir adet elektromotordur. Elektromotor için imal edilen taşıyıcı şasiye yerleştirilmiş bu sayede elektromotor sisteme entegre edilmiştir. Soğutma sistemi için iki adet peltier soğutucu, panelin arka yüzeyine monte edilmiş ve peltierlerin adaptörü sisteme monte edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Güneş Paneli, Temizleme, Soğutma

SUMMARY

In this project, first of all, a chassis was manufactured for the placement of the solar panel. After the panel was placed on the chassis, the production of the clean system was started. The metal parts required for the cleaning system have been processed and their assembly has begun. The power source of the cleaning system is an electromotor. It is placed on the carrier chassis manufactured for the electromotor, so that the electromotor is integrated into the system. For the cooling system, two peltier coolers are mounted on the back surface of the panel and the adapter of the peltiers is mounted on the system.

Keywords: Solar Energy, Solar Panel, Cleaning, Cooling

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
SEMBOLLER DİZİNİ	IX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1 Giriş.....	1
1.2. Sıcaklığın Etkisi.....	2
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Şasi.....	3
2.2. Manivela.....	4
2.3 Elektromotor.....	5
2.4. Elektrik ve Elektronik Bağlantılar.....	7
2.5. Temizleme Fırçası.....	7
2.6. Soğutma Sistemi.....	8
3. HESAPLAMALAR.....	10
3.1. Temizleme Sistemi Elektrik Yüğü.....	10
3.2. Temizleme Sisteminin Verime Etkisi.....	10

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

3.3. Soğutma Sisteminin Verime Etkisi.....	13
4. SONUÇLAR.....	14
5. ÖNERİLER.....	15
6. KAYNAKLAR.....	16
ÖZGEÇMİŞ.....	17

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Şasi Kaynak İşlemi.....	3
Şekil 2. Manivela Kolu Taşlama İşlemi.....	4
Şekil 3. Manivela Sistemi.....	5
Şekil 4. Elektromotor.....	6
Şekil 5. Motor Pimi Delme İşlemi.....	6
Şekil 6. Temizleme Fırçası.....	7
Şekil 7. Lastik Silecek Yuvası.....	8
Şekil 8. Termoelektrik Soğutucu Çifti.....	9
Şekil 9. Termal Macun.....	9
Şekil 10. Kirli Panel Yüzeyi.....	11
Şekil 11. Temiz Panel Yüzeyi.....	12

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

SEMBOLLER DİZİNİ

s: saniye

°C: celsius

K: Kelvin

W: Watt

kW: kiloWatt

GWh: GigaWatt*Saat

m: metre

N.m: Newton – metre

GES: Güneş enerji sistemi

FV: Fotovoltaik

T_c : Bir fotovoltaik panelin hücre sıcaklığı

G: Işınım değeri

T_a : İstenilen bir hava sıcaklığı

NOCT: Hücre nominal çalışma sıcaklığı

μ_p : Sıcaklığa bağımlılık katsayısı

W_p : Nominal güç

V: Volt

A: Amper

J: Joule

1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Evrendeki enerji sabit miktardadır ve insanoğlunun varoluşundan beri çeşitli amaçlar için kullanılarak tüketilmektedir. Bütün enerji kaynakları güneş enerjisine dayanmaktadır. Güneş enerjisi doğrudan veya uygun enerji dönüşüm sistemleri ile ısı, elektrik, mekanik iş gibi çeşitli enerji türlerini üretmek için kullanılmaktadır. İnsanoğlu ilk çağlardan beri odun, kömür, hayvan ve insan gücü, akarsu, rüzgâr ve güneş enerjisini temel gereksinimlerini karşılamak için kullanmaktadır. 18. Yüzyılın başlarına kadar başlıca enerji kaynakları odun, odun kömürü, insan ve hayvan gücü, akarsular ve rüzgâr olmuştur. 18. Yüzyıldan sonra bilgi, teknoloji ve sanayinin gelişmesiyle maden kömürü 19. Yüzyılın ortalarına kadar endüstri için vazgeçilmez enerji kaynağı olmuştur. 19. Yüzyılda keşfedilen petrol 20. Yüzyılın başlarından sonra en önemli enerji kaynağı haline gelmiştir. Bu yıllarda hidrolik enerji ve doğal gaz da sanayide yaygın olarak kullanılmıştır.

