

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GÜNEŞ ENERJİLİ ISI BORUSU KULLANILARAK TERMOELEKTRİK  
MODÜLLER İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ DENEYSEL İNCELEMESİ

CELİL YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAMSUN

2019

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEKLİSANS TEZİ**

**GÜNEŞ ENERJİLİ ISI BORUSU KULLANILARAK TERMOELEKTRİK  
MODÜLLER İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ DENEYSEL İNCELEMESİ**

**Celil YILMAZ**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ VE UYGULAMALARI ANABİLİM DALI**

**SAMSUN**

**2019**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Celil YILMAZ tarafından hazırlanan “Güneş Enerjili Isı Borusu Kullanarak Termoelektrik Modüllerle Elektrik Üretimi Deneysel İncelemesi“ adlı tez çalışması 23/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** Dr.

Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri

**Başkan**

Prof. Dr. Mustafa ÖRBEK  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Fizik Anabilim Dalı

**Üye**

Prof. Dr. Mehmet T. YILMAZ  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Anabilim Dalı

**Üye**

Dr.

MYO

**Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../... /2019**

**Prof. Dr.**

**Enstitü Müdürü**

## ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

.../... /2019

.....

**Celil YILMAZ**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### GÜNEŞ ENERJİLİ ISI BORUSU KULLANILARAK TERMOELEKTRİK MODÜLLER İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ DENEYSEL İNCELEMESİ

Celil YILMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilim Dalı

Danışman : Dr. Engin ÖZBAŞ

Termoelektrik enerji ısı enerjisinin elektrik enerjisine dönüşmesidir. Diğer bir deyişle termoelektrik modülün sıcak ve soğuk yüzeyleri arasında oluşan ısıl farkın elektrik enerjisine dönüşümüdür. Bu amaçla çalışmamızda termoelektrik modüller üzerinde en yüksek sıcaklık farkını yakalayarak maksimum elektrik enerjisi elde etmek üzere bir deney düzeneği kurulmuştur.

Deney düzeneği parabolik güneş kollektörü, ısı borusu, pasif soğutucu ve termoelektrik modüllerden oluşmaktadır. Özellikle pasif soğutucu içerisinde kullandığımız ESS, alkol, su akışkanları kullanarak güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etme yöntemleri araştırılmıştır. Literatür taramalarında yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisine dönüştürülmesi teknikleri araştırılmıştır. Ayrıca güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştüren yöntemler de incelenmiştir. Bu yöntemler arasında parabolik güneş kollektörü, ısı borusu, pasif soğutucu, pasif soğutucu içerisinde kullanılan sıvılar termoelektrik modüllerden oluşan bulunmakla birlikte pasif soğutucu akışkanlarının incelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızdaki deney düzeneğinde ısı borusu parabolik güneş kollektörünün odakladığı güneş enerjisinden elde edilen ısıyı termoelektrik modüllerin sıcak yüzeyine iletmektedir. Soğutucu cisim ile termoelektrik modüllerin soğuk yüzeyini ısınıpı düşürmektedir. Bu ısıl farktan dolayı termoelektrik modüller elektrik üretmektedirler. Soğutucu cisim içerisinde kullandığımız ESS, alkol ve su sıvılarının modül üzerindeki ısıl farka etkisi ile TEC ve TEG tipi termoelektrik modüllerin elektriksel karakteristikleri incelenmiştir. Bu elektriksel karakteristiklerle TEG ile TEC tipi termoelektrik modüller karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Termoelektrik modül, güneş enerjisi, yenilenebilir enerji

## ABSTRACT

Master's Thesis Dissertation

### EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ELECTRICITY GENERATION BY THERMOELECTRIC MODULES USING SOLAR POWER HEAT PIPE

Celil YILMAZ

Ondokuz Mayıs University

Graduate School of Sciences

Department of Renewable Energy and Applications

Supervisor: Dr. Engin ÖZBAŞ

Thermoelectric energy is the conversion of heat energy into electrical energy. In other words, the thermal difference between the hot and cold surfaces of the thermoelectric module is the conversion of electrical energy. In this study, experimental setup was established for this purpose. For this purpose, our aim is to obtain maximum electrical energy by capturing the highest temperature difference on thermoelectric modules.

In this study, methods of obtaining electrical energy from solar energy by using parabolic solar collector, passive cooler, ESS, alcohol and water, heat pipe and thermoelectric modules used in passive cooler were investigated. In the resource surveys, the techniques of converting renewable energy sources to electrical energy were investigated. In addition, the conversion techniques of solar energy to electrical energy were investigated. In these techniques, a general system including parabolic solar collector, heat pipe, fluids used in heat pipe, cooling body and thermoelectric modules have not been found. In the experimental setup in our study, the heat pipe transmits the heat obtained from the solar energy focused on the parabolic solar collector to the hot surface of thermoelectric modules. It reduces the heat of the cold surface of the thermoelectric modules by the cooling body. Due to this thermal difference, thermoelectric modules generate electricity. The electrical characteristics of TEM and TEG thermoelectric modules of TEC type were investigated by using ESS, alcohol and water liquids used in the cooling body. These electrical characteristics were compared with TEG and TEC type TEM thermoelectric modules.

**Keywords:** Renewable energy, thermoelectric module, solar energy

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Bu tez çalışmamda bana bilgi ve deneyimlerini en iyi şekilde aktaran, beni yönlendiren danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Engin ÖZBAŞ' a, Prof.Dr. Recep TAPRAMAZ hocama her zaman maddi manevi yanımda olan, yakın arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Eylül, 2019

Celil YILMAZ



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖZET.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖNSÖZ.....	vii
KISALTMALAR VE SEMBOLLER.....	x
ŞEKİLLER TABLOSU .....	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI .....</b>	<b>1</b>
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çeşitleri .....	1
2.1.1. Rüzgar enerjisi.....	1
2.1.1.1. Rüzgar türbin teknolojisi.....	2
2.1.2. Güneş enerjisinin kaynağı .....	4
2.1.2.1. Fotovoltaik sistemler.....	6
2.1.2.1. Isıl güneş teknolojileri.....	8
2.1.3. Jeotermal enerji .....	10
2.1.3.1. Jeotermal enerji santrali .....	11
2.1.4. Hidroelektrik enerji .....	14
2.1.5. Biyokütle enerjisi .....	16
2.1.5.1 Biyokütle çevrim teknolojileri .....	17
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>19</b>
3.1. Yarı İletkenler .....	19
3.2. Termoelektrik Etkiler.....	19
3.2.1. Seebeck etkisi .....	19
3.2.2. Peltier etkisi .....	20
3.3. Termoelektrik Modüller.....	21
3.4. Isı Borusu.....	22
3.5. Soğutucu Cisim.....	23
3.6. Parabolik Güneş Kollektörü.....	24
3.8. ORDEL UDL 100 Data Logger.....	25
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>26</b>
4.1. Bulgular .....	26
4.1.1. TEG modülünün kullanıldığı kısım.....	26
4.1.2. TEC modülünün kullanıldığı kısım.....	29



4.2. Tartışma .....	33
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>34</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>35</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>37</b>



## KISALTMALAR VE SEMBOLLER

A	Amper
cm	Santimetre
cm <sup>2</sup>	Santimetrekare
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
Hz	Hertz
J	Joule
km	Kilometre
kW	Kilowatt
mm	Milimetre
m/sn	Metre/saniye
mv	Milivolt
MW	Megawatt
PV	Photovoltaik
Q	Isı
S <sub>A</sub> ve S <sub>B</sub>	Seeback Katsayıları
T <sub>1</sub> ve T <sub>2</sub>	A ve B yüzeylerindeki sıcaklık değeri
TEG	Termoelektrik Generatör
TEC	Termoelektrik Soğutucu
W/m <sup>2</sup>	Metrekare başına düşen güç
Watt	Elektriksel güç birimi
Π <sub>A</sub> ve Π <sub>B</sub>	Materyallerin Peltier sabitleri
Π <sub>AB</sub>	Isıl çiftlerin sabiti
Ω	Ohm
ΔT	Sıcaklık farkı
°C	Santigrat derece

## ŞEKİLLER TABLOSU

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Türkiye'nin rüzgar enerji hızı.....	2
Şekil 2.2 Rüzgar enerji türbini.....	3
Şekil 2.3 Türkiye'nin güneş enerji haritası.....	5
Şekil 2.4 Güneş ışınımı.....	5
Şekil 2.4 Şebekeden bağımsız fotovoltaik sistem.....	7
Şekil 2.5 Şebeke bağlantılı fotovoltaik sistem.....	8
Şekil 2.6 Güneş enerjili ısıtma sistemi.....	19
Şekil 2.7 Sevilla şehrinde bulunan güneş kulesi.....	10
Şekil 2.8 Jeotermal sistemin şematik gösterimi.....	11
Şekil 2.9 Jeotermal kaynaklar haritası.....	11
Şekil 2.10 Buhar baskın sahadan elektrik üretimi.....	12
Şekil 2.11 Çift buharlaştırmalı jeotermal santral.....	13
Şekil 2.12 İkili çevrim jeotermal santrali.....	14
Şekil 2.13 Hidroelektrik enerji üretim akım şeması.....	14
Şekil 2.14 Hidroelektrik santral.....	15
Şekil 2.15 Türkiye hidroelektrik santral haritası.....	16
Şekil 2.16 Biyokütle enerji döngüsü.....	17
Şekil 3.1 Seebeck etkisi prensip çalışma şeması.....	20
Şekil 3.2 Peltier etki prensip çalışma şeması.....	21
Şekil 3.3 Termoelektrik modül.....	22
Şekil 3.4 Isı borusu.....	23
Şekil 3.5 Soğutucu cisim.....	23
Şekil 3.6 Parabolik güneş kollektörü.....	24
Şekil 3.7. Delta ohm Ip pyra 02 piranometre.....	34
Şekil 3.8 ORDEL UDL 100 Data logger.....	25
Şekil 4.1 Sistemin genel görünüşü.....	26
Şekil 4.2 Açık devrede ısı borusunda farklı sıvılar kullanarak TEG modülde elde edilen gerilim grafiği.....	27
Şekil 4.3 Kapalı devrede ısı borusunda farklı sıvılar kullanarak TEG modülde elde edilen gerilim sonuçları.....	29
Şekil 4.4 Açık devrede ısı borusunda farklı sıvılar kullanarak TEC modülde elde edilen gerilim sonuçları.....	30
Şekil 4.5 Kapalı devrede ısı borusunda farklı sıvılar kullanarak TEC modülde elde edilen gerilim sonuçları.....	32

