



T.C.
KIRSEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI



DAİRESEL HAREKETLİ FOTOVOLTAİK PANEL VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

MUSTAFA YAKUP GAFA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRSEHİR

2023



T.C.
KIRSEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI



DAİRESEL HAREKETLİ FOTOVOLTAİK PANEL VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

MUSTAFA YAKUP GAFA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet GÜÇYETMEZ

KIRSEHİR

2023

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

Bu Yüksek Lisans Tezi 14/08/2023 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet GÜÇYETMEZ (Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Serkan KESER (Jüri)

Doç. Dr. Şekip Esat HAYBER (Jüri)

Bu Tez Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalında hazırlanmış ve onaylanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, tablo ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 14/08/2023.

Öğrenci
Mustafa Yakup GAFA

İÇİNDEKİLER DİZİNİ	Sayfa No	I
TEŞEKKÜR		III
ÖZET		IV
ABSTRACT		V
TABLolar DİZİNİ		VI
ŞEKİLLER DİZİNİ		VII
1. GİRİŞ		1
1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	1	
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR		3
3. MATERYAL VE METOT		5
3.1. Materyal.....	5	
3.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Elektrik Üretimi.....	5	
3.1.2. Jeotermal Enerji.....	7	
3.1.3. Rüzgâr Enerjisi.....	7	
3.1.4. Hidro Enerji.....	10	
3.1.5. Güneş Enerjisi	10	
3.1.6. Termodinamik Sistemler	12	
a) Aktif Sistemler	12	
b) Pasif Sistemler.....	12	
3.1.7. Güneş Pili Sistemleri	13	
3.1.8. Güneş Enerji Santrallerinin Alt Yapı Sistemleri	17	
3.1.9. Elektrik Enerjisi Depolama	18	
3.1.10. Akü.....	20	
3.1.11. İnverter	21	
3.1.12. Transformator	21	
3.1.13. İletim Hatları.....	22	
3.1.14. Maksimum Güç Noktası İzleyici	22	
3.2. Metot	23	
3.2.1. Sabit Fotovoltaik Güneş Sistemi	23	
3.2.2. Dairesel Hareketli Fotovoltaik Güneş Sistemi.....	25	
4. BULGULAR VE TARTIŞMA		29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER		31

6. KAYNAKLAR
ÖZGEÇMİŞ

33

37



TEŞEKKÜR

Yüksek Lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim insanının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Güçyetmez'e büyük bir içtenlikle teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında her zaman yanımda olan, beni her zaman destekleyen kıymetli aileme, varlığıyla bana güç veren eşim Büşra GAFA ve abim İbrahim GAFA'ya teşekkür ediyorum.

Temmuz, 2023

Mustafa Yakup GAFA



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DAİRESEL HAREKETLİ FOTOVOLTAİK PANEL VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Mustafa Yakup GAFA

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet GÜÇYETMEZ
Yıl: 2023 Sayfa: 37
Jüri: Dr. Öğr. Üyesi Serkan KESER
Doç. Dr. Şekip Esat HAYBER

Günümüzde enerji ihtiyacı gittikçe artmaktadır. Enerjinin çoğunluğu karbon salınımı yapan fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtların kullanılmasının sakıncalarından dolayı; rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında; güneş enerjisi, hidrolik enerji, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi, hidrojen enerjisi, dalga enerjisi gibi kaynaklar yaygın olarak kullanılan enerji kaynakları arasında gösterilebilir.

Güneş yaklaşık 1,4 milyom kilometre çapında olup yeryüzünden 151 milyon kilometre uzaklıktadır. İçerisinde bulundurduğu hidrojenin helyuma dönüşmesi sonucu devasa boyuta enerji açığa çıkmaktadır ve bu enerji uzaya yayılmaktadır. Güneş enerjisi, nükleer yakıtlar dışında, dünyada kullanılan bütün enerjinin ana kaynağıdır. Yüze sıcaklığı yaklaşık 6000 kelvin derecedir (Karamanav,2007).

Güneşin bu enerjisini daha önceden farklı amaçlarda kullanmamıza rağmen günümüzde güneş enerjisi dediğimizde akla ilk olarak güneşten elektrik üretimi gelmektedir. Ülkemizin konumu sebebiyle güneşlenme süresi oldukça uzundur ve bu durumu elektrik üretiminde kullanma potansiyeli fazladır.

Yapacağımız çalışmada güneş panellerinin dairesel hareketi ile sabit panellerin verimlilikleri karşılaştırılacaktır. Hareketli panel sistemi ile güneşin doğumundan batımına kadar olan süre içerisinde, güneş ışınlarının gün boyu panele dik düşmesi sağlanacaktır. Bu sayede güneş ışığından maksimum oranda yararlanılarak güneş enerjisinden maksimum değerde enerji elde edilmesi sağlanacaktır. Yapmış olduğumuz sistem daha önce yapılan sistemlerden yapmış olduğu dairesel hareket ile farklılık göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Fotovoltaik Panel, Dairesel Hareket, Hareketli Panel, Panellerde Verimlilik, Güneş Takip Sistemi*

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

CIRCULAR MOVING PHOTOVOLTAIC PANEL EFFICIENCY

Mustafa Yakup GAFA

KIRŞEHİR AHİ EVRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT ADVANCED TECHNOLOGİES DEPARTMENT

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet Güçyetmez
Year: 2023 **Pages:** 37
Juries: Assist. Prof. Dr. Serkan KESER
Assoc. Dr. Şekip Esat HAYBER
Assist. Prof. Dr. Mehmet Güçyetmez

Today, the need for energy is increasing day by day. Most of the energy comes from fossil fuels that emit carbon. Due to the disadvantages of using fossil fuels; Renewable energy sources such as wind, solar, geothermal and biomass have begun to be used. Among the renewable energy sources; Resources such as solar energy, hydraulic energy, wind energy, geothermal energy, solar energy, biomass energy, hydrogen energy, wave energy can be shown among the widely used energy sources.

The sun is about 1,4 million kilometers wide and is 151 million kilometers away in flight. As a result of the transformation of the House it contains into helium, a huge amount of energy is clarified and this energy spreads into space. Solar energy is the main direction of all energy used in the world, with the exception of nuclear fuels. The surface temperature is about 6000 kelvin (Karamanav, 2007).

Although we used this energy of the sun for different purposes before, today, when we say solar energy, the first thing that comes to mind is the production of electricity from the sun. Due to the location of our country, the sunshine duration is quite long and the potential to use this situation in electricity generation is high.

In our study, the circular motion of solar panels and the efficiency of fixed panels will be compared. With the movable panel system, it will be ensured that the sun's rays fall perpendicularly to the panel throughout the day, from sunrise to sunset. In this way, it will be ensured that the maximum amount of energy is obtained from solar energy by making maximum use of sunlight. The system we have made differs from the previous systems with the circular motion it has made.

Keywords: *Photovoltaic Panel, Circular Motion, Movable Panel, Efficiency in Panels, Solar Tracking System*

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Türkiye’de ki Elektrik Enerjisi Kurulu Güçlerinin Karşılaştırılması.....	6
Tablo 3.2. Türkiye’de ki Elektrik Enerjisi Kurulu Güçlerinin Gelişimi	6
Tablo 3.3. Rüzgar Enerji Santrallerinin Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı.....	9
Tablo 3.4. Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı	12
Tablo 3.5. Sabit Sistem Kurulum Maliyeti	25
Tablo 3.6. Hareketli Sistem Kurulum Maliyeti	27
Tablo 4.1. Hareketli Sistem ve Sabit Sistem Verileri Mayıs Ayı	29
Tablo 4.2. Hareketli Sistem ve Sabit Sistem Verileri Haziran Ayı	30



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Rüzgar Türbini Sınıflandırılması	8
Şekil 3.2. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi	9
Şekil 3.3. Hidroelektrik Enerji Üretimi	10
Şekil 3.4. Güneş Pili Genel Gösterimi	13
Şekil 3.5. Mono-Kristal Slikon Güneş Pili	14
Şekil 3.6. Poli-Kristal silikon Güneş Pili	15
Şekil 3.7. İnce Film Pilleri	16
Şekil 3.8. Off-Grid Sistem	16
Şekil 3.9. On-Grid Sistem	17
Şekil 3.10. Hibrit Enerji Sİstemi	17
Şekil 3.11. Pompalanmış Su Tabanlı Enerji Depolama Ünitesi Şematiği	19
Şekil 3.12. Kullanılan Güneş Panelinin Ön Yüzü	23
Şekil 3.13. Kullanılan Güneş Paneli Etiket Değerleri	24
Şekil 3.14. Akü Şarj Kontrol Cihazı	24
Şekil 3.15. Akü Şarj Kontrol Cihazı Etiket Bilgileri	24
Şekil 3.16. LDR Sensör	26
Şekil 3.17. 360 Derece Dönebilen Motor	26
Şekil 3.18. Sabit ve Hareketli Sistemin Öğleden Sonraki Bir Konumu.....	26

1. GİRİŞ

Enerji, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde en önemli ihtiyaçlardan biridir. Günümüzde ülkelerin cari açıklarının en önemli sebebi kullanmak zorunda olunan enerjidir. Kullanılan bu enerjinin yaklaşık %90'ı fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Dünyada yenilenebilir enerjinin kullanım oranı ise yaklaşık olarak %10 civarındadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ise yaklaşık %6'sı nükleer kaynaklıdır. Fosil kaynakların çevreye vermiş olduğu zararların yanı sıra tükenilebilirliğide yenilenebilir enerjinin önemini daha da arttırmaktadır ve yakın gelecekte yenilenebilir enerji kullanım oranı çok daha artacaktır (Cihan, 2019).

Ülkemizin fosil kaynağı çok az olduğu, nükleerde aktif bir santrali olmadığı ve enerji ihtiyacı göz önüne alındığında yenilenebilir enerji çok daha önemli bir hale gelmiştir. Özel sektörün de bu işe vereceği katkıyla, ülkemiz enerjide dışa bağımlılık konusunda biraz daha rahatlayacaktır.

Yenilenebilir enerji içerisinde bulunan fotovoltaik güneş enerji sistemleri, kurulma kolaylığı nedeniyle oldukça popüler olmuştur. Kurulum kolaylığı yanında bireysel tüketim karşılama maliyet avantajı da cezbedici olmuştur. Pandemi nedeniyle insanımızın daha çok doğa ile içiçe olma isteğindeki artışla birlikte hobi bahçeleri ve müstakil ev tercihleri artmış bulunmaktadır. Bu istek karşısında ise en çok karşılaşılan sorun alt yapı sorunudur. Enerji nakil hatları yakınında bulunmayan yerlerde, güneş panelleri kurulum kolaylığı ve ekonomik olması nedeniyle çok tercih edilmiştir.

Elektrikli araçların üretim artışı ve kullanımı ile birlikte fosil yakıtlara olan ihtiyaç gün geçtikçe azalacak, yenilenebilir enerjiye talep artacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneşin verimli kullanımı ile birlikte enerjide erişilebilirlik artacaktır.