Güneş enerjisi güneşteki hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında oluşur. Güneş enerjisinden ilk çağlardan beri doğrudan veya dolaylı olarak yararlanılmaktadır. Başlangıçta sadece ısınma ve aydınlanma için kullanılan güneş enerjisi günümüzde uygun enerji dönüşüm teknikleri ile endüstriyel amaçlı ısı ve elektrik üretimi için de kullanılmaktadır. Yeryüzüne dağınık olarak gelen güneş radyasyonu güneş kolektörleri ile yoğunlaştırılarak pişirme, ısıtma ve elektrik üretimi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden yararlanmak için ayrıca güneş havuzları, güneş bacaları, güneş ocakları, güneş pilleri gibi düzenekler de geliştirilmiştir.

Fotovoltaik güneş panelleri, güneşten gelen ışınımdaki enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek doğru akım üreten makinelerdir. Her sistemde olduğu gibi güneş panellerinde de çeşitli sebeplerden dolayı elektrik üretiminde verim kayıpları yaşanmaktadır. Bu kayıpların başlıca sebepleri panelin sıcaklığının yükselmesi ve panel yüzeyinin kirlenmesidir.

1.2. Sıcaklığın Etkisi

Fotovoltaik hücre güç çıkışı ile hücre sıcaklığı arasında ters orantı vardır. Yani hücre sıcaklığı yükseldikçe fotovoltaik hücreden alınan güç azalır. Sıcaklıktan kaynaklanan kayıplar direkt olarak hücre sıcaklığı ile doğru orantılıdır. Eğer ortam sıcaklığı yükselirse, hücre sıcaklığı da yükselir, bu da üretilen enerjinin azalmasına neden olur.

Bir solar hücrenin, 800 W/m² ışınım, 1 m/s rüzgâr hızı ve 20°C ortam sıcaklığı koşullarındaki sıcaklığına Hücre Nominal Çalışma Sıcaklığı (Nominal Operating Cell Temperature - NOCT) adı verilir [1]. Bir fotovoltaik panelin hücre sıcaklığı (T_c), istenilen bir hava sıcaklığı (T_a) ve ışınım değeri (G) için NOCT sıcaklığı kullanılarak tahminlenebilir.

$$T_c = T_a + \frac{NOCT-20}{0,8} G \text{ (kW/m}^2\text{)}$$

Bulunan sıcaklık değeri, panel gücünün sıcaklığa bağımlılık katsayısı (μ_p) ile kullanılarak panelin çıkış gücü hesaplanabilmektedir [2]. Ayrıca μ_p ile panelin maksimum gücü çarpılarak elde edilen sıcaklık tolerans katsayısı, panelin her 1°C sıcaklık artışı için sıcaklığa bağlı güç kaybını verecektir. μ_p değeri güneş panellerinin kataloglarında yer alan bir değer olup genel bir aralık olarak -0,35 %/°C ile -0,45 %/°C dolaylarındadır.