## ÇİZELGELER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 2.1</b> Biyokütle enerji kaynakları.....	<b>19</b>
<b>Çizelge 4.1</b> Açık devrede ısı borusunda farklı sıvılar kullanarak TEG modülde elde edilen gerilim sonuçları.....	<b>36</b>
<b>Çizelge 4.2</b> Kapalı devrede ısı borusunda farklı sıvılar kullanarak TEG modülde elde edilen gerilim sonuçları.....	<b>37</b>
<b>Çizelge 4.3</b> Açık devrede ısı borusunda farklı sıvılar kullanarak TEC modülde elde edilen gerilim sonuçları.....	<b>39</b>
<b>Çizelge 4.4</b> Kapalı devrede ısı borusunda farklı sıvılar kullanarak TEC modülde elde edilen gerilim sonuçları.....	<b>40</b>



## 1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji ile beraber enerji tüketimi de artmaktadır. Ancak yakın bir zamanda kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtların ihtiyacımız olan enerjiyi karşılayamayacağı göz önüne alınırsa, alternatif enerji kaynaklarına yönelmek (rüzgar, biyokütle, güneş vb.) ve enerji kullanımında verimliliği arttırmak gerekmektedir. Ayrıca fosil yakıtların ve nükleer enerji kaynaklarının dünyamızın çevresel dengesini bozucu etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle yeni enerji kaynakları aynı zamanda temiz enerji kaynağı olması gerekmektedir.

Sürekli ve temiz bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi üzerinde önemle durulmalıdır. Çünkü güneş enerjisinden fotovoltaik dönüşümle elektrik enerjisi üretilebileceği gibi doğrudan ısı kaynağı olarak da yararlanılabilir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmenin en büyük dezavantajı yüksek maliyetidir. Ancak bu yüksek maliyetin büyük ölçüde üretim azlığından kaynaklandığı söylenebilir. Bu sebeple güneş enerjisi uygulamaları arttığı oranda maliyetlerde düşecektir.

Alternatif enerji kaynaklarından en verimlisi güneştir. Aslında güneş dünyamızın en önemli enerji kaynağıdır. Günümüzde ülkemizde de yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji ile ilgili tartışmalar devam etmektedir. Güneş dünyamızın en büyük nükleer santralidir. Çünkü güneşin yaydığı ısı ve ışığın kaynağı, içerisinde meydana gelen nükleer tepkimelerdir.

Dünya güneşten yaklaşık 150 milyon km uzaklıkta bulunmaktadır. Dünya hem kendi çevresinde dönmekte, hem de güneş çevresinde eliptik bir yörüngede dönmektedir. Bu yönüyle, dünyaya güneşten gelen enerji günlük olarak değişmekte, hem de yıl boyunca değişmektedir.

Güneşin ışınımı, yeryüzü ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır. Dünyadaki enerji akışları güneş enerjisi sayesinde oluşmaktadır. Rüzgâr, deniz dalgası ve biyokütle enerjileri, güneş enerjisi sayesinde meydana gelmektedir. Doğadaki enerji kaynaklarının pek çoğunun kökeni olan güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etme için doğrudan yararlanılabilmektedir.

Yeryüzüne her yıl gelen güneş ışınım enerjisi, yeryüzünde şimdiye kadar belirlenmiş olan fosil yakıt rezervlerin yaklaşık olarak 160 katıdır. Bu bakımdan

güneş enerjisinin bulunması sorun değildir. Bu konudaki asıl sorun güneş enerjisini insanlar için kullanılabilir bir enerji türüne dönüştürülmesidir.

Fotovoltaik terimi, ışık enerjisinden gerilim elde edilmesi anlamına gelmektedir ve “PV” olarak kısaltılır. Fotovoltaik piller için “Güneş Pilleri” terimi kullanılmakla birlikte, piller her tür ışıktan elektrik üretebilirler. Güneş pilleri, enerjinin korunumu yasasına uygun olarak, ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır. Fakat elde ettikleri elektrik enerjisini depolayamazlar. Yani ürettikleri elektrik enerjisini anlık olarak kullanmak gerekmektedir. Ancak akü kullanılarak depolanabilmektedir.

Güneş enerjisinden elektrik elde etmede güneşten gelen ısı da kullanılmaktadır. Termoelektrik modüller sayesinde güneşten gelen ısı kullanılarak termoelektrik modülde oluşacak sıcaklık farkından elektrik elde edilebilmektedir.(Önal, ve Yarbay, 2010)

## **2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI**

Yenilenebilir enerji sürekli ve kullanıldıkça tekrar kendilerini tamamlayan enerjilerdir.

Yenilenebilir enerjinin tarihsel sürecini incelersek, özellikle sanayi devriminden sonra yenilenebilir enerji için bir dönüm noktası olmuştur.

Günümüzde sanayileşme ve insan yaşamındaki enerji kullanımı artmaktadır. Bu artan enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan karşılamaktayız. Ancak bu fosil yakıt kaynakları zamanla tükenmekte ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu nedenle sürekli, yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmuştur. Böylece insanlar güneş, su, rüzgar v.b. yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek ihtiyaç olan enerjiyi karşılamaya çalışmaktadır.(Ültanır, 1998)

### **2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çeşitleri**

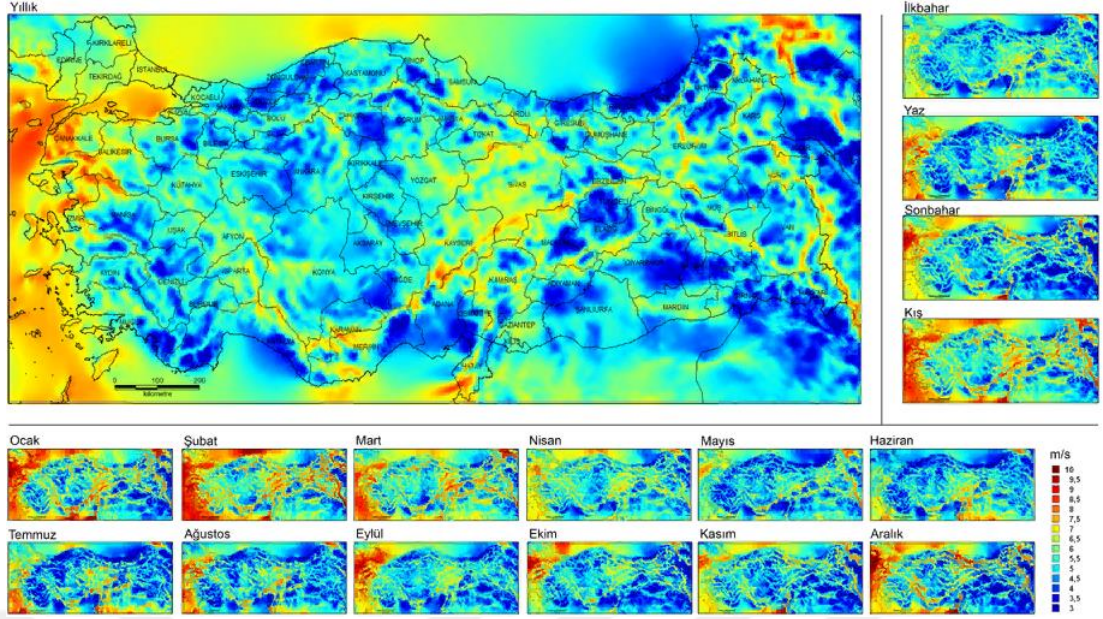
#### **2.1.1. Rüzgar enerjisi**

Rüzgar enerjisi yenilenebilir, sürekli ve temiz bir enerji kaynağıdır. Rüzgar enerjisinin kaynağı Güneştir. Güneşten dünyaya gelen enerjinin %1-2'lik kısmı rüzgar enerjisine dönüşmektedir. Güneşten gelen enerji ile ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı hava akımı oluşmaktadır.

Hava kütesinin sıcaklığı mevcut durumundan daha fazla ısındığında atmosferden yukarıya doğru yükselir ve bu yükselen hava kütesinden boşalan yere, aynı hacimde soğuk hava kütesi gelir. Hava kütlelerinin bu şekilde yer değiştirmesine rüzgar adı verilir. Başka bir ifade ile rüzgar yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket eden hava akımıdır. Rüzgarın özellikleri, coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan şekilde ısınmasından dolayı, zamansal ve yöresel olarak değişiklik göstermektedir. Rüzgar hız ve yön olarak iki parametre ile ifade edilmektedir. Rüzgar hızı yükseklikle artmaktadır.

Rüzgar enerji uygulamalarında ilk yatırım maliyeti yüksektir, kapasite faktörleri ise düşük olmaktadır bunun gibi dezavantajların yanında avantajlarını şöyle sıralayabiliriz;

- Atmosferde bol ve serbest olarak bulunmaktadır.
- Yenilenebilir, sürekli ve temiz enerji kaynağıdır.
- Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.