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin belirlenmesindeki etmenlerin ilk sıralarında yer alan enerji tüketimi sürekli artmaktadır ve artmaya da devam edecektir. Kullanılan enerjinin çok büyük oranı fosil yakıt kaynaklı olup çevreye oldukça fazla zarar vermektedir. Ülkemizde kullanılan elektriğin kaynağı büyük oranda kömür ve doğalgazdır. Yenilenebilir enerji kullanımının artması çevresel kirliliği ve küresel ısınmayla mücadeleyi olumlu yönde etkileyecektir.

Günümüz dünyasında enerji üretiminde ilk sıraları nükleer enerji santralleri almaktadır. Nükleer enerji santrallerini ise yine fosil kaynaklar takip etmektedir. Yenilenebilir enerji ise bu sıralar gelişmekte olması ile birlikte hala son sıralardadır.

Yapacağımız araştırmada yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisini inceleyeceğiz. Güneş enerji santrallerinin verimliliğini artırırken maliyeti minimize ederek uygun koşullarda elektrik üreteceğiz. Böylelikle üretilen elektriğin birim maliyeti düşecek ve elektriğe dayanan üretimlerde ucuzlama görülecek. Ayrıca enerjide dışa bağımlılığımız, fosil yakıt tüketimi ve karbon salınımımız azalacaktır.

Yapacağımız bu araştırma projesinde daha önce kullanımı tercih edilmeyen ve araştırılmayan dairesel yörüngede tek düzlemde hareketli güneş panellerinin verimliliğini inceleyeceğiz. Umuyoruz ki yaptığımız bu proje, çift yönde hareketli panel verimliliğini yakalar ve maliyette ise sabit panel cazipliğini yakalar. Böylelikle güneş enerji santrallerinde optimum noktada kurulum sağlanır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2006 yılında Ahmet Şenpınar, güneş açılarına bağlı olarak sabit panellerin en uygun açıyla konumlandırılması yönünde bir çalışma yaparak farklı mevsim ve hava şartları da panellerin durması gereken açısız konumu belirlemiştir (Şenpınar, 2006).

2011 yılında Mehmet Fatih Beyoğlu, yapmış olduğu çalışmada, Balıkesir ilinde çift eksenli güneş takip sistemi ile sabit sistemli panellerin verimliliğini karşılaştırmış ve sonuç olarak çift eksenli güneş takip sistemli panellerin yaklaşık %39'luk bir verim kazancı olduğunu tespit etmiştir (Beyoğlu, 2011).

2013 yılında Musa Yılmaz, yine iki eksenli sistem ile sabit sistemi karşılaştıran bir çalışma yapmış ve hareketli sistemin kış aylarında yaklaşık %70, yaz aylarında yaklaşık %11 gibi verim kazancı olduğunu, yıllık ortalamada ise yaklaşık %31 verimli olduğunu tespit etmiştir (Yılmaz, 2013).

2016 yılında Köksal Gündoğdu, Hüseyin Sercan Kabadayı ve Ali Öztürk, yayınladıkları makalede, tek eksenli basit ve ekonomik bir güneş takip sistemi yapmışlar ve tek eksenli hareketin yaklaşık %9 gibi bir verimini tespit ettiklerini belirtmişler (Gündoğdu ve ark., 2016).

2017 yılında Musa Yılmaz, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi'nde hareketli sistemlerde kullanılan, panellerin dönmesini sağlayan motorlarla ilgili bir makale yayınlarken, hareketli sistemlerin nasıl daha verimli olacağını açıklamıştır (Yılmaz, 2017).

2018 yılında Ceyda Aksoy Tırnakçı, yapmış olduğu doktora araştırmasında, Sakarya ilinde iki eksenli sistem ile sabit sistem güneş panellerini eş zamanlı olarak incelemiş ve her koşulda hareketli sistemin sabit sistemden daha verimli olduğunu ancak uygulama aşamasının hem çok zor hem de çok pahalı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sabit sistemin ağustos ayı sonu ile eylül ayı başında maksimum üretim kapasitesine ulaştığını da belirtmektedir. Hareketli sistemin maliyetinin sabit sistem maliyetinden yaklaşık 2,7 kat fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır (Tırnakçı, 2018).



3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde araştırmada kullanılan yöntem, veri toplama araçları, verilerin analizi ve veri toplama süreci detaylı bir şekilde sunulmuştur.

3.1. Materyal

3.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Elektrik Üretimi

Enerji çağımızın en önemli ihtiyaçlarından biridir. Asli ihtiyaçlarımızdan olan suya ulaşabilmek için bile çoğu zaman enerji harcamamız gerekmektedir. Elektrik enerjisi ise enerji çeşitleri içerisinde en çok ihtiyaç duyulanıdır. Elektrik enerjisi birçok kaynakla üretilebilir. Temelde elektrik, termik, nükleer, hidrolik, doğalgaz ile üretilirken günümüz şartlarında yenilenebilir olarakta güneş ve rüzgâr sayesinde de üretilebilmektedir (Ergül, 2019).

Geleneksel elektrik üretiminde kullanılan kömür, petrol ve doğalgaz gibi kaynakların dünyamızda sınırlı olması ve zamanla tükenme tehlikesi olması nedeniyle yenilenebilir enerjiye yönelim artmıştır. Ayrıca çoğu yerde doğal fosil kaynakları olmaması da yenilenebilir enerjiyi önemli kılmaya başlamıştır. Fosil kaynaklı yakıtların yapmış olduğu karbon salınımı da bunda etkili olmuştur (Ergül, 2019).

Zaman ilerledikçe enerji ihtiyacı giderek artmaktadır. Enerji ihtiyacını karşılamak için en çok fosil kaynaklar kullanılmaktadır. Dünyada kullanılan enerjinin yaklaşık %75'i karbon içeren yakıtlardır. Sanayi devriminden sonra kullanımı artan fosil yakıtlar nedeniyle atmosfere salınan sera gazı etkisi artmış ve küresel ortalama yüzey sıcaklığı geçen yüzyılda yaklaşık 0,4-0,8 derece artmıştır (Ataman, 2007).

Avrupa birliği verilerine göre, yenilenebilir enerji kullanımı 10 yıllık süre içerisinde 2 kat artarsa karbondioksit emisyonu Avrupa'da yaklaşık 402 milyon ton azalacağı öngörölmüş. Yine Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansında, yenilenebilir enerjinin kullanılan enerjiler içerisinde en az %25'lik bir orana sahip olması gerektiği, bu hedefin 30 yıl içerisinde hayata geçmesi gerektiği vurgulanmıştır (Ataman, 2007).

1980 yılında ölkemizin kurulu gücü 5.118 megavat civarı iken 2021 yılında 99.819 megavat seviyelerine çıkmıştır. 2021 yılı verilerine göre elektrik üretiminde birincil enerji türlerinden olan kömürden 19.641 megavat elektrik üretilmiş ve kömürün elektrik üretim oranı %19.68 olmuştur. Doğalgaz da ise bu oran %21,54 ile 21.502

megavat seviyelerine gelmiştir. Ülkemizin en önemli elektrik enerji üretimi olan hidrolik ise 31.492 megavat ile %31,55'lik bir orana sahiptir. Yenilenebilir enerji türlerinden rüzgâr enerjisi 10.607 megavat ile %10,63, güneş enerjisinden ise 7.815 megavat ile %7,83 oranında bir üretim söz konusudur. 2011 yılı ile 2021 yılındaki verileri içeren tablo, tablo 3.1 ile aşağıda verilmiştir (TEİAŞ, 2022).

Tablo 3.1. Türkiye’de ki Elektrik Enerjisi Kurulu Güçlerinin Karşılaştırılması (TEİAŞ, 2022).

	KÖMÜR	DOĞALGAZ	HİDROLİK	RÜZGÂR	GÜNEŞ
2011	12.550 MW	13.143 MW	17.137 MW	1.728 MW	0 MW
%	23,72	24,84	32,39	3,27	0
2021	19.641 MW	21.502 MW	31.492 MW	10.607 MW	7.815 MW
%	19,68	21,54	31,55	10,63	7,83

Tablo 3.2’ de ülkemizdeki kurulu gücün yıllara göre gelişimi verilmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere 10 yıldaki enerji yaklaşık 47 milyon megavatlık bir artış göstermiş olup, %18 gibi bir oranı ise rüzgar ve güneş enerjisi oluşturmuştur (TEİAŞ, 2022).

Tablo 3.2. Türkiye’de ki Elektrik Enerjisi Kurulu Güçlerinin Gelişimi (TEİAŞ, 2022).

	TERMİK	HİDROLİK	JEOTERMAL	RÜZGÂR	GÜNEŞ
2011	33.931 MW	17.137 MW	114.2 MW	1.728 MW	0 MW
%	64,13	32,39	0,22	3,27	-
2021	48.228 MW	31.492 MW	1.676 MW	10.606 MW	7.815 MW
%	48,32	31,55	1,68	10,63	7,83

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal, rüzgâr, hidro ve güneş enerji kaynakları ele alınmıştır.

3.1.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal kaynak, yerkürenin derinliklerinde depolanmış halde bulunan ısının oluşturduğu, sıcaklığının sürekli olarak bölgedeki atmosferik ortalama sıcaklık değerinin üzerinde olan ve çevresindeki sulara göre daha fazla mineral ve tuz bulunduran sıcak su ve buhar olarak tanımlanır. Jeotermal enerji ise bu kaynaklardan elde edilen enerjidir (Arda ve Çavşı, 2018).

Yerkürenin merkezi yaklaşık 4200 derecedir. Magma adlı kütle yerkürenin merkezinde bulunmaktadır. Yeryüzündeki kırıklar ve zayıf bölgeler tektonik hareketler neticesinde oluşur. Magmadan bu oluşumlara uzanan magma faaliyetleri neticesinde jeotermal sistemin ısı kaynağı oluşur. Yeryüzündeki açıklıklardan yerkürenin merkezine akan sular ısıdıktan sonra bazı fay hatları boyunca yükselir ve jeotermal kaynaklar oluşur. Yeryüzüne çıkamayan jeotermal kaynaklar ise sondaj yardımıyla çıkarılabilir (Arda ve Çavşı, 2018).