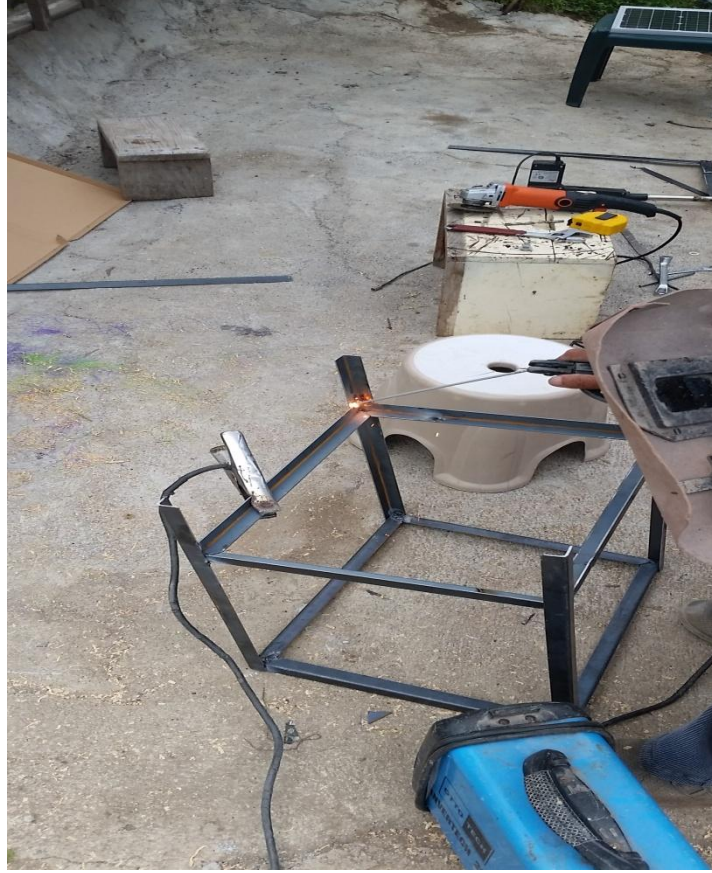
1.2. Kirlenmenin Etkisi

PV modüllerin yüzeylerinin kirlenmesinden ya da yüzeyde kar birikmesinden dolayı modüllere ulaşan solar ışınım miktarının azalması nedeniyle gerçekleşen kayıplardır. Tozlanma üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki, özellikle az yağış alan bölgelerde bu kayıplar ekstrem durumlarda %15 oranlarına ulaşmaktadır. Bu durumda yapılması gereken modüllerin temizlenmesidir. Tozlanmadan kaynaklanan güç kaybı tozun cinsine, en son düşen yağmurdan beri geçen zamana ve temizlik programına bağlıdır. Yatayla eğim açısı 15 dereceden büyükse yağmurun tozu temizlemede etkili olacağı varsayılır [3]. Her ne kadar eğim açısının ve yağmurun panel temizlemedeki öneminden bahsedilse de güneş ışınımının çok yüksek olduğu kurak ve çölleşmiş konumlarda tozun cinsi ve tozlanma miktarı verim kayıplarını ekstrem durumlara çıkartmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Şasi

Projede kullanılan panel 355*420*20 mm boyutlara sahip ve 25 W gücündedir. Paneli taşıyacak mesnet şasi 2mm cidar kalınlığına sahiptir. Şasinin malzemesi soğuk deformasyona uğratarak bükülen döküm sac metaldir. Şasi imalatında kesme, delme, elektrot kaynak, soğuk şekil verme işlemleri uygulanmıştır.



Şekil 1. Şasi Kaynak İşlemi

2.2. Manivela

Temizleme sisteminin mekanik kısmı için en uygun tasarımın manivela kolu olduğu düşünölmüş ve tasarım bu şekilde göre gerçekleştirilmiştir. Sac metallerin taşlama işleminden geçirilmesinin ardından tasarımın montajının uygun olması için bağlantı noktaları sökülebilir olarak tasarlanmıştır. Bu noktalarda pimler, cıvatalar, kopilyalar kullanılmıştır. Manivela çubuklarına kesme, delme işlemleri uygulanmıştır.



Şekil 2. Manivela Kolu Taşlama İşlemi



Şekil 3. Manivela Sistemi

2.3 Elektromotor

Temizleme sisteminin güç kaynağı olarak 24 V besleme voltajına, 80 W güce, 6000 N yük kapasitesine sahip elektromotor kullanılmıştır. Motorun uç kısmındaki taşıyıcı pim, manivela koluna bağlanabilmesi için kesme ile şekillendirilmiştir. Pim manivela koluna sökülebilir bağlantıyla bağlanmıştır. Motor şasi üzerine kaynak edilen taşıyıcıya cıvata ve lastikli somun kullanılarak monte edilmiştir. Motora gelen elektrik akımı bir adet elektrik anahtarı ile manüel kontrol edilebilir hale getirilmiştir.