Şekil 2.1 Türkiye'nin rüzgar enerji hızı(<http://www.yegm.gov.tr/>)

#### 2.1.1.1. Rüzgar türbin teknolojisi

Rüzgar türbinleri, hareket eden havadaki kinetik enerjiyi ilk önce mekanik enerjiye daha sonrada elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Rüzgar türbinleri dönüş eksenlerine bağlı olarak yatay eksenli ya da düşey eksenli olarak üretilmektedirler. Yatay eksenli rüzgar türbinleri en yaygın kullanılanıdır. Yatay eksenli rüzgar türbinlerinin dönme eksenleri rüzgarın yönüne paraleldir ve kanatları da rüzgarın yönüne dik olacak şekilde çalışırlar. Yatay eksenli rüzgar türbinleri bir, iki, üç veya çok kanatlı yapılmaktadır. Düşey eksenli rüzgar türbinlerinin eksenleri rüzgar yönüne dik ve düşey olup kanatları da düşey vaziyettedir. Düşey eksenli rüzgar türbininde rüzgarın estiği yön değiştiğinde yatay eksenli rüzgar türbinlerindeki gibi herhangi bir pozisyon değiştirmesi olmamaktadır.





Şekil 2.2 Rüzgar enerji türbini (<https://www.enerjigazetesi.ist/isvec-2030-yenilenebilir-enerji-hedefini-simdiden-yakaladi/>)

Bir rüzgar türbini, çevredeki engellerin rüzgar hız profilini değiştirmeyeceği yükseklikteki bir kule üzerine yerleştirilmiş gövde ve rotordan oluşur. Kanatlar polyester ile kuvvetlendirilmiş fiberglass veya epoxy ile güçlendirilmiş fiber karbondan yapılmakta ve çelik omurga ile desteklenmektedir. Üç kanatlı yeni nesil rüzgar türbinlerinin kanat çapları 100 m değerine ulaşmıştır. Modern rüzgar türbinlerinin rotor göbekleri (hub) yer seviyesinden 60-100 m yükseklikte bir kule üzerinde bulunur. Bir rüzgar türbininden elde edilecek enerji miktarı birinci dereceden türbin hub yüksekliğindeki rüzgar hızına bağlı olmaktadır. Türbin hub yüksekliğinin artırılması sonucu rüzgar hızının artacağı gerçeği dikkate alındığında hub yüksekliğinin artırılması, mevcut rüzgar gücünden maksimum düzeyde yararlanılması sağlanacaktır.

Gürültü kirliliğini önlemek için gövde ses izolasyonludur. Kuleler kafes veya boru biçiminde yapılmaktadır. Kule yükseklikleri fazla olabildiğinden kafes kulelerin dışındaki konstrüksiyonlar iki ya da üç parçalı olabilmektedir. Kafes kuleler görüntü kirliliği ve bakım zorluğu nedeniyle hemen hemen terk edilmiştir.

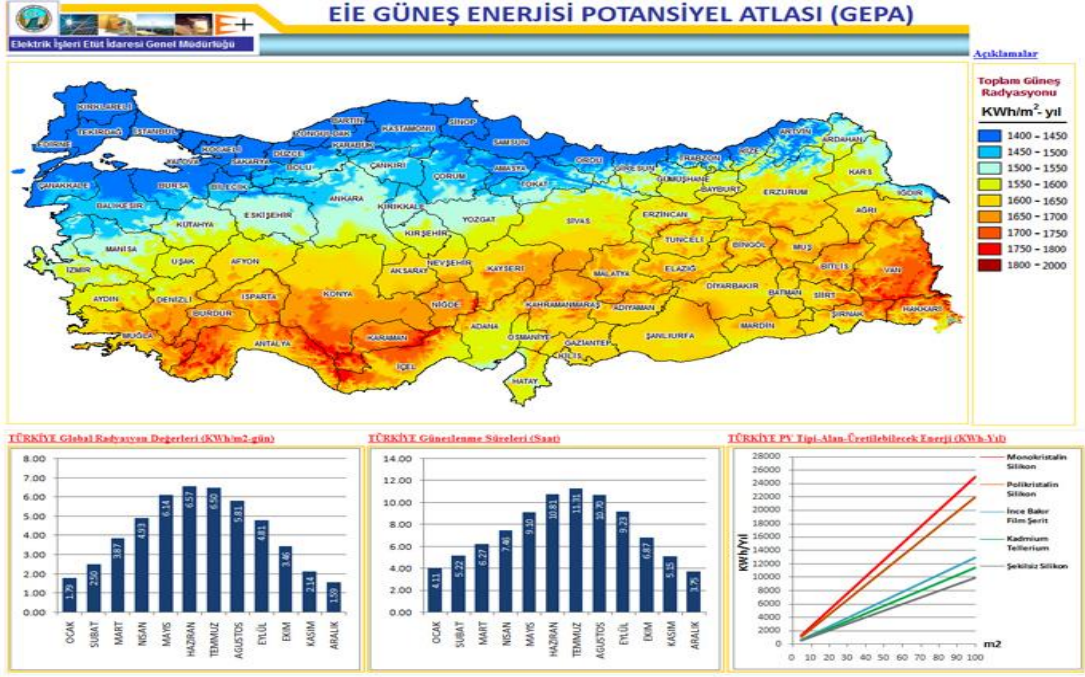
Rotor düşük devirli bir ana mile bağlıdır. Rüzgarın kinetik enerjisi rotor tarafından mekanik enerjiye çevrilir ve düşük devirli ana milin dönüş hareketi gövde

içerisindeki iletim sistemine (dişli kutusu vb.), oradan jeneratöre aktarılır. İletim sistemi, jeneratör ve yardımcı üniteler gövde içerisinde yer alır. Bir rüzgar türbininde tanıtılan elemanlar dışında; frenleme düzenleri, kontrol-kumanda sistemleri, yönlendirme motoru ve mekanizması, anemometre ve rüzgar gülü gibi ölçüm cihazları bulunur.(Köse, ve Özgören, 2011)

### **2.1.2. Güneş enerjisinin kaynağı**

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde bulunan füzyon süreci ile ortaya çıkan ışımaya enerjisidir. Dünyaya gelen güneş enerji şiddeti 0-1100 W/m<sup>2</sup> arasında değişiklik göstermektedir. Güneş enerji şiddeti dünyanın atmosferi dışında yaklaşık olarak 1370 W/m<sup>2</sup>'dir. Ancak bu değer atmosferden azalarak dünyaya gelmektedir. Günlük hayatta ve kullandığımız cihazlardaki enerji ihtiyacını karşılamak için güneş enerjisinden faydalanma konusundaki çalışmalar 1970'lerden sonra hızlanmıştır. Güneş enerjisinden elektrik ve ısı elde etmek için kullanılan güneş enerji sistemleri teknoloji açısından ilerlemiş ve maliyet açısından düşüş göstermiştir. Ayrıca çevresel olarak temiz, sürekli ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.

Dünyaya Güneşten yaklaşık olarak saniyede 1.7x10<sup>17</sup> J'lük enerji (170 milyar megawatt) ışınım gelmektedir. Ancak bu miktar dünyada insanların ihtiyaçlarını karşılamak için kullandığı toplam enerjinin 15000 ile 16000 katıdır. Dünyaya gelen Güneş enerjisi çeşitli dalga boylarındaki ışınımlardan oluşur ve Güneşten dünyaya yaklaşık olarak 8 dakika dünyaya ulaşır. Dünyanın dışına, yani hava kürenin dışına Güneş ışınlarına dik bir metre kare alana bir saniyede gelen güneş enerjisi 1357 J'dür. Bu değer tanım gereği yıl boyunca değişmez varsayılabilir. Bu sayı Güneş değişmezi olarak bilinir.(Kökey, 2013)

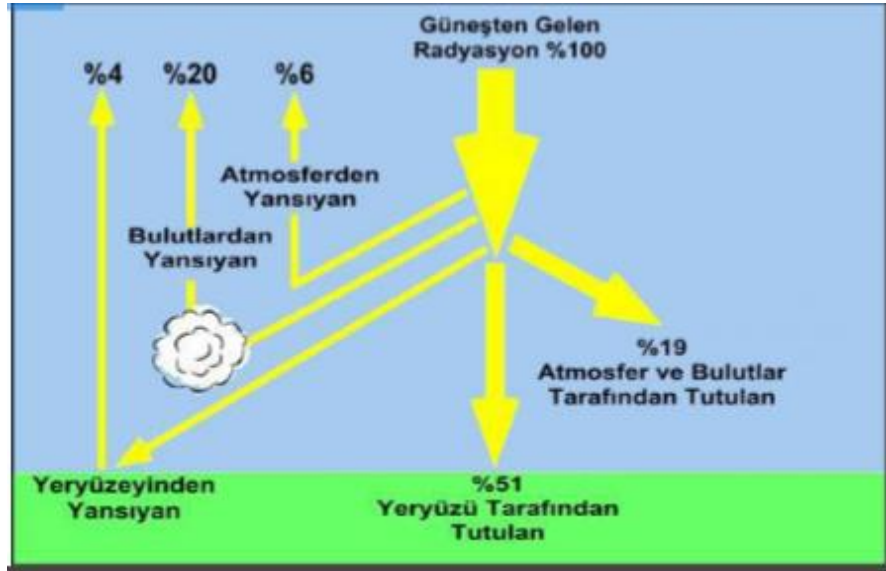


Şekil 2.3 Türkiye'nin güneş enerji haritası(<http://www.yegm.gov.tr/>)

Güneş enerji teknolojilerini 2 gruba ayırabiliriz:

Fotovoltaik güneş teknolojisi: Yarı iletken malzemeler kullanılarak elde edilen fotovoltaik hücreler güneşten gelen ışığı doğrudan elektriğe çevirebilmektedir.

Isıl güneş teknolojileri: Bu sistemde güneş enerjisinden gelen ısıdan faydalanılmaktadır. Termoelektrik modüller bunlara örnek verilebilir.