Jeotermal kaynaklar zengin mineraller barındırır. Jeotermal kaynaklar ısınma, kurutma ve elektrik üretiminde kullanılabilir. Türkiye jeotermal enerji potansiyeli bakımından dünyada 7. sırada yer almaktadır. Maden tetkik ve arama müdürlüğünün araştırmaları sonucu ülkemizdeki jeotermal potansiyel hesaplanmıştır. Ülkemizin teorik jeotermal enerji potansiyeli 31.500 ila 60.000 megavat ısı olduğu tahmin edilmektedir. Bunun yaklaşık 5.000 megavat ısının kullanılabilceği tahmin edilmektedir ve 2880 megavat ısı kullanılmaktadır. Günümüzde ülkemizde yaklaşık 90.000 konut 3 milyon metre kare sera ve 400 spa tesisi jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır (Kaya, 2016)

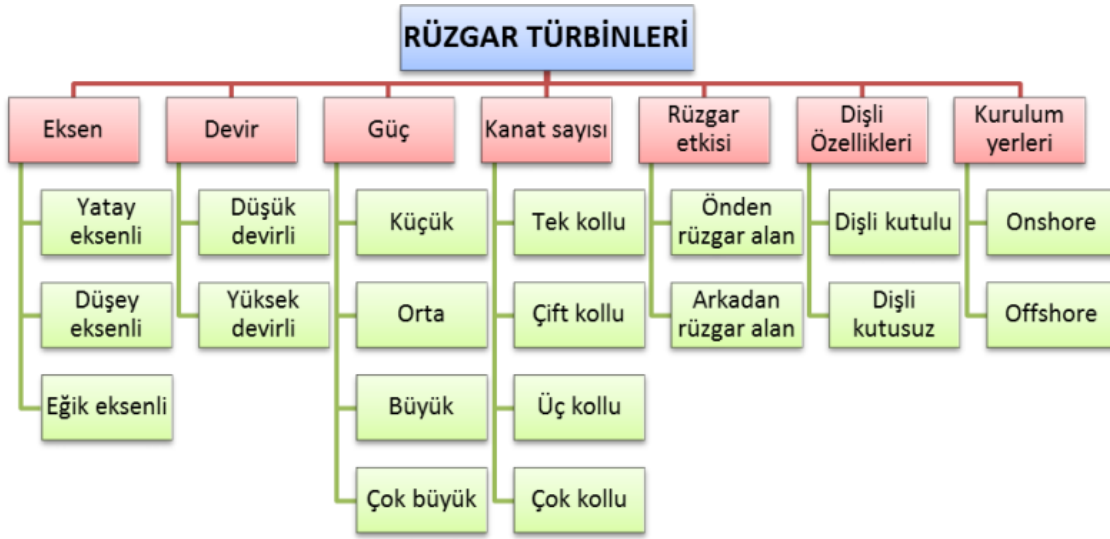
3.1.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, rüzgârın hareketinin sahip olduğu kinetik enerjidir. Bu enerji bazı desteklemelerle elektrik enerjisine dönüştürülerek günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Rüzgârın enerjisinin temel parametreleri, rüzgârın hareketlendirdiği havanın kütlesi ve hızıdır. Rüzgâr enerjisi sınırsızlığı ve çevreye hiçbir zarar vermemesi nedeniyle oldukça cazip bir enerji türüdür (Leblebicioğlu, 2022).

Rüzgâr türbinleri, atmosfere zehirli bir gaz vermezler. 500 kilovatlık bir rüzgâr türbininin 57.000 ağacın yapacağı karbondioksit temizliğini yaptığını bildiren kaynaklar vardır. 2025 yılına kadar rüzgârdan elde edilen enerjinin dünyada kullandığımız enerjinin %10'una denk gelmesi halinde bile karbondioksit salınımında çok ciddi oranda azalma söz konusu olacaktır (Aydın, 2013).

Kurulum aşaması oldukça çetrefilli olan rüzgâr türbin santralleri, kurulduktan sonra hammadde ihtiyacı sadece rüzgâr olduğu için cazip hale gelmiştir. Teknolojideki gelişmeler kurulum maliyetinde de düşüşü beraberinde getirecektir (Aydın, 2013).

Rüzgâr türbinleri dönme eksenlerine, kanat sayılarına, rüzgâr eksenine, diş özelliklerine, kurulum konumlarına, devirlerine ve güçlerine göre sınıflara ayrılır. Şekil 3.1’de bu sınıflar detaylı bir şekilde gösterilmiştir (Elibüyük ve Üçgül, 2014).



Şekil 3.1. Rüzgar Türbini Sınıflandırılması (Elibüyük ve Üçgül,2014)

Dünya genelinde Almanya, Amerika ve Danimarka kurulu güç bakımından dünyada lider konumundadır. Türkiye ise yaklaşık 10 megavatlık bir kurulu güçle son sıralardan yükselişe geçmiştir. Ülkemizde yapılan çalışmalar neticesinde, rüzgâr hızı yüksek olan yerler; Hatay, Çeşme, Bozcaada, Gökçeada’dır. Ülkemizin Ege ve Karadeniz bölgeleri potansiyel bakımından idealdir. Bu yüzden kurulması planlanan tesisler buralarda daha fazladır (Yılmaz, 2020).

Tablo 3.3’ de ülkemizdeki rüzgâr enerji santrallerinin coğrafi bölge dağılımı verilmiştir. Buradan anlaşılacağı üzere Ege, Marmara, Akdeniz bölgeleri başı çekmektedir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde hiç rüzgâr enerji santrali olmaması sebebi, bölgenin arazi yapısı ve iklim özelliklerinden kaynaklıdır (Pınar ve ark.,2020).

Tablo 3.3. Rüzgâr Enerji Santrallerinin Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı (Pınar ve ark.,2020).

Coğrafi Bölge	Türbin Sayısı (adet)	Türbin Sayısının Ülkedeki Payı(%)	Türbinlerin Kurulu Gücü (megawatt)	Kurulu Gücün Toplam Güce Oranı (%)
Akdeniz	494	16	1573,3	20,75
Doğu Anadolu	43	1,39	92,2	1,22
Ege	1172	37,95	2556,1	33,72
İç Anadolu	260	8,41	659,5	8,70
Karadeniz	112	3,62	312,1	4,11
Marmara	1008	32,63	2387,9	31,50
Güneydoğu Anadolu	0	0	0	0
Toplam	3089	100	7581,1	100

Ülkemizde rüzgâr enerji santralleri ilk olarak 1998 yılında kurulmuş ancak 2005 yılına kadar yeterli ilgiyi görememiş, 2005 yılında Türkiye Büyük Millet Meclisi yeni bir karar çıkartarak yenilenebilir enerjinin katkısını arttırmasını teşvik ediyor ve rüzgâr enerjisi üretiminin de önü açılıyor. Şekil 3.2 de ise bu durumu daha ayrıntılı inceleyebiliyoruz (Leblebicioğlu, 2022).



Şekil 3.2. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi (Leblebicioğlu, 2022).

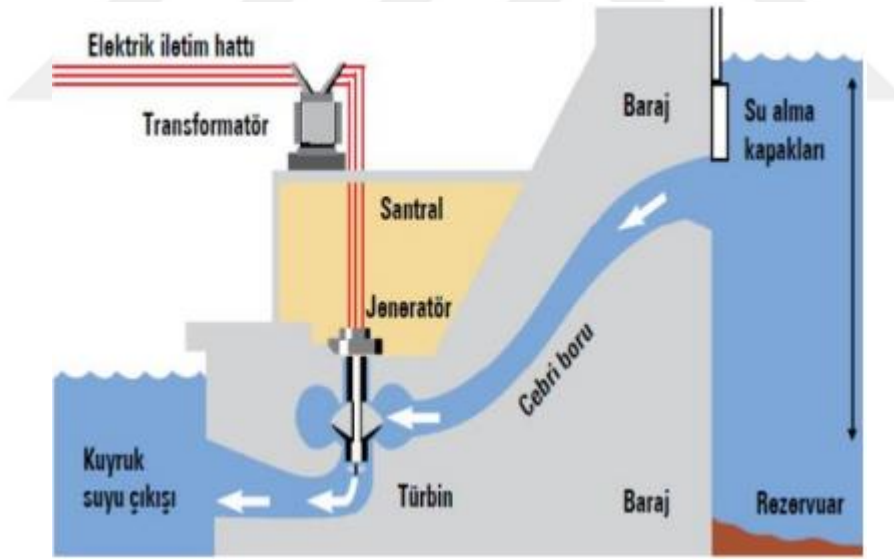
3.1.4. Hidro Enerji

Ülkemizde önemli miktarda hidroelektrik enerji kaynakları mevcuttur. Hidrolik enerji sudaki potansiyel enerjinin harekete geçmesiyle kinetik enerjiye çevrilmesidir. İnsanların yıllar önce bu enerjiyi değirmenler başta olmak üzere birçok yerde kullandığı bilinmektedir.

Elektrik üretim prensibi ise kabaca şöyledir; yüksek yerden bırakılan suyun itme gücünden faydalanılarak uygun biçimde yerleştirilen türbinin dönmesi sonucu elektrik enerjisi elde edilir. Hidroelektrik santral maliyeti diğer üretim tiplerine kıyasla en düşük işletme maliyetine sahiptir. Ayrıca işletme ömrü en uzun olandır yaklaşık 60-70 yıl arasındadır. Hidroelektrik santral kurmak için yapılan barajlarda, elektrik üretimi yanında, su biriktirme, sulama gibi faydalar sağlamaktadır (Bozkurt ve Tür, 2015).

Türkiye’de hidroelektrik kurulu gücü yaklaşık 31.680 megawat olup, ortalama toplam potansiyeli ise 67 milyon gigawat civarındadır (Devlet Su İşleri, 2023).

Şekil 3.3’de, suyun potansiyel enerjisinden faydalanılarak türbinleri itmesiyle mekanik enerjiye çevrilmesi, ardından jeneratör yardımıyla nasıl elektrik enerjisine dönüştüğü gösterilmiştir (Faruk ve ark., 2017).



Şekil3.3 Hidroelektrik Enerji Üretimi (Faruk ve ark., 2017).

3.1.5. Güneş Enerjisi

Güneş, güneş sisteminin merkezinde yer alan ve güneş sisteminin kütlelerinin %99,8’ini oluşturan bir yıldızdır. Güneşten yayılan ışık, dünya üzerindeki hayata çok büyük oranda etki etmektedir ve hayatın temelini oluşturmaktadır. Samanyolu galaksisi üzerinde bulunan yıldızlardan biri olan güneşin kütlesi sıcak gazlardan oluşur ve

yaydığı radyasyon dünyamıza ısı ve ışık olarak ulaşır. Güneş enerjisi diğer enerji kaynaklarının da temelini oluşturmaktadır. Güneş üzerinde meydana gelen tepkimeler sonucunda, güneşin yaklaşık %90'ını oluşturan hidrojen gazı nedeniyle çok büyük bir enerji açığa çıkmaktadır (Wikipedia, 2023).

Güneş, dünyanın varoluşunun en büyük temellerinden biridir. Güneşsiz bir dünyada yaşam olması düşünülemez. Varoluşun ilk günlerinden beri güneş, aydınlanma, canlı yetiştirme, ısınma, yön bulma ve elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Hatta yaşamımızı devam ettirebilmek için vücudumuzda bulunan A,D,E ve K vitaminleri güneş sayesinde aktifleşir.