Şekil 4. Elektromotor



Şekil 5. Motor Pimi Delme İşlemi

2.4. Elektrik ve Elektronik Bağlantılar

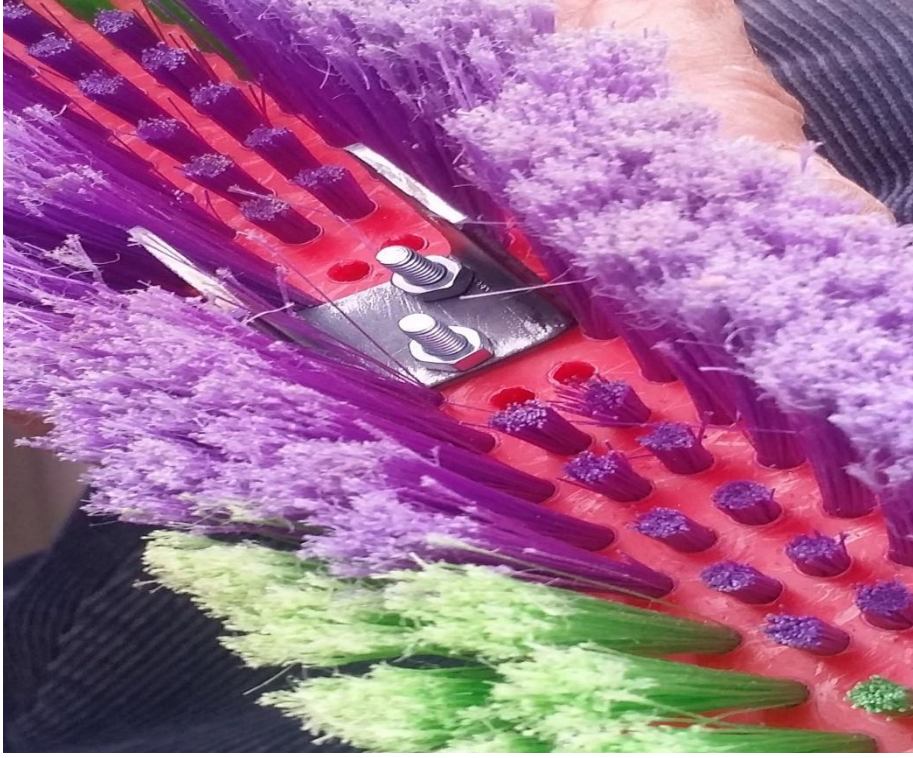
Motorun çalışması için gerekli olan elektrik enerjisi 220-240 V AC giriş voltajına, 50-60 Hz frekans değerine, 24 V DC çıkış voltajına, 5 A çıkış akımına sahip adaptör kullanılmıştır. Motorun ileri ve geri yönde hareketi switch donanımı ve 2 adet ters yerleştirilmiş anahtarlarla gerçekleştirilmektedir. Fırça hareket ederken şaside panel altına tasarlanan sistemde fırça kolları birinci anahtara temas ettiğinde fırça yukarı yönde harekete başlar. Tepe noktasında birinci anahtarlar kapatılır ve eş senkron zamanda ikinci anahtar açılır, bu sayede fırçanın aşağı yönlü hareketi başlar.

2.5. Temizleme Fırçası

Panel yüzeyini temizlemek için tasarlanan fırça, plastik uçlara sahip temizleme fırçasıdır. Fırça manivela sistemine cıvatalar, kopilyalar ve pim ile bağlıdır. Burada temizlik fırçasının kullanım ömrünün uzun olmaması, belirli bir süre sonra değiştirilmesi gerekeceği esas alınarak sökülebilir montaj gerçekleştirilmiştir. Plastik fırçanın orta kısmındaki fırça kılları sökülerek o bölgeye lastik silecek, cıvatalar yardımıyla monte edilmiştir. Lastik sileceğin yerleştirilmesindeki amaç, panel yüzeyinde kalan sıvıyı temizlemektir. Panel yüzeyinde kalan sıvı taneleri panel yüzeyine gelen ışınımı engellemektedir.