Şekil 2.4 Güneş ışınımı(<http://www.yegm.gov.tr/>)

### **2.1.2.1. Fotovoltaik sistemler**

Yarı iletken malzemelerden yapılan güneş hücrelerinin bir araya getirilmesiyle güneş pilleri meydana getirilir. Güneş pilleri güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürürler. Bu güneş pilleri elektrik enerjisine ihtiyaç olan her uygulamada kullanılabilir. Güneş pilleri uygulamaya göre akümülatörler, invertörler v.b. cihazlar ile bir araya getirilerek fotovoltaik sistemler oluşturulur. Fotovoltaik sistemler yerleşim yerlerine uzak yerlerde evlerin çatılarına kurularak güneşten gelen enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür ve şebeke bağlantılı sistemlerde elektrik enerjisini depolamadan üretildiği gibi kullanılır.

Şebekeden bağımsız sistemlerde ise güneşten gelen ışınların az olduğu veya gece olduğu zaman güneş pillerinin ürettiği elektriği kullanmak için elektriği depolayan akümülatörler kullanılır. Güneş pilleri bütün gün güneşten gelen ışınlarla elektrik üreterek bunu akümülatöre depolarlar, cihazların ihtiyacı olan elektrik akümülatörden karşılanır. Akünün aşırı şarj ya da deşarj olarak zarar görmesini önlemek için kullandığımız denetim birimi akünün durumuna göre, güneş pillerinden gelen akımı veya cihazların çektiği akımı keser. Güneş pillerinin ürettikleri elektriği şebekenin alternatif akımına uyumlu olarak çalışan cihazlarda kullanmak için sisteme bir invertör ekleyerek akümülatörde depolanan DC gerilim, 220V, 50Hz sinüs dalgasında dönüştürülerek cihazların kullanması sağlanır. Aşağıdaki Şekil 2.4'de şebekeden bağımsız fotovoltaik sistem gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Şebekeden bağımsız fotovoltaik sistem

[\(https://www.muhandisbeyinler.net/fotovoltaiik-pv-solar-sistem-ve-elemanlari/\)](https://www.muhandisbeyinler.net/fotovoltaiik-pv-solar-sistem-ve-elemanlari/)

Şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemler binalarda kullanıldığı gibi daha yüksek güçlerde olan santraller şeklinde de kullanılabilir. Buna örnek olarak 50 MW gücünde Kayseri OSB’de bulunan Türkiye’nin en büyük güneş enerji santralini söyleyebiliriz. Şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemlerde güneş enerjisinden üretilen elektrik ya doğrudan elektrik şebekesine verilir ya da örneğin fotovoltaik sistem kurulu bir binada üretilen elektrik önce binanın ihtiyacı olan elektriği karşılamak için kullanılır. Eğer fotovoltaik sistemden üretilen elektrik binanın ihtiyacını karşılamıyorsa binanın geri kalan ihtiyacı olan elektriği ise elektrik şebekesinden kullanılır. Eğer üretilen elektrik binanın ihtiyacından fazla ise bina elektrik ihtiyacını karşıladıktan sonra artan elektrik şebekeye verilerek her kW için ödeme alınır. Ayrıca şebeke bağlantılı bir sistemde elektriği depolamaya ihtiyaç yoktur, sadece üretilen DC elektrik AC elektriğe çevrilmiş olması ve şebekeye uyumlu olması yeterli olmaktadır.



Şekil 2.5 Şebeke bağlantılı fotovoltaik sistem(<http://www.yegm.gov.tr/>)

#### **2.1.2.1. Isıl güneş teknolojileri**

Isıl güneş teknolojilerinde ise güneş enerjisini ısıtma ya da elektrik üretimi için kullanılmaktadır.

Güneşten gelen enerjiyi ısıtma için kullanan sistemler genelde binalarda kullanılmaktadır. Genelde binaların çatılarına yerleştirilen bu sistemler güneşten gelen enerjiyi kolektörler kullanarak içerisinde bulunan sıvıyı ısıtır. Isınan sıvı buharlaşarak depoda bulunan suyu ısıtır. Isınan su günlük hayatta ihtiyaca göre kullanılmaktadır. Aşağıda şekilde bir binada güneş enerjisinden faydalanarak sıcak su üretilmesi gösterilmiştir.



Şekil 2.6 Güneş enerjili ısıtma sistemi

[\(https://www.enerjibes.com/gunes-enerjisi-ile-ev-isitma/\)](https://www.enerjibes.com/gunes-enerjisi-ile-ev-isitma/)

Isıl güneş teknolojileri Güneşten gelen enerjinin ısını kullanarak elektrik üretmektedirler. Bu sistemlere örnek olarak güneş kulelerini söyleyebiliriz. Güneş kulelerinde heliostat olarak isimlendirilen aynalarla Güneşten gelen enerjiyi merkeze yerleştirilen alıcı olarak isimlendirilen kulelerin tepesinde bulunan alıcı kısma odaklanır. Bazı Güneş kulelerinde bu heliostatlarda motor bulunur ve Güneşten gelen ışınlar göre hareket ederek alıcıya iletir. Bazı sistemlerde ise heliostatlar sabittir. Alıcı kulelerin içerisinde tuz bulunmaktadır. Bu tuz sodyum nitrat ya da potasyum nitrat olmaktadır. Güneşten gelen ışınlar heliostatlar vasıtasıyla odaklanarak alıcı kısmın içerisinde bulunan tuz ısıtılır, ısınan tuz borular vasıtasıyla klasik bir buhar türbinine iletilerek elektrik üretilir. Tuz eriği buhar türbininde kullanıldıktan sonra ısını kaybederek soğur. Soğuduktan sonra soğuk tuz depolama tankına iletilir. Bu soğuk tuz tekrar alıcı kısma gönderilir.

Güneş kuleleri ilk kuruluşta maliyetli olmaları bir dezavantajdır. Ancak avantaj olarak taşıyıcı sıvıların zehirli ve yanıcı olmaması gösterilebilir. Kurulum maliyeti MW başına yaklaşık 3,5-4,5 Milyon €'dur. Yerleşim olarak megawatt başına yaklaşık olarak 35000 metrekare alan gerekmektedir. Şuan faaliyette olan en büyük güneş kulesi Sevilla'da bulunan 20MW gücünde PS20 santralidir. Aşağıdaki şekilde Sevilla'da bulunan güneş kulesi gösterilmiştir.(Kılıç, 2015)



Şekil 2.7 Sevilla şehrinde bulunan güneş kulesi(<http://www.yegm.gov.tr/>)

Bir diğer ısıl güneş teknolojisi ise termoelektrik modül kullanılarak güneş enerjisinden elektrik üretimidir. Termoelektrik modüller sıcaklık farkından elektrik üretirler. Termoelektrik modüller güneşten gelen enerjiyi yapısında bulunan sıcak yüzeyi ısıtmak için kullanılırlar. Çalışmamızda da termoelektrik modülleri kullanarak güneş enerjisinden elektrik elde ettik. Ancak diğer termoelektrik modüllerden elektrik üretimi çalışmalarından farklı olarak ısı borusu kullandık ve kullandığımız ısı borusu içerisindeki sıvıları değiştirdik. Böylece termoelektrik modülden elde ettiğimiz gerilim değerlerini kaydederek sonuçları inceledik.

### 2.1.3. Jeotermal enerji

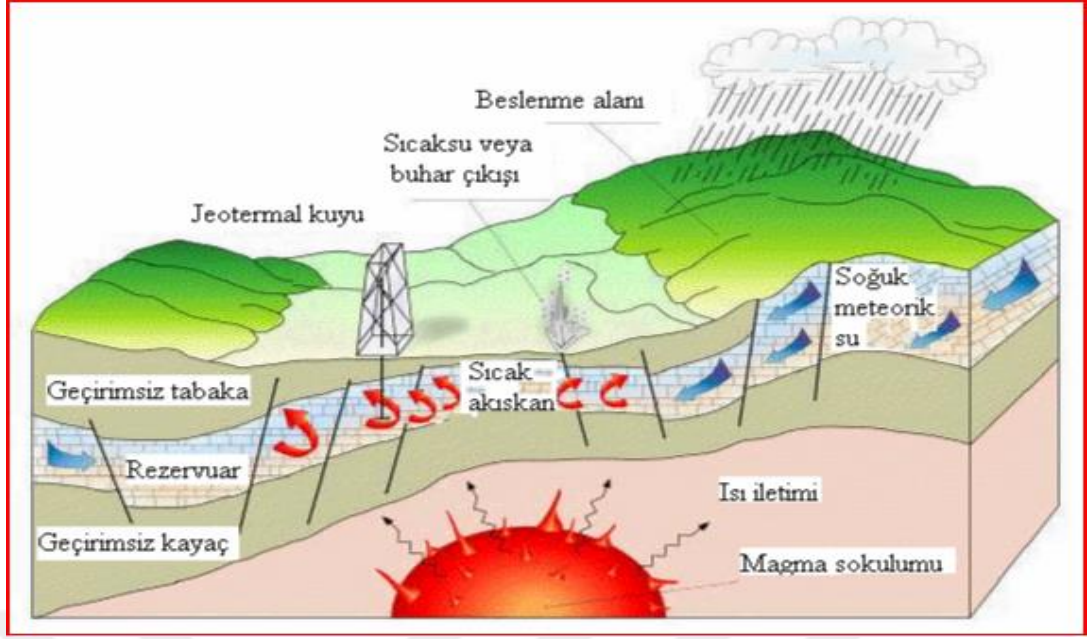
Jeotermal enerji yerkürenin iç ısısıdır. Bu ısı merkezde bulunan sıcak kısımdan yeryüzüne doğru yayılır. Jeotermal kaynağın 3 kaynağı vardır;

- Isı kaynağı
- Isıyı yüzeye taşıyan akışkan
- Suyun dolaşımı için gerekli kayaç geçirgenliği

Jeotermal alanlarda sıcak kayaç ve yüksek yeraltı suyu sıcaklığı daha sığ yerlerde bulunur. Bunun sebepleri şöyle sıralanabilir;

- Kabuğun incelmesi bölgelerde yüksek sıcaklık sonucu oluşan ısı
- Yeraltı suyunun derine inerek ısınıp tekrar yükselmesi





Şekil 2.8 Jeotermal Sistemin Şematik Gösterimi(<http://www.yegm.gov.tr/>)

**Jeotermal saha:** Yeraltında bulunan jeotermal rezervuarın üstündeki alanı tanımlamak için kullanılır.

**Jeotermal sistem:** Yeraltındaki hidrolik sistemi (beslenme alanı, yeryüzüne çıkış noktaları ve yeraltındaki kısımları gibi) tanımlamakta kullanılmaktadır.