Ülkemizin konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerji potansiyeli, dünyadaki diğer ülkelere göre oldukça fazladır. Saniyede yaklaşık 170milyon megavat enerji güneş sayesinde dünyaya gelmektedir. Ülkemizin enerji üretimi yıllık 100 milyon megavat olduğu varsayılırsa, güneşin saniyede yolladığı enerji ülkemizin yıllık enerjisinin yaklaşık 1.7 katı olduğu sonucuna ulaşılır ki bu sonuç ürpertici büyüklüktedir. Ülkemiz 110 gün kadar yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Yeterli yatırım yapılması halinde ülkemizde, metrekarede yıllık 1.100 kilovat saatlik bir enerji üretimi yapılabilir (Şen, 2004; Varınca ve Gönül, 2006).

Güneş enerjisi dediğimizde bundan 10,15 yıl kadar önce aklımıza, evlerimizin çatısında bulunan su ısıtma sistemleri gelmekteydi. Günümüzde ise fotovoltaik güneş panelleri gelmektedir. Önümüzdeki yıllarda neredeyse her ev ve iş yeri bu panellerle süslenmiş olacağı ön görülüyor. Termodinamik sistemler ve fotovoltaik sistemler olmak üzere güneş enerjisinden iki şekilde fayda sağlanır. Termodinamik sistemler güneşin ısısından, fotovoltaik sistemler ise güneşin ışığından faydalanır.

Tablo 3.4 de Türkiye'nin aylara göre yıllık güneş enerjisi potansiyeli verilmiştir. Temmuz ve ağustos aylarında maksimum potansiyel varken, ocak ve aralık aylarında potansiyel güneş enerjisi minimum seviyededir. Yıllık ortalama ise günde yaklaşık 7 saatlik bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir (Şen, 2004; Varınca ve Gönül, 2006). Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücü Aralık 2022 verilerine göre 9.425 megavat seviyelerine ulaşmıştır.

Tablo 3.4. Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı (Şen, 2004; Varınca ve Gönül, 2006).

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/ay)
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm²-gün	3,6 kWh/m²-gün	7,2 saat/gün

3.1.6. Termodinamik Sistemler

Aktif ve pasif olmak üzere iki çeşittir.

a) Aktif Sistemler

Isıya dönüşen sistemler güneş radyasyonunda çok çeşitlidir. Pek çok uygulamada ısı, farklı sıcaklık değerlerinde gereklidir. Güneş kolektörlerinin en basitinde bile enerji elde etme aralığı oldukça büyüktür. Elektrik üretimi, ısıtma ve soğutma gibi amaçlarda aktif sistemler kullanılabilir. Aktif termal sistemler, güneş takip eden ve sabit olarak kurulabilir. Sabit sistemler de güneş enerjisi durağan bir kolektör ile toplanır ve ısıya dönüştürülerek akışkana transfer edilir. Binaların ısıtılmasında, soğutulmasında, organik maddelerin kurutulmasında kullanılabilir (Şenpınar, 2005).

b) Pasif Sistemler

Güneşten yararlanılan en eski sistemdir. Binaların kış aylarında ısıtılmasında, yaz aylarında ise ısınmayı önleyecek koşulların sağlanmasında kullanılır. Yine seraların ısıtılmasında, tarım ürünlerinin kurutulmasında kullanılır. Doğal yollardan ısı transferi ve sıcak hava geçişleri sağlanır. Ülkemizin de bulunduğu kuzey yarım kürede, evlerin konumu güney yöne bakarak kurulma sebebi, güneşten batana kadar aydınlanma ve ısınmada kullanılmasıdır (Şenpınar, 2005).

3.1.7. Güneş Pili Sistemleri

3.1.7.1. Hava Isıtmalı Güneş Kollektörleri

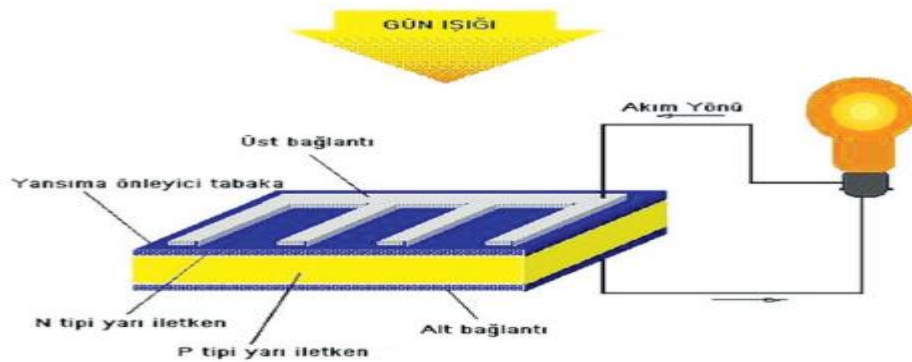
Hava ısıtmalı güneş kolektörleri, fotovoltaik panellerden önce kullanılmış sistemdir. Güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştüren en basit sistemlerden biridir. Genelde cam veya plastik geçirgen örtü, güneş enerjisini emici plaka plakaya entegre yada plaka altına yerleştirilmiş kanallar, yalıtım malzemesi ve komple sistemin yerleştirildiği kasanın oluşur. Gelen güneş enerjisini yutan ve enerjiyi çalışma akışkanına aktaran soğutucu olakalar bu kolektörlerin en önemli parçasıdır (Kırbaş ve ark., 2011).

3.1.7.2. Fotovoltaik Güneş Pilleri

Fotovoltaik güneş pilleri, güneşten gelen foton enerjisinden eşit sayıda negatif ve pozitif yük oluşturur ve bunu elektrik enerjisine çeviren cihazlardır. Oluşan negatif ve pozitif yükler fotoakım ve foto voltaj oluşturmak için ayrıştırılırlar.

Silikon ve Galyum-Arsenit gibi yarı iletkenler bu ayrıştırmayı yapar. Fotovoltaik güneş pillerinin yapımında en çok bu yarı iletkenler kullanılır (Altaş, 1998).

Fotovoltaik güneş pillerinin çalışması, diyotların çalışmasına benzerlik göstererek, elektronlar negatif katmandan çıkarak pozitif katmana gelmesiyle ifade edilebilir. Silikona belli miktarda Boron eklenerek pozitif malzeme elde edilirken, Fosfor eklenerek negatif bir malzeme elde edilebilir. Boron eklenen parçada boşluklar oluşurken fosfor eklenen parçada serbest elektronlar oluşur (Altaş, 1998). Şekil 3.4 de güneş pilinin genel gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.4 Güneş Pilinin Genel Gösterimi (Arslan, 2018)

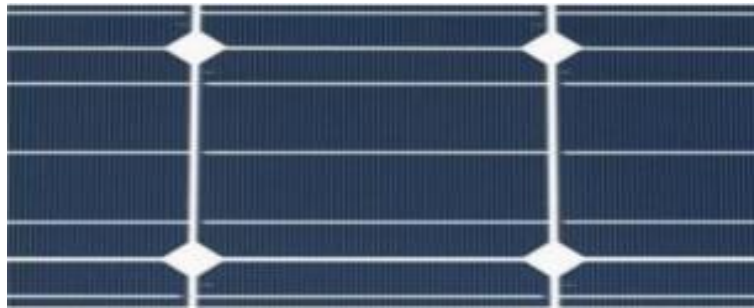
Fotovoltaik pil tarafından üretilen akım üzerine düşen güneş ışını ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla ışığın düştüğü pil alanı artarsa üretilen enerjide artar. Yani çıkan enerji pile düşen ışığa ve pil alanına bağlıdır diyebiliriz. Fotovoltaik piller; kristal silikon, amorf silikon, ince film, bakır indiyum diselenit ve diğer piller olmak üzere beş gruba ayrılır.

a) Kristal Silikon Piller

Silisyum en önemli hammaddesidir. Oksijenden sonra dünyada en çok bulunan element olan silisyum doğada saf halde bulunmaz. Fotovoltaik güneş pillerinde kullanabilmek için silisyumun saf haline ihtiyaç vardır. Saflaştırma işlemi için silisyum dioksit bileşiğinin ısıtılarak bileşenlerine ayrılması gereklidir. Silisyumu elde etmek için uğraşılmasının sebeplerinden biri enerji üretmek olsa da bir diğer önemli sebebi ise, yaklaşık 30 yıl kadar özelliğini yitirmemesidir. Kullanılan güneş panellerinin ömrü aslında silisyumun ömrü ile doğru orantılıdır. Mono-kristal ve poli-kristal olmak üzere iki çeşit kristal güneş pili mevcuttur (Arslan, 2018).

I. Mono-Kristal

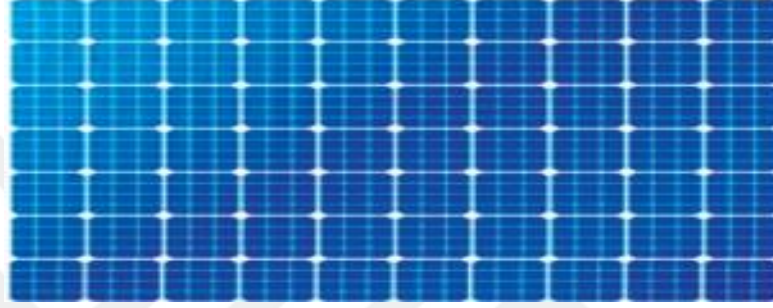
Bu piller en eski ve en pahalı pildir ama günümüzde hala kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise ciddi orandaki verimliliğidir. Piyasadaki mevcut mono-kristal piller yaklaşık %17 gibi bir verime sahiptir. Tabi ki bu değer pilin kullanıldığı yere ve maruz kaldığı ışık şiddetine göre değişiklik gösterebilir (Kıyanççek, 2013). Bu pillerin üretiminde ‘Czochralski Metodu’ kullanılmaktadır. 1971 yılında geliştirilen bu yöntemde silisyum dioksit bileşeni eritilerek içerisine küçük bir aşırı kristali batırılır ve yavaş yavaş dışarı çekilerek soğutulur. Uzun ve tek kristalli silindir bu işlemler sonucu elde edilir. Mono-kristal pillerin rengi genelde koyu ve mavi ile siyah arasında bir renktir. Şekil 3.5’de mono-kristal silikon güneş pili gösterilmektedir.



Şekil 3.5 Mono-Kristal Silikon Güneş Pili

II. Poli-Kristal

Poli-kristal pillerin üretimi mono-kristal ile aynıdır sadece mono-kristaldeki gibi değil de kalıpta soğutulularak elde edilir. Czochralski yöntemi kullanılmadığı için oluşan yapı homojen değildir. Bu nedenle verimi mono-kristalden daha azdır. Yaklaşık %16 civarında verim ile çalışır. Tercih edilme sebebi maliyetinin monokristalden daha ucuz olmasıdır. Rengi genelde mavidir (Orhun, 2013). Şekil 3.6'da poli-kristal güneş pili gösterilmektedir (Kıyanççek, 2013).