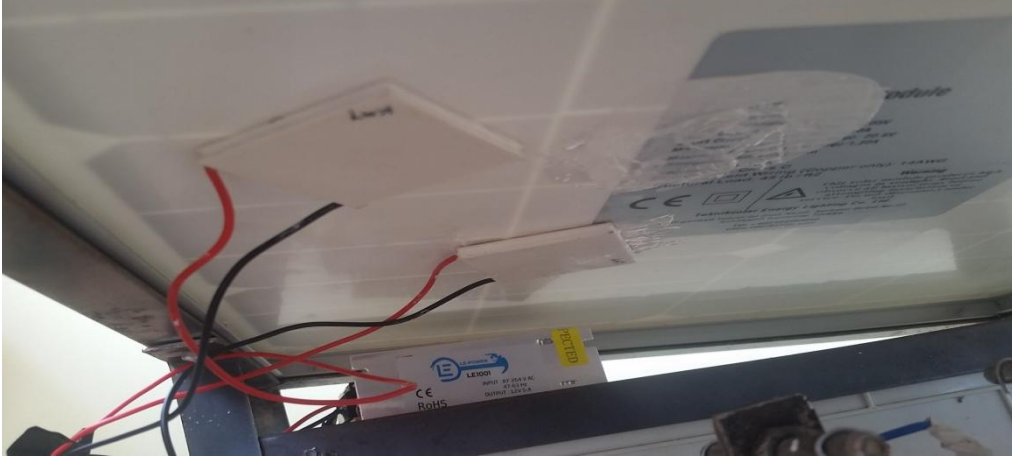
Şekil 6. Temizleme Fırçası



Şekil 7. Lastik Silecek Yuvası

2.6. Soğutma Sistemi

Güneş panelinin arka yüzeyine, elektrik bağlantısı paralel bağlantı şeklinde yapılmış olan 2 adet termoelektrik soğutucu (peltier) yerleştirilmiş. Soğutucuların panel arka yüzeyine montajı termal macun ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan peltierler 12 V voltaj ile çalışmaktadır, peltier güç kaynağı olarak 12 V DC voltaj, 5 A akım çıkışına sahip adaptör kullanılmıştır.



Şekil 8. Termoelektrik Soğutucu Çifti



Şekil 9. Termal Macun

3. HESAPLAMALAR

3.1. Temizleme Sistemi Elektrik Yüğü

Temizleme sisteminin haftada 2 kez ve 300 s çalıştığı varsayılırsa;

Elektrik motorunun harcadığı güç:

$$P=80 \text{ W}$$

$$P=(80 \text{ J})/(1 \text{ s})$$

Yeni güç değeri:

$$2*300 \text{ s}=600 \text{ s}$$

$$80 \text{ W}*600 \text{ s}= 48000 \text{ J}$$

$$1 \text{ hafta}=7 \text{ gün}= 7*24 \text{ saat}=168 \text{ saat}= 604800 \text{ s}$$

$$P= (48000 \text{ J})/(604800 \text{ s})$$

$$P=0,08 \text{ W}$$

3.2. Temizleme Sisteminin Verime Etkisi

Haziran ayında Trabzon ilinde bulutlu hava durumunda panel yüzeyi kirletilerek yapılan ölçümde panelde 6.90 V voltaj ölçülmüştür.



Şekil 10. Kirlı Panel Yüzeyi

Aynı koşullar altında temizleme sistemi çalıştırılıp panel yüzeyi temizlendiğinde ise panelde 9.43 V voltaj ölçülmüştür.



Şekil 11. Temiz Panel Yüzeyi

Fotovoltaik güneş panellerinde voltajın yükselmesi beraberinde panelden elde edilen çıkış akımını da yükseltir. Elektriksel gücün voltaj ve akımın çarpımı olarak bilindiğine göre elektriksel güç bu iki değerle doğru orantı sergiler. Bu durumda paneldeki voltaj artışı yaklaşık olarak elektriksel güç artışı olarak yorumlanabilir.

$$\Delta V = 9.43 - 6.90 = 2.53 \text{ V}$$

$$\cong 2.53 \text{ W}$$

Panel yüzeyinin temizlenmesinden 2.53 W'lık güç kazancı elde edilmiştir. Elde edilen bu değer temizleme sisteminin elektrik yükü olan 0.08 W değerinden büyük bir değerdir.