Şekil 2.9 Jeotermal kaynaklar haritası

(<http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita>)

### 2.1.3.1. Jeotermal enerji santrali

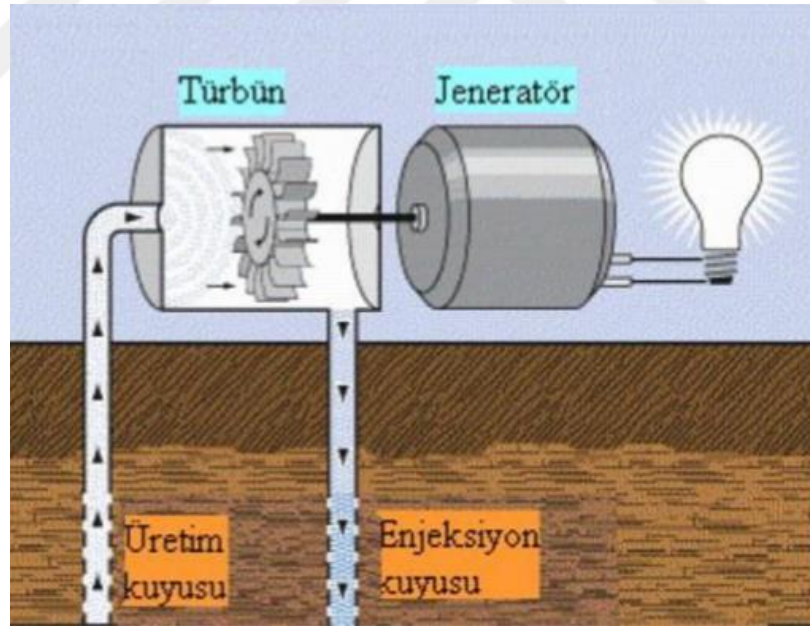
20. yüzyıl başına kadar sağlık ve yiyecekleri pişirme amacı ile yararlanan jeotermal kaynakların kullanım alanları gelişen teknolojiye bağlı olarak günümüzde çok

yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Bunların başında elektrik üretimi, ısıtma ve endüstrideki çeşitli kullanımlar gelmektedir.

Hazne sıcaklığı 200 °C ve daha fazla olan jeotermal akışkandan elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Ancak günden güne gelişmekte olan yeni teknolojilere göre 150 °C'ye kadar düşük hazne çıkışlı akışkandan da elektrik üretilebilmektedir. Son yıllarda geliştirilen ve ikili (binary) çevrim olarak adlandırılan bir sistemle, buharlaşma noktaları düşük gazlar (freon, izobütan vb.) kullanılarak 70°C< elektrik üretmek için çalışılmaktadır.

Dünyada halen kurulu gücü 8912 MW (2005 yılı verileri ile) olan jeotermal enerjiden elektrik üretimi gün geçtikçe artmaktadır. Buhar ve sıvı baskın sistemlerin elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi için çeşitli sistemler mevcuttur.

**Buhar Baskın Sahalar:** Kullanımı en kolay olan sahalarda kuru buhar sahalarıdır. Kuyudan alınan buhar filtreden geçirilerek bir yoğuşturmalı türbine gönderilir. yoğuşturucu ilave olarak doğal ya da mekanik soğutma kulesi kullanılır. Sistem şematik olarak aşağıda gösterilmiştir.



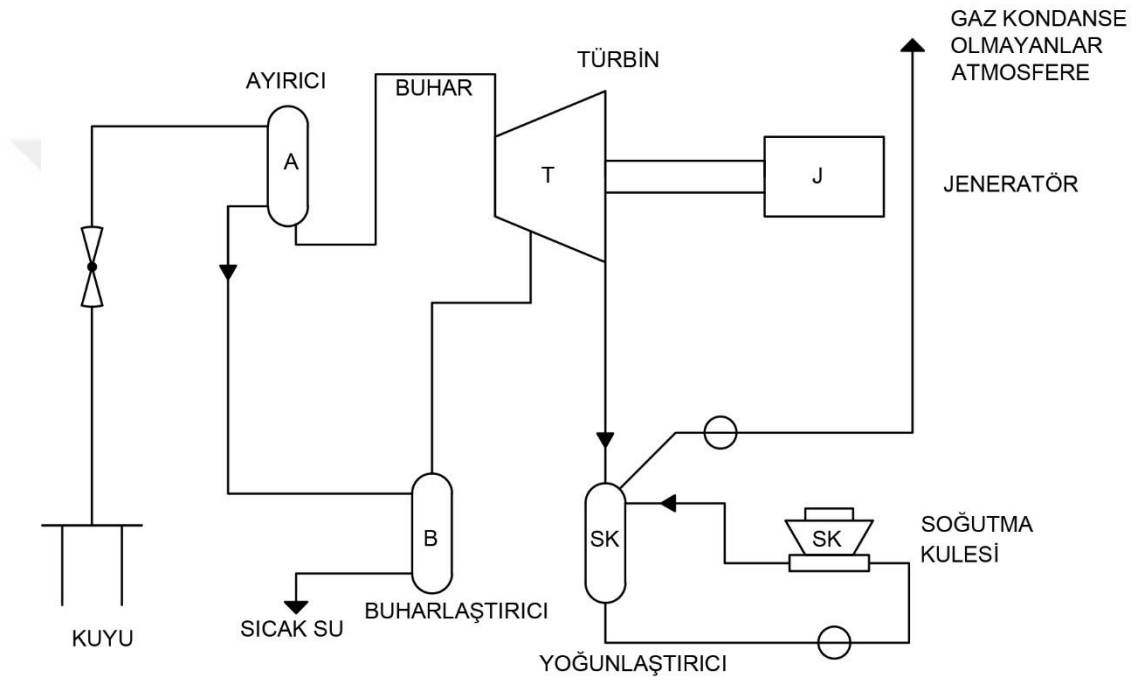
Şekil 2.10 Buhar baskın sahadan elektrik üretimi(<http://www.yegm.gov.tr/>)

#### **Sıvı Baskın Sahalar:**

- Atmosferik ekzoslu konvansiyonel buhar türbinleri
- Çift kademeli buharlaştırma
- İkili çevrim santralleri

**Atmosferik Egzozlu Konvansiyonel Buhar Türbinleri:** En basit ve ilk yatırım masrafları açısından en ucuz türbinlerdir. Bu tip bir santralde, jeotermal akışkan önce ayırıcı gelir. Burada sıvı ve buhar fazları ayrılır. Buhar fazı bir buhar türbinini besler ve çürük buhar direkt olarak atmosfere atılır.

**Çift Kademeli Buharlaştırma:** Kuyubaşı akışkanı önce ayırıcıya gider, buhar ve sıvı fazlarına ayrılır. Buhar bir yüksek basınç türbinine, su ise bir buharlaştırıcıya (flaş tankı) gönderilir.

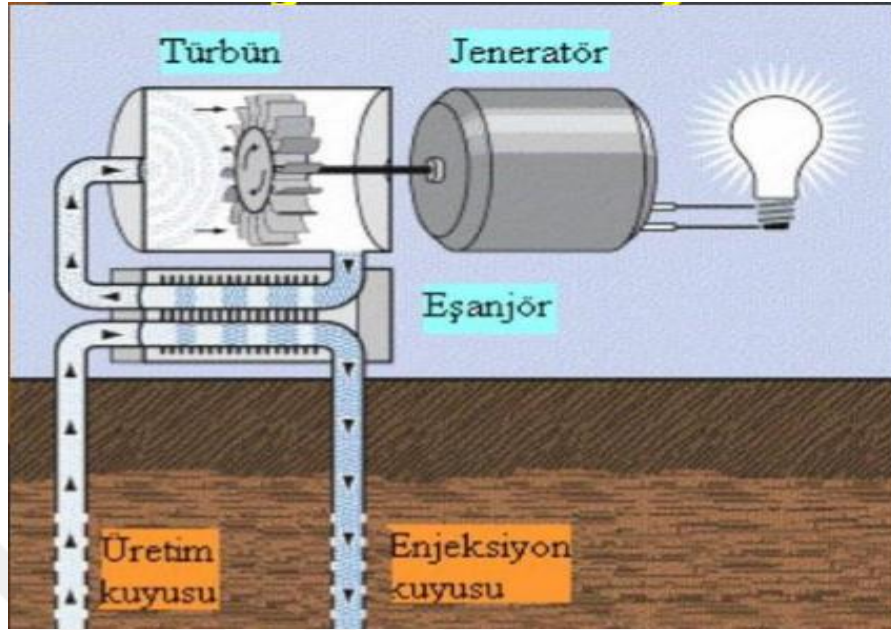


Şekil 2.11 Çift buharlaştırmalı jeotermal santral

**İkili çevrim santralleri:** Jeotermal sahalarda en önemli atık ısı kaynağı ayırıcıda ayrılmış sıvıdır. Konvansiyonel buhar türbinleri sadece buhar kullandıkları için kalan büyük miktarlardaki sıvı genelde yerüstü sularına atılmakta ya da yeraltına enjekte edilmektedir. İkili çevrim teknolojisi, orta-düşük sıcaklıklı kaynaklardan elektrik üretmek, termal kaynakların kullanımını artırarak atık ısıyı geri kazanmak amacıyla geliştirilmiştir.