Şekil 3.6 Poli-Kristal silikon Güneş Pili

b) Amorf Silikon Piller

Bu pilleri oluşturmak için gereken ısı çok daha küçüktür. Maliyeti bu yüzden ucuzdur. Verimi yaklaşık %8 civarındadır. Enerji ihtiyacı çok olmayan yerlerde tercih edilirler. Maliyeti ucuz olmasına rağmen verimliliği düşüktür

c) İnce Film Piller

Emilim özelliği iyi olan maddeler kullanılarak daha ince elde edilirler. Kristal silisyum kullanılarak radyasyon emmek için kullanılan kalınlığın yaklaşık beşte biri ile ince filmli piller aynı oranda radyasyonu emebilir. Yarı iletken malzemelerin geniş yüzeyler üzerine kaplanmasıyla ince film piller meydana gelir. Yapılan araştırmalarda birçok yarı iletken malzeme cam, plastik veya paslanmaz çelik ile güneş pilleri üretmek mümkün çıkmıştır.

İnce film güneş pilleri üretilirken kullanılan yarı iletken malzemelerin boyutunun çok küçük olması sebebiyle, ince film güneş panelleri esnek yapıya sahiptir (Arslan, 1998). Şekil 3.7'de ince film pillerinin esnekliği gösterilmiştir.



Şekil 3.7 İnce Film Piller

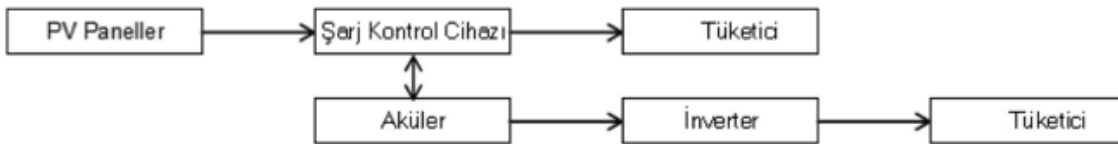
d) Bakır İndium Diselenit Piller

Bu pilleri oluşturan yarı iletkenlerin yapısındaki elementler periyodik tablonun birinci, üçüncü ve altıncı grup elementleridir. Güneş ışınını emme katsayıları oldukça yüksektir. Laboratuvar ortamında verim %20 civarında olup uygulamada %15 civarında verim elde edilmiştir.

3.1.7.3. Şebeke Durumuna Göre Fotovoltaik Güneş Sistemleri

a) Off-Grid Sistemler

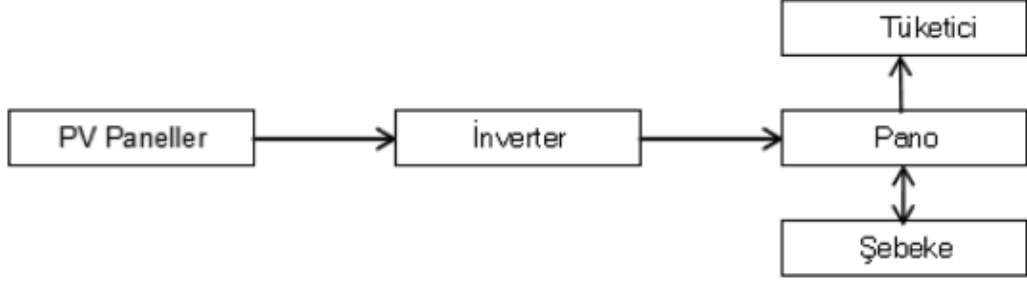
Şebekeden bağımsız olan bu sistemlerde genelde akü yardımıyla üretilen enerji depo edilir. Genelde şebekeye uzak yerlerde kullanılır. Örneğin tarımsal sulama yapmak için bu sistem kullanılır. Şebekelerdeki alt yapı yetersizliği, şebekeye olan uzaklık tercih edilmesinde önemli yer tutar. Üretilen enerji istenirse inverter yardımıyla şebeke enerji voltajına dönüştürülebilir. Şekil 3.8de basit olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Off-Grid Sistem

b) On-Grid sistemler

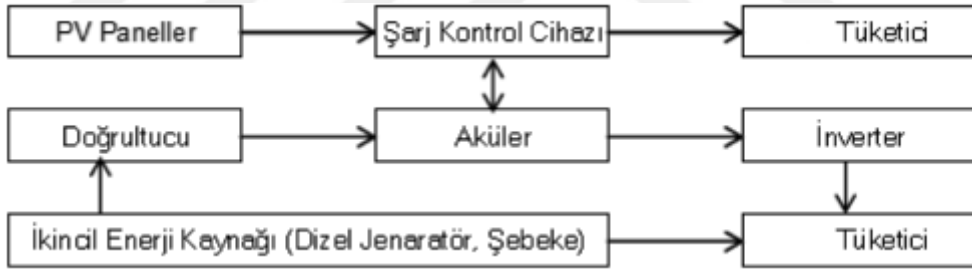
Şebekeye bağlı sistemlerdir. Enerjinin depo edilmesi gerekmez. İhtiyaca göre, üretilen enerjinin fazlasının şebekeye satıldığı sistemlerdir. Şekil 3.9’da on-grid sistem gösterilmiştir.



Şekil 3.9 On-Grid Sistem

c) Hibrit sistemler

Birincil üretimin fotovoltaik panellerin olduğu birden fazla üretim sisteminin bulunduğu sistemlerdir. İkincil üretimi ise rüzgâr ya da dizel jeneratörler oluşturur. Şekil 3.10’da hibrit sistemin şematiği gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Hibrit Enerji Sistemi

3.1.8. Güneş Enerji Santrallerinin Alt Yapı Sistemleri

3.1.8.1. Konstrüksiyon

Güneş enerji santralleri çoğu zaman tarıma elverişsiz alanlarda kurulsa da çatılarda da kurulması günümüzde yaygındır. Üretim sahası ister çatı ister arazi olsun belirli bir alt yapıya ihtiyaç duyar. İlk etapta panellerin uygun konumda konumlandırılacağı konstrüksiyona ihtiyaç vardır. Bu konstrüksiyonlar çelik, demir, alüminyum malzemeden olabilir.

3.1.8.2. Çatı İçin Konstrüksiyon

Çatının yönü, eğimi ve çatının yapı malzemesi kullanılacak olan konstrüksiyonlar için önemlidir. Örneğin bir panel çatıya kurulacak olan sistem ile kiremit çatıya kurulacak sistem aynı değildir. Genelde çatı tipi sistemlerde alüminyum konstrüksiyon tercih edilir, çünkü alüminyum hafif ve dayanıklıdır.

Hadveye montaj yardımıyla kurulan çatı tipi sistemlerde, genelde çatı kaplayıcılarına montajı yapılır. Alüminyum profiller çatı kaplamasına vidalanarak sabitlenir (Solaravm, 2022).

Çatı kaplamasının uygun olmadığı durumlarda genelde aşığa montaj sistemi kullanılır. Çatının doğrudan taşıyıcılarına bağlandığından en sağlam sistem demek yanlış olmaz. Hadveye sistemlere göre pahalı olsa da, sağlamlığı bu pahalılığı göz önünde bulundurmaya değmeyecektir (Solaravm, 2022).

Düz çatılarda eğim olmadığı için eğim istenirse alüminyum profiller ile sağlanır. Rüzgâra karşı direnç ise konulan ağırlıklar yardımıyla sağlanır (Solaravm, 2022).

Kiremit çatılarda ise montaj, kiremitlere yapılan montaj elemanları sayesinde yapılır. Evlerin genelde çatıları kiremit olduğundan, konut projelerinde bu sistem tercih edilir (Solaravm, 2022).

3.1.8.3. Arazi İçin Konstrüksiyon

Genelde sağlamlık için çelik profiller tercih edilirken alüminyum çelik karışık profillerde tercih edilebilir. Maliyet düşürmek için galvaniz kaplama demirlerde tercih edilebilir. Kurulacak olan sistemin büyüklüğü ve amacı kurulacak olan konstrüksiyonu değiştirebilir. Sabit üretim sistemleri kurulabildiği gibi tarımsal sulama için taşınabilir sistemlerde kurulabilir. Arazi yapısına ve zemin durumuna göre zemin sağlamlaştırma, zemin düzleştirme gibi işlemlerden sonra konstrüksiyon kurulumu yapılır.

3.1.9. Elektrik Enerjisi Depolama

Elektriği üretmekten çok depolamak bir hayli zordur. Elektrik nakil edilirken kayıplar ciddi oranlardadır. Kimyasal ve mekanik olarak elektrik depolanabilir (Kozak ve Kozak, 2012).

a) Mekanik Enerji Depolama

Kinetik ve potansiyel enerji olarak depo edilebilen enerji teknolojisidir. Sıkıştırılmış hava ile enerji depolama, volan enerji depolama ve pompalı hidroelektrik depolama mekanik depolamaya tekniklerindedir.

i) Sıkıştırılmış Hava Enerjisi

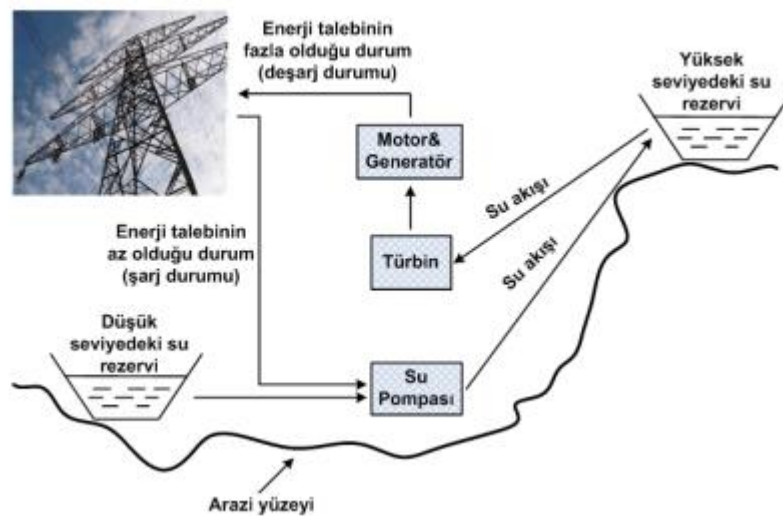
Hava enerjisi, madenlerdeki lokomotiflerde ve önceleri savaş gemilerinin torpido fırlatılmasında kullanılmıştır. Sıkıştırılmış havayı depolama sistemi, bir hava deposunda enerjinin düşük kullanım olduğu zamanlarda kompresör aracılığıyla depo edilmesini sağlar.

j) Volan Enerji

Kinetik enerji depolanmasında bilinen en eski yöntemdir. Volan, mekanik sistemlerde, tahrik gücünün fazla olduğu periyotlarda fazla gelen enerjiyi üzerine alır, ihtiyaç olduğu durumlarda ise enerjiyi yüke aktarır ve dengeyi sağlamış olur.

k) Hazneli Pompalı Sistemler

En eski ve en büyük enerji depolama teknolojisidir. Enerji düşük su rezervuarından yüksek su rezervuarına çıkarılarak depolanır. İhtiyaç olması halinde düşük rezervuara geri verilir. Her ne kadar depolama sistemi olsa da elektrik üretiminde de kullanılır. Şekil 3.11’de tipik kullanımlarından bir olan pompalanmış su tabanlı enerji depolaması ünitesi bir örnek ile gösterilmiştir (Kozak ve Kozak, 2012).