3.3. Soğutma Sisteminin Verime Etkisi

$$T_c = T_a + \frac{\text{NOCT} - 20}{0,8} G \text{ (kW/m}^2\text{)}$$

$$\frac{\text{NOCT} - 20}{0,8} = \frac{(44 - 20)}{0,8} = 30$$

$$30 * 1,4 = 42$$

$$T_a + 42 = 38 + 42$$

$$T_c = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\mu_p = -0,36 \% / \text{ }^\circ\text{C}$$

$$-0,36 * 25 \text{ W}_p = 0,1 \text{ W/ }^\circ\text{C}$$

25 W panel için her 1 °C lik soğuma, 0.1 W güç artışına tekabül edecektir.

Kullanılan 2 adet peltier soğutucu paralel bağlantı yöntemiyle bağlanmıştır. Soğutucuların güç kaynağı ise 12 V DC, 5 A özelliklerine sahip adaptördür. Soğutma sistemi için yapılan bu tasarımdan beklenen verim değeri alınamadığı gözlemlenmiştir.

4. SONUÇLAR

Gerçekleştirilen bu çalışmada temizleme sisteminin verim üzerindeki olumlu etkisi gözlemlenmiştir, tasarlanan soğutma sisteminin beklenen verimi veremediği gözlemlenmiştir. Sürdürülebilir ve yenilenebilir bir enerji çeşidi olan güneş enerjisinden daha fazla verim elde etmeyi amaçlayan bu sistemin, olumsuz çevresel etkisi yok denecek kadar azdır.

5. ÖNERİLER

Gerçekleştirilen tasarımın soğutma sistemi beklenen performansı karşılayamamıştır. Teorik olarak performansı yüksek olan soğutma sisteminin, panel verimini artıracakları gözlemlenmiştir. Soğutma sistemi için aktif sıvı taşınımı ile soğutma ya da bakır ısı boruları vasıtasıyla iletim ile soğutma sistemleri önerilebilir.

6. KAYNAKLAR

1. E. Deniz, Güneş enerjisi santrallerinde kayıplar, 2013
2. Doç. Dr. M. Boztepe, Fotovoltaik güç sistemlerinde verimliliği etkileyen parametreler, EMO İzmir Şubesi Aylık Bülteni, ss. 13-17, 2017
3. Kymakis, E.; Kalykakis, S. & Papazoglou, T.M. (2009). Performance Analysis of a Grid Connected Photovoltaic Park on the Island of Crete. Energy Conversion and Management, Vol. 50, No. 3, March 2009, pp. 433–438

ÖZGEÇMİŞ

1. Akın Kaan İSKENDER, 1998 yılında Trabzon ilinin Ortahisar ilçesinde doğdu. 2016 yılında Trabzon Ortahisar Tevfik Serdar Anadolu Lisesi' nde ortaöğretimini tamamladı. 2010-4. Dönem ve 2016-2. Dönem arası toplam 23 dönem boyunca Milli Eğitim Bakanlığı Bursu almaya hak kazandı. 2017 yılında kayıt olduğu Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü' nde lisans eğitimine devam etmektedir. Orta düzeyde İngilizce bilmektedir.

2. Furkan Semih HAKYEMEZ, 1998 yılında Kocaeli ilinin İzmit ilçesinde doğdu. 2016 yılında Kocaeli İzmit Şehit Özcan Kan Fen Lisesi'nde ortaöğretimini tamamladı. 2017 yılında kayıt olduğu Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine devam etmektedir. İyi düzeyde C programlama dili ve İngilizce ve orta düzeyde C++, Arduino bilmektedir.

3. Ramazan ÇALIŞKAN, 1998 yılında Kırşehir ilinin Mucur ilçesinde doğdu. 2015 yılında Kırşehir Lisesi'nde ortaöğretimini tamamladı. 2016 yılında kayıt olduğu Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine devam etmektedir. Orta düzeyde İngilizce, AutoCAD ve Solidworks bilmektedir.