İkili sistemlere ait basitleştirilmiş şematik gösterim aşağıda verilmiştir. İkili sistemler, düşük kaynama sıcaklıklı ve düşük sıcaklıklarda yüksek buhar basıncına sahip ikincil bir çalışma akışkanı kullanırlar. Bu ikincil akışkan, konvansiyonel bir

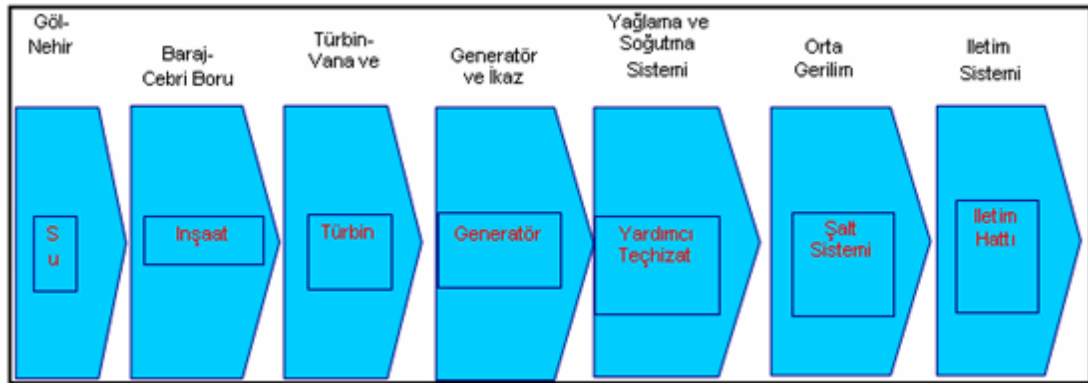
Rankine çevrimine uygun olarak çalışır. Uygun bir çalışma akışkanı ile ikili sistemler, 80-170°C aralığındaki giriş sıcaklıklarında çalışabilirler.



Şekil 2.12 İkili çevrim jeotermal santrali(<http://www.vegm.gov.tr/>)

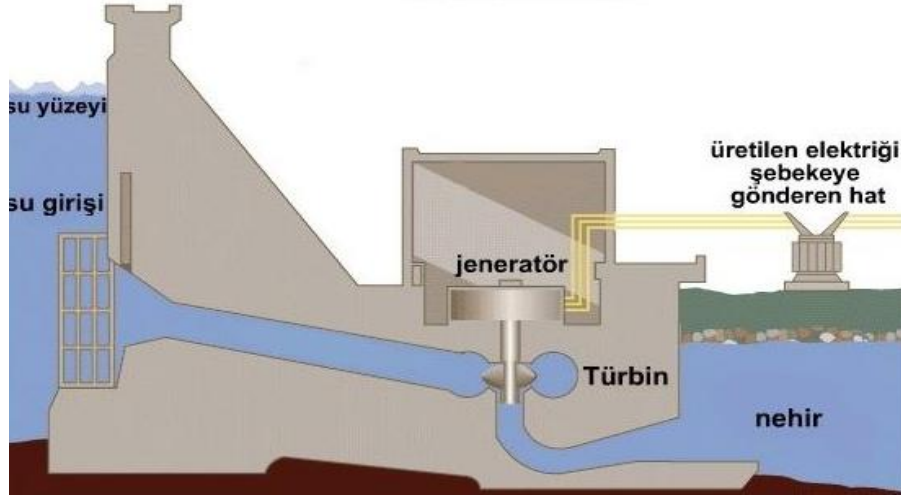
#### 2.1.4. Hidroelektrik enerji

Hidroelektrik santraller (HES) akan suyun gücünü elektriğe dönüştürürler. Akan su içindeki enerji miktarını suyun akış veya düşüş hızı tayin eder. Büyük bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşımaktadır. Ya da su çok yüksek bir noktadan düşürüldüğü zaman tekrar yüksek miktarda enerji elde edilir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su, türbinlere doğru akar, elektrik üretimi için pervane gibi kolları olan türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler.



Şekil 2.13 Hidroelektrik enerji üretim akım şeması(<http://www.vegm.gov.tr/>)

Aşağıda örnek bir hidroelektrik santral gösterilmiştir.



Şekil 2.14 Hidroelektrik santral(<http://www.yegm.gov.tr/>)

Hidroelektrik santraller aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- Kaynak tipine göre
- Üretim kapasitelerine göre
- Düşüye göre
- Ulusal elektrik sisteminin karşılama yüküne göre
- Santral binasının konumuna göre

Hidroelektrik enerji;

- Yenilenebilir kaynak olan sudan enerji elde etmeleri,
- İnşaatın yerli imkanlarla yapılabilmesi,
- Teknik ömrünün uzun olması ve yakıt giderinin olmaması,
- İşletme bakım giderlerinin düşük olması,
- Kırsal kesimlerde ekonomik ve sosyal yapıyı canlandırmaları yönünden en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye hidroelektrik santral haritası aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 2.15 Türkiye hidroelektrik santral haritası

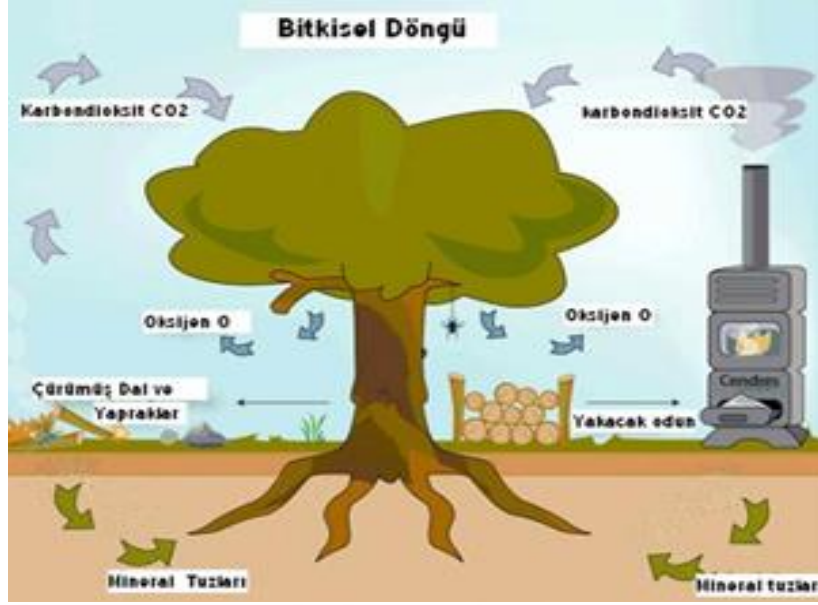
([http://cografyaharita.com/turkiye\\_enerji\\_haritalari.html](http://cografyaharita.com/turkiye_enerji_haritalari.html))

### 2.1.5. Biyokütle enerjisi

Biyokütle enerjisi tükenmez bir kaynak olması ve her yerde elde edilebilmesi sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olabilecek önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir.

Biyokütle için mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkiler, otlar, yosunlar, denizdeki algler, hayvan dışkıları, gübre ve sanayi atıkları, evlerden atılan tüm organik çöpler (meyve ve sebze artıkları) kaynak oluşturmaktadır. Petrol, kömür, doğal gaz gibi tükenmekte olan enerji kaynaklarının kısıtlı olması, ayrıca bunların çevre kirliliği oluşturması nedeni ile, biyokütle kullanımı enerji sorununu çözmek için giderek önem kazanmaktadır.

Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genelde güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır.



Şekil 2.16 Biyokütle enerji döngüsü(<http://www.vegm.gov.tr/>)

Fotosentez yoluyla enerji kaynağı olan organik maddeler sentezlenirken tüm canlıların solunumu için gerekli olan oksijeni de atmosfere verir. Bunun yanı sıra bitkiler yalnız besin kaynağı değil, aynı zamanda çevre dostu enerji kaynaklarıdır.

Bitkilerin toprak altında milyonlarca yıl kalmasıyla oluşan fosil yakıtlar, aslında yukarıda tanımlanan biyokütle ile aynı özellikleri taşımalarına karşın yer altındaki sıcaklık ve basınçla değişime uğradıklarından, yakıldıklarında havaya birçok zararlı madde atarlar. Ayrıca milyonlarca yılda oluşan bu birikimin kısa süre içinde yakılması havada ki karbondioksit dengesinin bozulmasına yol açar ve bu da küresel ısınmaya neden olur. Biyokütle enerjisinin avantajlarını şöyle söyleyebiliriz;

- Biyokütle enerjisinin bölgesel ve modern işletilmesi ile özellikle enerji hatlarından uzak yerlerde kendilerine yetecek enerjiyi sağlanabilir.
- Üretim ve çevrim teknolojilerinin bilinmesi
- Depolanabilmektedir
- Her ölçekte enerji için uygundur

### 2.1.5.1 Biyokütle çevrim teknolojileri

Biyokütle kaynakları biyokütle çevrim teknikleri uygulanarak katı, sıvı ve gaz yakıtlara dönüştürülmektedir. Çevrim teknikleri uygulandıktan sonra biyodizel, biyogaz v.b. yakıtlar elde edilmektedir. Aşağıdaki şekilde biyokütle enerji kaynakları, çevrim yöntemleri ve elde edilen yakıtlar gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Biyokütle enerji kaynakları

<b>Biyokütle</b>	<b>Çevrim Yön.</b>	<b>Yakıtlar</b>	<b>Uygulama alanları</b>
Orman artıkları	Havasız çürüme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal atıklar	Fermentasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
Çöpler (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel ve Hayvansal yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık



### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Yarı İletkenler**

Elektrik akımının belirli bir değere kadar akmasına izin vermeyen ve bu değerden sonra sonsuz direnç gösteren maddelere yarı iletken denir. Yarı iletkenler; Si, Ge, Br, Al, In (indiyum) ve benzerleridir.