Şekil 3.11 Pompalanmış Su Tabanlı Enerji Depolama Ünitesi Şematiği (Kozak ve Kozak, 2012).

b) Kimyasal Enerji Depolama

Kimyasal bileşiklerin bağlarında depolanabilen enerji ısı çıkan reaksiyonlarla tekrar kullanılabilir hale getirilebilir. Bu yöntem için katalizör gerekebilir. En çok kullanılan katalizörler ise hidrojen ve amonyaktır. Şarj edilebilir bataryalar, aküler, teknolojik ürün bataryaları kimyasal enerji depolamaya örnek verilebilir.

3.1.10. Akü

Enerji depolamada en önemli araçlardan biri de akü sistemleridir. Elektriğin üretilmediği hava şartlarında elektrik ihtiyaçlarını karşılamak için akü ve bataryalarda depolanan enerji kullanılabilir. Genelde jel aküler ve kurşun-asit bataryalar tercih edilir. Kurulu sistem gücünün büyüklüğüne göre akü tercih edilir.

Kurşun-asit bataryalar açık alanda havalandırmanın iyi olduğu konumlarda tercih edilmelidir. Şarj sırasında atık hidrojen ve oksijen çıkarır. Eğer yeterli havalandırma yapılmazsa biriken gazlar yanma ya da patlama oluşturabilir. Bu yüzden bu tip akülerin yerine jel ya da kuru tip aküler tercih edilmelidir. Akülerin dezavantajı ağır olmasıdır.

Akülerin ömrü yapacağı tam devir ile ölçülür. Tamamen dolup boşalması 1 deviri ifade eder. Aküler aşırı yüklenmeden, boşalmadan ve uzun süre düşük seviyede kalmaktan korunmalıdır. Bu koruma akü kontrol cihazları yardımıyla sağlanır.

a) Kuru Akü

Su ya da asit eklemesine ihtiyaç duymayan, bakıma gerek olmayan kapalı akülere kuru akü denir. Kuru akülerin tipik özelliği güvenilir olmasıdır. Kuru sistemden dolayı aküden sıvı ya da asit taşma durumu olmaz, gaz çıkışı görülmez. Bu nedenlerden dolayı güvenilirdir. Ömrü diğer akülere göre uzundur. Sarsıntı yada titreşime karşı dayanıklı olduğu için taşınmasına engel bir sebep yoktur.

b) Jel Akü

Akülerde yer alan elektrolitin sıvı halde değil de jel halde bulunduğu akü tipidir. Kuru akü sınıfındandır. İçeriğinde sülfirik asit ve isli silikon karışımı jel mevcuttur. Yüksek sıcaklığa ve titreşime dayanıklıdır. Akü boş olsa bile kullanım ömrü kısalmaz. Kullanım kapasitesi yüksektir (İnci Akü, 2023).

c) Sulu Akü

İçi tamamıyla sülfürik asit içeren kurşun-asit bir aküdür. Gaz salınımı yapma olasılığı, titreşime karşı hassasiyeti, kapasitesi göz önünde bulunduğunda çok tercih edilmez.

3.1.11. İnverter

Güneş panellerinden üretilen doğru akımı alternatif akıma çeviren sisteme inverter denir. Yük ihtiyacına bağlı olarak çeşitli inverterler vardır. Kare dalga, düzeltilmiş sinüs dalga, tam sinüs dalga ve darbe genlik modülasyonlu olmak üzere 4 çeşittir.

Kare dalga inverteri ucuz olsa bile çok tercih edilmez, büyük dalgalanma kapasitesine sahip olmasına rağmen harmonik bozulması en çok olandır. Düzeltilmiş sinüs inverteri ise çok karmaşık yapıda ve verimi düşüktür. Tam sinüs inverteri ise en düşük verime sahiptir ama en az bozulma bu inverterdedir. Darbe genlik modülasyonlu inverterler ise minimum bozulma, yüksek verim ve yüksek maliyete sahiptir.

Darbe genlik modülasyonlu inverter, herhangi bir zamandaki ortalamaya sahip bir sinüs dalgası üretebilir. İnverter ailesi içerisinde çok yönlü inverterlerden birisidir.

İNverterler kısaca fotovoltaik güneş enerji sisteminden gelen akımı evirerek sistemin kullanılabilirliğini sağlayan eviricilerdir. Kurulacak olan sistemin büyüklüğüne göre çeşitli büyüklüklerde inverter tercih edilebilir.

3.1.12. Transformator

Kısa adıyla trafo, iki ya da daha fazla elektrik devresinin elektromanyetik indüksiyon ile bağlayan elektrik elemanıdır. Elektrik devreleri arasında elektromanyetik alan sayesinde bağlantıyı sağlar. Trafolar akım ve gerilimde istenilen değere ulaşmayı sağlar. Transformatorün kelime manası zaten değiştirici demektir.

Elektromanyetik indüksiyon yoluyla akım veya gerilimi frekans değiştirmeden değiştiren elektrik makinelerine trafo denir. Trafolar, kapalı bir manyetik gövde ile üzerine sarılan yalıtılmış iletkenlerden oluşur. Trafolarda birincil ve ikincil denilen iki sargı vardır. Bu sargıların birbiriyle elektriksel bağlantısı yoktur. Depolanamayan elektrik enerjisinin üretimden hemen sonra tüketiciye ulaşması gerekmektedir. Bu iletimin verimli olabilmesi için gerilimin yeterli büyüklükte olması gerekmektedir. Üretim santralindeki çıkış gerilimi taşıma yapmaya uygun değildir ve trafo yardımıyla yükseltılarak büyütülmeye ihtiyaç duyulur (Beyin, 2019).

Elektrik güç sistemlerinde akım ve gerilimi değiştirmek, maksimum güç transferi için kaynak ve güç empedansını uyumlu hale getirmek ve bir devreyi diğerinden izole etmek trafoların en temel ve önemli görevlerindedir.

İkincil sarımı birincil sarımdan küçük olan trafolar alçaltıcı trafo, büyük olana yükseltici trafo denir. Trafolar çalışma gerilimine göre alçak gerilim, orta gerilim ve yüksek gerilim olarak sınıflandırılırlar. Kuru tip trafolar, yağlı trafolar, akım trafoları ve gerilim trafoları en yaygın tiplerindedir (İncitas, 2023).

3.1.13. İletim Hatları

Üretim santrallerinden çıkan enerjinin trafo yardımıyla güçlendirildikten sonra tüketiciye ulaşması gerekmektedir. Tüketiciye iletim ise iletim hatları sayesinde gerçekleşir. Elektriğin güvenli ve minimum kayıpla tüketiciye iletilmesi çok önemlidir. Elektriği üretim santralinden tüketiciye kadar ulaştıran iletim hatları, iletim hattı güzergâhı, arazi durumu, hattın güvenliği gibi etkenler göz önüne alınarak kurulur. İletim hatları yüksek gerilim ve alçak gerilim olmak üzere iki sınıftır. Alçak gerilim hatları 1 volt ile 1000 volt arasındaki değerleri kapsarken, 1000 volt üzeri ise yüksek gerilim olarak adlandırılır. Yüksek gerilim hatları genellikle üretim santrali ile yerleşim yerleri arasına döşenir. Şehir içi hatlarda ise genelde alçak gerilim hatları mevcuttur. Arazilerde uzun enerji nakil hatları havai hat, şehir içlerindeki yeraltı hatları ise yeraltı hattı olarak adlandırılır. Yeraltı hatları yüksek izolasyon gerekliliğinden hem güvenilir hem pahalıdır.

Aynı anma gerilimine sahip, birbiri ile bağı bulunan elektrik tesislerinin tümünün oluşturduğu sisteme şebeke denir. Şebekeler iletim hatlarından oluşan ağlardan oluşur. Üretim santralleri genelde tüketim yerlerinden uzaktadır. Üretilen enerjinin tüketim noktalarına ulaşımı şebekeler sayesinde gerçekleşir. İletimde kullanılan şebekelere iletim şebekeleri, dağıtımda kullanılan ise dağıtım şebekeleri denir. Üretimden tüketime kadar enerjinin kesintisiz iletilmesini bu şebekeler sağlar (Elektrikport, 2013).

3.1.14. Maksimum Güç Noktası İzleyici

Fotovoltaik sistemlerde yapılan araştırmaların çoğunluğu verimliliği artırmakla ilgilidir. Kurulan fotovoltaik santrallerde elde edilen gücün maksimum olması için, maksimum güç noktası izleyiciler de kullanılmaktadır. Fotovoltaik sistemlerde enerji verimliliği, paneli oluşturan hücrelerin gövde sıcaklığı, güneş ışınımı alma seviyesi gibi etkenlere bağlıdır (Gomathy ve ark., 2012; Kurak ve ark., 2016).

Maksimum güç noktası izleyiciler, güneş panellerindeki güneş hücrelerine düşen anlık ve değişken olan ışığı özel algoritmalar yardımıyla anlık takip ederek en yüksek verime ulaşmayı amaçlar.

Örneğin 12 voltluk güneş panelleri yapıları gereği 18 volt seviyelerinde çıkış gerilimi verebilirler. Maksimum güç takip sistemi olmayan sistemlerde 12 volt üzerindeki gerilimler kullanılmayarak atıl durumda kalır. Maksimum güç noktası takibi olan sistemler ise çıkıştaki gerilimin neredeyse tamamını depo edebilir (Gemitrafik, 2020). Böylelikle üretimde artık enerji kalmamış olur.

3.2. Metot

3.2.1. Sabit Fotovoltaik Güneş Sistemi

Sabit sistemimizin kurulumu için 10 wattlık fotovoltaik güneş paneli, paneli belirlenen açıda tutacak iskelet sistemi, üretilen enerjiyi aküye aktaracak kablo, akü şarj kontrol cihazı ve akü gerekmektedir. Kullanılan elemanlar aşağıda detaylı gösterilmiştir. Şekil 3.12 ve 3.13’de kullanılan fotovoltaik güneş paneli gösterilmiştir. Şekil 3.14 ve 3.15’de kullanılan akü şarj kontrol cihazı gösterilmiştir.



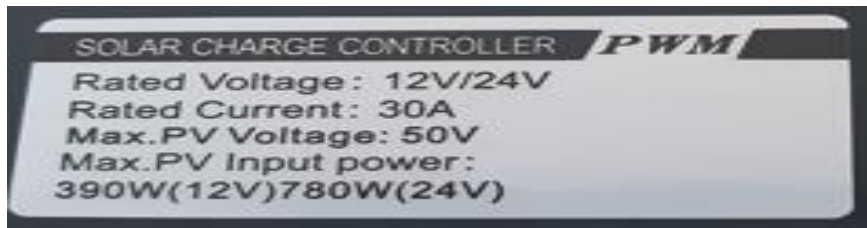
Şekil 3.12. Kullanılan Güneş Paneli Ön Yüzü



Şekil 3.13. Kullanılan Güneş Paneli Etiket Değerleri



Şekil 3.14. Akü Şarj Kontrol Cihazı



Şekil 3.15. Akü Şarj Kontrol Cihazı Etiket Bilgileri

Paneller sabit sistemde konumlandırılırken enlem değerleri yardımı ile yapılan bazı hesaplamalar sonucunda en uygun açı ile yerleştirilir. Bu hesaplamalar, enlem değeri 25 dereceden küçük olan yerlerde, enlem değerini 0,87 ile çarparak hesaplanırken, 25 ile 50 arasında ki enlem değerlerinde ise yine 0,87 ile çarpılıp sonuca 3,1 derece eklenerek bulunur. Enlem değeri 50 dereceden yüksek olan yerlerde ise optimum açı 45 derece baz alınır (Bakırcı, 2012).

Kırşehir ili için enlem değeri 39,1463 derece olduğu bilinmektedir (Türkiye Belediyeleri, 2021). Panel konumlandırma açısı 39,1463 ile 0.87 çarpılıp 3,1 eklendiğinde 37,16 derecelik bir açı ile güney yönünde konumlandırılır.

Sabit sistemde maliyet ise tablo 3.5’de gösterildiği gibidir.

Tablo 3.5: Sabit Sistem Kurulum Maliyeti

Sistem Elemanları	Fiyatı
10 Wat Solar Panel	450 TL
Sistem İskeleti, Kurulum ve İşçilik	100 TL
Akü Şarj Kontrol Cihazı (30 A, 12V)	140 TL
Akü (12V, 7A)	250TL
Toplam Maliyet	940TL

3.2.2. Dairesel Hareketli Fotovoltaik Güneş Sistemi

Sabit sistemden farklı olarak kurulacak olan bu sistemde güneşi takip edebilmesi için sisteme sensör ve motor ilavesi yapılacaktır. Yine sabit sistemde olduğu gibi 37,16 derecelik bir açıyla sabitlenen sistem, güneşi doğu batı yönünde takip edecektir. Güneş paneli, güneşin hareketini foto dirençler yardımıyla algılayacak ve motor sayesinde yönünü ayarlayacak, böylece güneşten enerjisinden daha fazla verim elde edilir. Sabit sistemden farklı olarak kullanılan motor ve sensör aşağıda gösterilmiştir. Şekil 3.16’da kullanılan sensör, şekil 3.17’de ise kullanılan motor, şekil 3.18’de ise kurulan panellerin öğleden sonraki bir konumu gösterilmiştir.



Şekil 3.16. LDR Sensör (Işığa Bağımlı Direnç)



Şekil 3.17. 360 Derece Dönebilen Motor



Şekil 3.18. Sabit ve Hareketli Sistemin Öğleden Sonraki Bir Konumu

Kurmuş olduğumuz hareketli sistemde 1 adet foto direnç ve 1 adet motor sabit sisteme ilave olarak eklenmiştir. Böylelikle sistem doğu batı yönünde güneşi takip ederek verimliliği artırmıştır. Tablo 4.2 de hareketli sistem maliyeti verilmiştir.

Tablo 3.6: Hareketli Sistem Kurulum Maliyeti

Sistem Elemanları	Fiyatı
10 Wat Solar Panel	450 TL
Sistem İskeleti, Kurulum ve İşçilik	200 TL
Akü Şarj Kontrol Cihazı (30 A, 12V)	140 TL
Akü (12V, 7A)	250TL
Ldr sensör	5 TL
Servo Motor	120 TL
Toplam Maliyet	1165TL



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

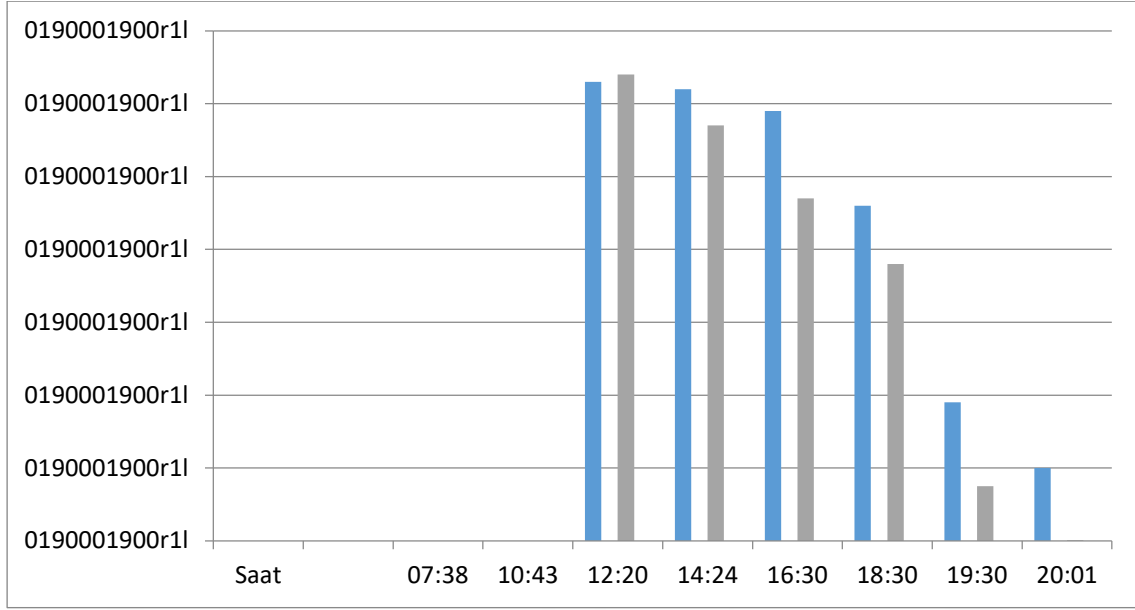
Ölçümlerin yapıldığı mayıs ve haziran aylarındaki yağışsız günler baz alındığında, güneşin doğduğu sabahın ilk saatleri ile güneşin batış saatlerinde hareketli sistemden daha fazla enerji ürettiği tespit edilmiştir. Güneşlenme sürelerinin uzadığı bu ölçüm günlerinde her iki sistemde daha fazla ışığa maruz kaldığı için enerji üretimi artmıştır. Aynı gündeki ölçüm sonuçları incelendiğinde ise saat 11 ile 13 arasında neredeyse hiçbir verim farklılığı oluşmadığı tespit edilmiştir. Sabahın ilk saatlerinde güneşin doğuşuyla üretime başlayan her iki sistemde de enerji çıkışı varken özellikle sabah 11'e kadar hareketli sistemin enerji çıkışının daha fazla olduğu, yine öğleden sonra saat 15'den sonra güneş batana kadar hareketli sistemin enerji çıkışının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Aynı gündeki ölçümler baz alındığında, dairesel hareketli sistemin akım değerleri sabahın ilk saatlerinde yaklaşık %150 fazla iken bu değer öğlen saatlerinde eşitlenmiş, güneşin batma eğilimine geçtiği saatlerde ise bu farklılık tekrar gözlemlenmiştir.

Aynı gün içerisindeki ölçümler sonucu, sabit sistemin günün her saatini maksimum verimde çalıştığı varsayılırsa, günde yaklaşık 6 saat çalıştığı hesaplanırken, hareketli sistemin yaklaşık 8 saat maksimum verimde çalıştığı tespit edilmiştir. Yani buradan da anlaşılacağı üzere dairesel hareketli sistem sabit sisteme göre yüzde yaklaşık yüzde 33 daha fazla verime sahip olmuştur. Tablo 4.1 ve 4.2'de bir günlük ölçüm değerleri verilmiştir. Bu değerlere bakılarak gün içerisindeki değişim daha net gözlemlenebilir.

Tablo 4.1: Hareketli Sistem ve Sabit Sistem Verileri Mayıs Ayı

Saat	Akım		Gerilim		Güç	
	Hareketli Sistem	Sabit Sistem	Hareketli Sistem	Sabit Sistem	Hareketli Sistem	Sabit Sistem
7:30	0,57	0,29	12,95	12,92	7,38	3,74
10:30	0,61	0,55	12,97	12,95	7,91	7,12
12:30	0,64	0,64	12,98	12,96	8,30	8,29
14:30	0,61	0,56	12,94	12,93	7,89	7,24
16:30	0,58	0,47	12,88	12,75	7,47	5,99
18:30	0,46	0,38	12,74	12,57	5,86	4,77
19:30	0,15	0,075	12,55	9,85	1,88	0,73
20:00	0,09	0,001	11,1	11,2	0,099	0,001



Mayıs Ayı Akım Grafiği

Tablo 4.2: Hareketli Sistem ve Sabit Sistem Verileri Haziran Ayı

Saat	Akım		Gerilim		Güç	
	Hareketli Sistem	Sabit Sistem	Hareketli Sistem	Sabit Sistem	Hareketli Sistem	Sabit Sistem
7:38	0,60	0,30	12,96	12,90	77,77	3,87
10:43	0,62	0,55	12,94	12,95	88,02	7,12
12:20	0,63	0,64	12,97	12,97	88,17	8,30
14:24	0,62	0,57	12,93	12,94	88,01	7,37
16:30	0,59	0,48	12,87	12,75	77,59	6,17
18:30	0,46	0,38	12,74	12,57	55,86	4,77
19:30	0,19	0,09	12,14	99,78	22,30	0,88
20:15	0,10	0,007	11,3	11,2	0,13	0,008

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşamımızın devamlılığı için hayati önem arz eden enerji ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Kullanılan fosil kaynaklı enerjiler ise dünyamızı yaşanılmaz hale getirmektedir. Ayrıca fosil kaynaklı enerjilerin devamlılığı, yenilenebilirliği olmadığı da düşünüldüğünde yenilenebilir enerji vaz geçilmezimiz olması gereken bir konudur. Yenilenebilir enerji içerisindeki güneş enerjisi kurulum sonrası masrafsızlığı, hammadde ihtiyacının sınırsızlığı, bakım masraflarının az olması nedeniyle günümüzde önemli bir konuma gelmiştir. Güneşten ısı harici faydalanma metodu olan elektrik enerjisi üretimi ülkelerin bağımsızlığı açısından da önemlidir.

Ülkemiz bulunduğu konumdan dolayı oldukça elverişli güneşlenme sürelerine sahiptir. Bu potansiyel yeterli bir şekilde kullanıldığında yeraltı kaynaklarımız ve fosil kaynaklarımız daha geç bitebilir ve ülke ekonomisine ciddi oranda katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada Kırşehir ili Mucur ilçesinde, özdeş iki adet solar güneş paneli kullanılıp, dairesel hareketli sistem ve sabit sistem kurulmuş olup çıkan veriler karşılaştırılmıştır. Sabit panel gerekli hesaplamalar yapılarak en uygun açıyla yerleştirilmiştir. Dairesel hareketli panelde aynı açı ile yerleştirilip doğu batı yönünde sensör ve motor yardımıyla güneşi takip etmiştir. Dairesel hareketli sistem ile güneş takip edilerek maksimum verim elde edilmiştir. Gün içerisinde aynı anda iki sistemden de ölçüm değerleri kaydedilmiştir. Ayrıca gün içerisinde akülerin doluluk oranları incelenmiştir.