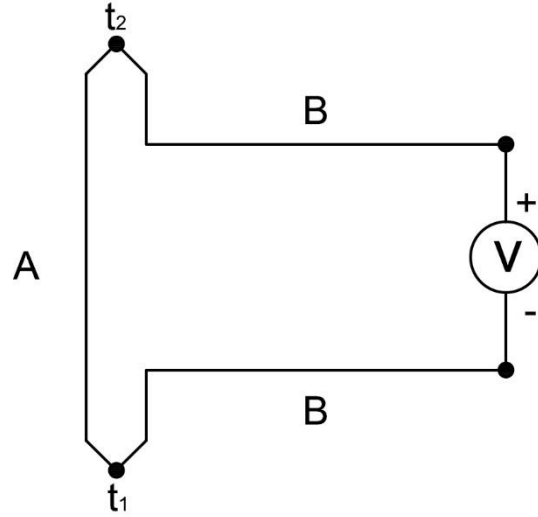
Yarı iletkenler iletkenlik bakımından normal halde yalıtıcıdır ancak ısı, ışık, manyetik etki veya gerilim uygulandığında bir miktar valans elektronu serbest hale geçer ve böylece iletkenlik özelliği kazanırlar. Yarı iletkenler, yukarıda belirtildiği üzere; ısı, ışık, etkisi ve gerilim uygulanması ile belirli oranda iletken hale geçirilerek ve içlerine başka maddeler katılarak iletkenlikleri artırılabilir. Katkı maddeleriyle iletkenlikleri artırılan yarı iletkenlerin elektronikte ayrı bir yeri vardır. Bunun nedeni elektronik devre elemanlarının üretiminde kullanılmalarıdır.

#### **3.2. Termoelektrik Etkiler**

##### **3.2.1. Seebeck etkisi**

Seebeck etki sıcaklık farkının doğrudan elektrik enerjisine dönüşmesidir. Bu etki 1821 yılında Alman fizikçi Thomas John Seebeck tarafından bulunmuştur. Seebeck iki metal bar arasındaki sıcaklık farkından gerilimi (V) bulmuştur. Çünkü metaller aralarındaki sıcaklık farkından dolayı bir akım akışı oluşmaktadır. İki metalin veya yarı metalin arasındaki sıcaklık farkından meydana gelen gerilimdir. Gerilim sıcaklık farkının her bir artışında mikro volt cinsinden artacaktır.(Gür, ve Atık, 2009)

Birbirinden farklı iki yarı iletken malzemenin seri olarak birbirine bağlanması sonucu oluşan devrede iki yarı iletken malzemenin sıcaklık farkından elektrik elde edildiği görülür.



Şekil 3.1 Seebeck etkisi prensip çalışma şeması

$S_A$  ve  $S_B$  seeback katsayılarıdır.  $T_1$  ve  $T_2$  de metal A ve B' nin yüzeyindeki sıcaklıklardır. Seeback katsayıları doğrusal değildirler. İletkenin sıcaklığına materyaline ve moleküler yapısına bağlıdır. Eğer seebeck sabitleri sıcak ölçümlerine göre belli bir değerleri var ise gerilim aşağıdaki gibi bir formülle de belirlenebilir. Aşağıdaki denklem 3.1'de gerilimin denklemi verilmiştir;

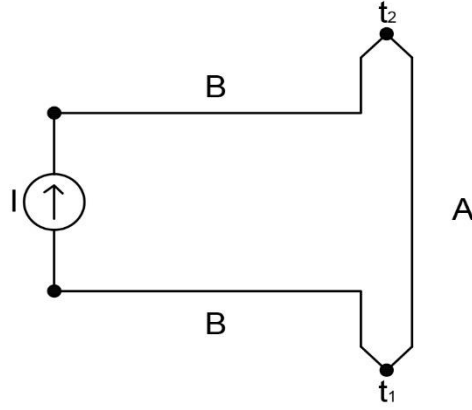
$$V = (S_B - S_A) \cdot (T_2 - T_1) \quad (3.1)$$

$S'$  nin değeri  $100 \mu V / C$ 'dan büyük olan yarı iletkenlere termoelektrik yarı iletkenler denir. N tipi yarı iletken için S değeri negatif, P tipi yarı iletken için S değeri ise pozitifdir. (Mamur, ve Ahıska, 2014)

### 3.2.2. Peltier etkisi

Peltier etki, seeback etkinin tam tersidir. Burada da gerilim farklarından ısı elde edilmektedir.

İki farklı metal veya bir yarı iletken arasında bir akım akışı olduğunda meydana gelir. Bir iletken diğerine akım sürülür. İletkenlerden biri soğurken diğeri ısınır. Sonuç olarak bu etki termoelektrik soğutma amacıyla kullanılır. Bu etki Seeback' ten 13 yıl sonra 1834 yılında John Peltier tarafından bulunmuştur.



Şekil 3.2 Peltier etki prensip çalışma şeması

Şekile göre bir akım akışı meydana geldiği zaman  $T_2$ 'nin olduğu yerde ısı değişimi meydana gelir.  $T_1$ 'in olduğu yerde ise soğuma. Isı aşağıdaki uç nokta tarafından emilmeye başlar. Denklem 3.2'de elde edilen ısının denklemi verilmiştir;

$$Q = \pi_{AB} I = (\pi_B - \pi_A) I \quad (3.2)$$

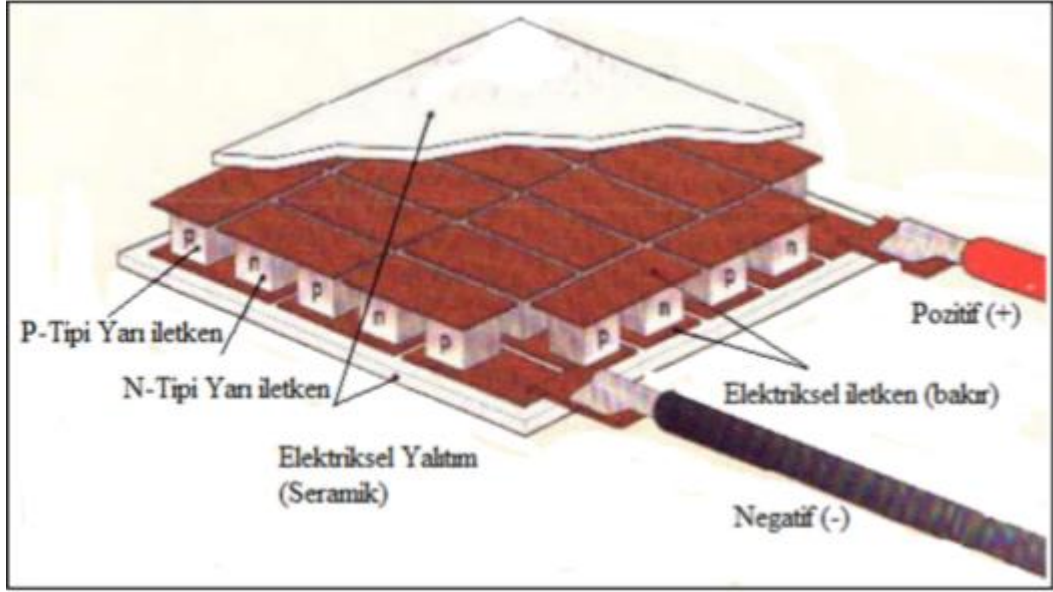
Bütün ısıl çiftlerin sabiti  $\pi_{AB}$ 'dir.  $\pi_A$  ve  $\pi_B$  materyallerin peltier sabitleridir. P tipi silikon pozitif peltier sabitine sahip iken N tipi silikon negatif peltier sabitine sahiptir.

Şekil 3.2 bir ucu ısıtılan termoelektrik malzemenin diğer ucu birtane bırakıldığı zaman oluşan sıcaklık farkından ötürü bir potansiyel fark oluşarak geçen akım ampermetreden okunabilmektedir. (Atalay, ve Güngör, 2011)

### 3.3. Termoelektrik Modüller

Termoelektrik, ısı enerjisinin elektriğe dönüşmesidir. Yani termoelektrik modülün sıcak yüzeyi ve soğuk yüzeyi arasında oluşan sıcaklık farkının elektrik enerjisine dönüşmesidir.

Aşağıdaki Şekil 3.3'te N tipi ve P tipi yarı iletkenlerinden oluşan örnek bir termoelektrik güç üretimi modülü gösterilmiştir. Bu birimin bir yüzü düşük sıcaklığa bir yüzü ise düşük sıcaklığa maruz kaldığında sıcak taraftan soğuk yüzeyin olduğu yere doğru bir ısı akışı meydana gelecektir. Bu noktada elementin arasına doğru akan ısı enerjisinde herhangi bir enerji kaybı olmayacaktır. Çünkü bu enerji elektrik enerjisine dönüşecektir. (Özkaymak, Baş, Acar, Yavuz, Boran, Tabak, Variyenli, ve Asal, 2014)



Şekil 3.3 Termoelektrik modül (Özkaymak, 2014)

Çalışmamızda 2 adet termoelektrik modül kullandık. Bunlardan birisi TEG1-1263-4.3 markalı termoelektrik modül diğeri ise TEC-12708 markalı termoelektrik modüldür. Çalışmamızda bu 2 adet termoelektrik modülü güneş enerjisinden elde ettikleri gerilim değerlerine göre kıyasladık.

### 3.4. Isı Borusu

Isı borusu yüksek termal iletkenliğine sahip bir ısı transferi malzemesidir. Isı borusunun en dış kısmında bulunan yüzey, iletken yüzeye temas ettiğinde alınan ısı ile içinde bulunan kimyasal sıvı buharlaşarak ısıyı diğeri uca taşır. Isı borusu 3 bölmeden oluşmaktadır.