Panel akımları tablo 3.5 incelendiğinde gün ortasında eşit seviyelerde iken gün başlangıcı ve sonunda farkın artmış olduğu görülmektedir. Bu veriler ölçümün yapıldığı günün bulut oranına, mevsime ve güneşlenme süresine göre değişiklikler görülebilir. Tablo 3.5'deki veriler 1 Haziran 2023 tarihine aittir.

Bu sonuçlara göre dairesel hareketli panellerin sabit panellere göre daha verimli olduğu anlaşılmaktadır. Anlık akım ve gerilim değeri değiştiğinden verimlilik hesabı akü dolum süresinden hesaplanarak yaklaşık %33 bulunmuştur. Yaptığımız çalışmanın diğer çalışmalardan farkı, önceki çalışmaların iki eksenle güneşi takip edip bu çalışmanın sadece tek eksenle dairesel hareketli olmasıdır. İki eksenle hareket eden sistemlerin verimliliği belki daha fazla olabilir ama maliyeti de aynı oranda artacaktır.

Sabit sistem ile dairesel hareketli sistem maliyet olarak karşılaştırıldığında, dairesel hareketli sistemin yaklaşık %24 daha maliyetli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Maliyetteki %24 oranındaki pahalılığı, enerji üretimindeki %33 oranındaki fark absorbe etmekte ve sistemi cazip kılmaktadır.

Bu araştırma, iki eksenle hareketli sistem de eklenerek, üçlü bir karşılaştırma yapımında öncü rehber olarak kullanılabilir.

Yaptığımız araştırmada, hava şartlarının olumsuz etkisi görülmüştür. Bu çalışmaya güneşin konumunu ekleyerek takip sistemini havanın olumsuz koşullarının etkisinden koruyabiliriz.



6. KAYNAKLAR

Altaş, İ. H. (1998). Fotovoltaj Güneş Pilleri: Yapısal Özellikleri Ve Karakteristikleri. Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, 47, 66-71.

Arda, Z., ve Çavşı, H. (2018). Türkiye'deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu. Mühendis Ve Makina, 59(691), 45-58.

Arslan, İ. (2018). Tekirdağ Koşullarında Polikristal Ve Monokristal Tip Pv Güneş Panellerinin Verimlilik Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.

Ataman, A. R. (2007). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Aydın, İ. (2013). Balıkesir'de Rüzgâr Enerjisi. Doğu Coğrafya Dergisi, 18(29), 29-50.

Bakırcı, K. (2012). Güneş Panellerinin Optimum Eğim Açılıları İçin Genel Modeller: Türkiye Örneği. Yenilenebilir Ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri , 16 (8), 6149-6159.

Beyin, I. (2019). Kuru Tip Transformatörlerin Çelik Parçalarında Şekil Optimizasyonu Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Beyoğlu, M. F. (2011). Balıkesir İlinde Çift Eksenli Güneş Takip Sistemi İle Sabit Eksenli Pv Sistemin Verimlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Bozkurt, S., ve Tür, R. (2015). Dünyada Ve Türkiye'de Hidroelektrik Enerji, Gelişimi Ve Genel Değerlendirme, Su Yapıları Sempozyumu Kitabı, Antalya, 322-330.

Cihan, E. (2019). Yenilenebilir Enerji Ve Türkiye'de Güneş Enerjisi, Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep.

Devlet Su İşleri (2023), Erişim Linki: <https://Enerji.Dsi.Gov.Tr/Sayfa/Detay/779#:~:Text=Cevap%3a%202023%20y%C4%B1%C4%B1%20itibari%20ile,66.980%20gwh%20fy%C4%B1'd%C4%B1r>, Erişim Tarihi, 26 Mayıs 2023.

Elektrikport (2013). Şebeke Nedir?, Erişim Linki, <https://Www.Elektrikport.Com/Teknik-Kutuphane/Elektrik-Dagitim-Sebekeleri/8703#Ad-Image-0>, Erişim Tarihi: 2 Haziran 2023.

Elibüyük, U., ve Üçgül, İ. (2014). Rüzgâr Türbinleri, Çeşitleri Ve Rüzgar Enerjisi Depolama Yöntemleri. Yekarum, 2 (3).

Ergül, S. B. (2019). Orta Ölçekli Şehirler İçin Çoklu Mikro şebekelerin (Çmş) İncelenmesi Ve Planlanması: Kırşehir Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir.

Faruk, O. R. A. L., Behçet, R., & Aykut, K. (2017). Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(2), 29-38.

Gemitrafik, (2020). Mppt Nedir?, Erişim Linki, [https://www.gemitrafik.com/gunes-paneli-mppt-nedir/#:~:Text=Mppt%20\(Maximum%20power%20point%20tracking,Etmek%20i%C3%A7in%20kullan%C4%B1lan%20bir%20tekniktir](https://www.gemitrafik.com/gunes-paneli-mppt-nedir/#:~:Text=Mppt%20(Maximum%20power%20point%20tracking,Etmek%20i%C3%A7in%20kullan%C4%B1lan%20bir%20tekniktir), Erişim Tarihi: 2 Haziran 2023.

Gomathy, Ssts, Saravanan, S. Ve Thangavel, S. (2012). Bağımsız Bir Pv Sistemi İçin Maksimum Güç Noktası İzleme (Mppt) Algoritmasının Tasarımı Ve Uygulanması. Uluslararası Bilimsel Ve Mühendislik Araştırmaları Dergisi , 3 (3), 1-7.

Gündoğdu, K., Kabadayı, H. S., ve Öztürk, A. (2016). Fotovoltaik Paneller İçin Güneş Takip Edebilen Basit Ve Ekonomik Bir Sistem Tasarımı. Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 4(2), 634-639.

İnciakü (2023). Erişim Linki, <https://www.inciaku.com/tr/bilgi-merkezi/jel-aku-nedir/#:~:Text=Ak%C3%Bclerde%20yer%20alan%20elektrolitin%20s%C4%B1v%C4%B1,Silikonun%20kar%C4%B1%C5%9ft%C4%B1r%C4%B1lmas%C4%B1%20ile%20elde%20edilir>, Erişim Tarihi: 31 Mayıs 2023.

İncitas (2023). Trafo Nedir?, Erişim linki, <https://www.incitas.com.tr/bilgi-merkezi/blog/trafo-nedir-trafo-ne-ise-yarar/#:~:Text=Bir%C3%A7ok%20%C3%A7e%C5%9fit%20trafo%20vard%C4%B1r.,Trafolar%2c%20i%C3%A7%20ihtiya%C3%A7%20gerilim%20trafolar%C4%B1>, Erişim tarihi: 1 Haziran 2023.

Karamanav, M. (2007). Güneş Enerjisi Ve Güneş Pilleri, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Kaya, T. (2016). Jeotermal Enerji: Türkiye'nin Enerji Görünümü. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Oda Raporu, Yayın, (659), 247-254.

Kırbaş, İ., Aydoğan, B., & Uyumaz, A. (2011). Hava Isıtmalı Güneş Kolektörlerin'de Güneş Takip Mekanizması Kullanımı. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2), 74-84.

Kıyanççek, E. (2013). Fotovoltaik Sistemlerin Boyutlandırılması İçin Pvs2 Paket Programının Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Kozak, M., & Kozak, Ş. (2012). Enerji Depolama Yöntemleri. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 4(2), 17-29.

Kurak, E., Erdemir, V., & Dursun, B. (2016). Pv Sistemin İçin Maksimum Güç Noktası İzleyicisi Tasarımı Ve Uygulaması. Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 4(2), 581-592.

Leblebicioğlu, E. (2018) Rüzgâr Enerjisi Nedir? Mühendistan, Erişim Linki, <https://Muhendistan.Com/Ruzgar-Enerjisi-Nedir/>, Erişim Tarihi: 25 Mayıs 2023.

Orhun, M. (2013). Farklı Güneş Panellerinin Adaptif Bir Güneş Takip Sistemi Üzerinde Yıllık Performanslarının Karşılaştırılması Ve Güç Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.

Pınar, A., Buldur, A. D., ve Tuncer, T. (2020). Türkiye'deki Rüzgar Enerji Santralleri Dağılımının Coğrafi Perspektifle İncelenmesi. Eastern Geographical Review, 25(43).

Solaravm (2022). Erişim Linki, <https://Solaravm.Com/Catinizda-Hangi-Gunes-Enerjisi-Montaj-Sistemini-Kullanmalisiniz>, Erişim Tarihi: 31 Mayıs 2023.

Şen, Z. (2004). Türkiye'nin Temiz Enerji İmkânları. Mimar Ve Mühendis Dergisi, 33(1), 12-14.

Şenpınar, A. (2005). Bağımsız Güneş Pili Sistemlerinin Bilgisayar İle Kontrolü, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Şenpınar, A.(2006) Güneş Açılarına Bağlı Olarak Optimum Sabit Güneş Paneli Açısının Hesaplanması. Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi, 4(2), 36-41.

Teiaş (2022) Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü, Teiaş, Erişim Linki: <https://Www.Teias.Gov.Tr/Turkiye-Elektrik-Uretim-Iletim-Istatistikleri>. Erişim Tarihi:25 Mayıs 2023.

Tırmıkçı, C. A. (2018). İki Eksen Güneş İzleyen Hareketli Güneş Sistemi Ve En Uygun Yıllık Eğim Açısı İle Konumlandırılmış Sabit Güneş Sisteminin Gerçek Zaman Karşılaştırması, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Türkiye Belediyeleri (2021). Kırşehir Enlem Değeri Nedir? Erişim Linki, <https://Www.Turkiye-Belediyeleri.Com/Kirsehir-Belediyesi.Html>, Erişim Tarihi: 5 Haziran 2023

Varınca, K. B., & Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli Ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi Ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma. Ulusal Güneş Ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 21, 23.

Wikipedia (2023). Erişim Linki: <https://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCne%C5%9F>, Erişim Tarihi:26 Mayıs 2023.

Yılmaz, M. (2000). Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Ve Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yılmaz, M. (2013). Güneş Takip Sistemi İle Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Elde Etme Yöntemleri Ve Optimum Verimin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Yılmaz, M. (2017). İki Eksenli Güneş Takip Sistemlerinde Takip Verimliliğinin Arttırılması. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 7(1/2), 56-62.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Mustafa Yakup Gafa
Uyruğu:	T.C.
Orcid Numarası:	0009-0009-2428-4566

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Erciyes Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Elektrik elektronik Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2019
Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Uluslararası Konferans ve Sempozyumlar
Mehmet GÜÇYETMEZ, Mustafa Yakup GAFA, Cost Analysis Of Moving And Circular Solar Panel Controls: 4th International Black Sea Modern Scientific Research Congress pp. 307-316 June 6-7, 2023 / Rize, Türkiye