- Buharlaştırıcı kısım
- Isının taşındığı kısım
- Yoğunlaştırma kısmı

Isı borusu ısı transferi uygulamalarında oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Güneş enerji teknolojilerinde, elektronik cihazlar v.b. sistemlerde kullanılmaktadır. Isı borusunun özelliklerini şöyle sıralayabiliriz;

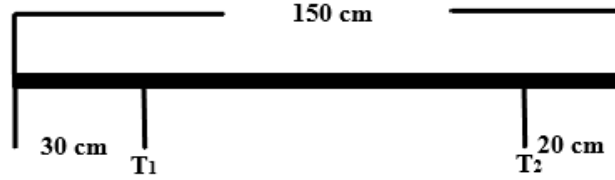
- En yüksek basınç: 40 bar
- Isı aralığı: (-270 °C)-2000 °C

Isı borusunun çeşitleri aşağıdadır;

- Gaz odacıklı düz ısı boruları

- İletkenliği değiştirilebilen ısı boruları (VCHP)
- Basınç kontrollü ısı borusu (PCHP)
- Diyot ısı borusu
- Döngüsel ısı borusu (LHP)

Çalışmamızda kullanılan ısı borusu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Isı borusunun içerisinde ısıyı iletmesi için saf su kullanılmıştır.

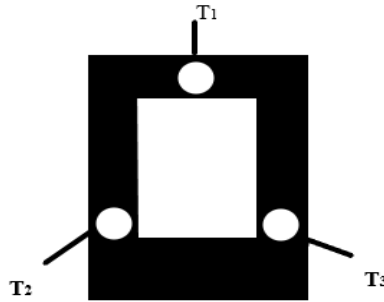


Şekil 3.4 Isı borusu

Sistemimizdeki ısı borusunda sıvının bulunduğu kısımdan 30 cm uzaklıkta  $T_1$  ve termoelektrik modülden 20 cm uzaklıkta  $T_2$  kısımlarındaki sıcaklıklar ölçülerek termoelektrik modüllerin sıcak yüzeylerine giden sıcaklıkta ne kadar kayıp olduğunu tespit ettik.

### 3.5. Pasif Soğutucu

Sistemde kullandığımız pasif soğutucu aşağıdaki şekilde gibidir.



Şekil 3.5 Pasif soğutucu

Sistemde kullandığımız pasif soğutucu içerisinde ESS, alkol ve su kullandık. Bu pasif soğutucu, termoelektrik modüllerin soğuk yüzeylerinin sıcaklıklarını düşürmek için kullandık. Pasif soğutucu üzerinde  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  kısımlarından ölçüm aldık. Bu ölçümlerle pasif soğutucu termoelektrik modüllerin soğuk yüzeylerini ne kadar soğuttuğunu ölçtük.

### 3.6. Parabolik Güneş Kollektörü

Parabolik kollektörler güneşten gelen ışığı odaklamak için kullanılmaktadır. Çalışmamızda da parabolik güneş kollektörü güneş enerjisini ısı borusunun üzerine odaklayarak ısı borusunun sıcaklığını daha fazla yükseltmek için kullandık. Parabolik güneş kollektörü aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.6 Parabolik güneş kollektörü

[\(https://muhendistan.com/gunes-enerjili-buhar-turbini/\)](https://muhendistan.com/gunes-enerjili-buhar-turbini/)

### 3.7. Piranometre

Yatay birim yüzeye ışınım miktarını ölçen sensördür. Dünya meteoroloji örgütü tarafından 3 sınıfa ayrılmıştır:

- Yüksek Kalite
- Orta Kalite
- Düşük Kalite

Çalışmamızda kullandığımız piranometre 0-2000 W/m<sup>2</sup> aralığında ölçüm yapmaktadır. Aynı zamanda ISO 9060 standardına göre birinci sınıf bir piranometredir. Piranometre kullanarak gün içerisinde güneşten gelen ışınların şiddetini ölçtük. Bu ölçümler sonucunda elde ettiğimiz değerlere göre ısı borusunda kullandığımız sıvıları, TEC ve TEG modülleri karşılaştırdık.

Yaptığımız çalışmada güneş ışınımı ölçümünde kullandığımız Delta ohm Ip pyra 02 markalı piranometre aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Delta ohm lp pyra 02 piranometre

(<https://www.directindustry.com/prod/delta-ohm/product-25140-414691.html>)

### 3.8. ORDEL UDL 100 Data Logger

UDL 100 model cihazlar analog sinyalleri sayısal değerlere dönüştürerek bilgisayar ortamına aktarmamızı sağlayan cihazdır. Aynı zamanda cihazdan alınan değerleri DALI08 yazılımı kullanarak bilgisayar üzerinde kaydedebiliriz.



Şekil 3.8 ORDEL UDL 100 Data logger (<http://www.manyetikdebimetre.com/>)

Çalışmamızda kullandığımız data logger yaptığımız ölçümleri kaydediyor. Kendisine ait yazılımı ile USB aracılığıyla bu verileri bilgisayara aktarıyoruz.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Bulgular



Şekil 4.1 Sistemin genel görünüşü

Bu sistemde öncelikle Peltier elementin yüzeyinde sıcaklık farkı oluşturmak için ilk kısımda güneş enerjisi kullanılmıştır. İkinci kısımda ise soğutucu cisim içerisinde ESS, alkol ve su kullanılmıştır. Elde edilen sıcaklık farkı sonucu üretilen gerilim ve güç grafikleri aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.

Sistemde 2 adet termoelektrik modül kullanılmıştır. Bunlarda birisi 115Watt gücünde 30mm x 30mm boyutlarında TEG-1263-4.3 marka modeli ve 80Watt gücünde 40mm x 40mm x 4mm gücünde TEC-12708 marka modeli termoelektrik modüllerdir.

#### 4.1.1. TEG modülünün kullanıldığı kısım

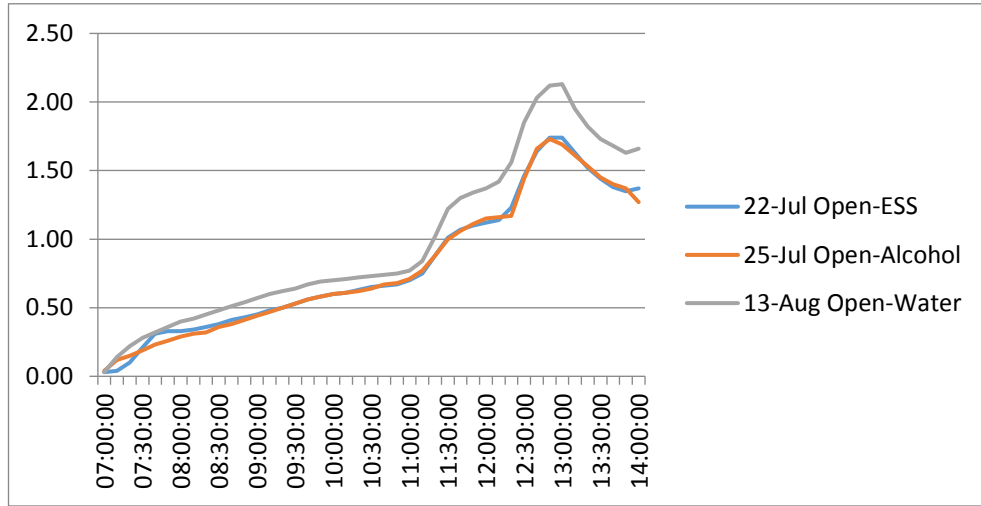
Sisteme gelen güneş enerjisini parabolik güneş kolektörü ısı borusunun üzerine odaklayarak ısı borusunun sıcaklığının artmasını dolayısıyla içerisine koyduğumuz saf su sıcaklığının artmasını sağlamaktadır. Saf su sıcaklığı ileterek TEG modülünün sıcak yüzeyinin sıcaklığını artırmaktadır. Soğuk yüzey sıcaklığını düşürmek için kullanılan pasif soğutucu içerisinde farklı zamanlarda kullandığımız ESS, alkol ve su bulunmaktadır. Bu şekilde TEG modülün sıcak yüzey ve soğuk yüzey arasındaki sıcaklık farkından dolayı gerilim elde edilmiştir. Açık devre ve kapalı devre olarak yaptığımız ölçümlerin sonuçları grafiklerle gösterilmiştir.



Çizelge 4.1 Açık devrede pasif soğutucuda farklı sıvılar kullanarak TEG modülde elde edilen gerilim sonuçları

	22-Jul	25-Jul	13-Aug	22-Jul	25-Jul	13-Aug
	Open-ESS	Open-Alcohol	Open-Water	SOLAR ESS	SOLAR Alcohol	SOLAR Water
07:00:00	0,03	0,04	0,03	141,6	133,0	122,3
07:30:00	0,21	0,19	0,28	245,4	218,9	246,6
08:00:00	0,33	0,29	0,4	345,9	328,9	368,4
08:30:00	0,38	0,36	0,48	456,6	432,0	495,8
09:00:00	0,45	0,44	0,57	572,4	530,9	624,8
09:30:00	0,53	0,53	0,64	670,0	634,9	730,3
10:00:00	0,6	0,6	0,7	763,9	486,1	832,1
10:30:00	0,65	0,64	0,73	838,6	815,4	867,0
11:00:00	0,7	0,71	0,77	900,8	859,1	887,4
11:30:00	1,01	1	1,22	946,1	813,4	884,5
12:00:00	1,12	1,15	1,37	973,1	957,0	859,9
12:30:00	1,46	1,44	1,85	983,1	996,8	841,5
13:00:00	1,74	1,69	2,13	986,0	1101,0	825,9
13:30:00	1,44	1,45	1,73	968,9	973,9	827,3
14:00:00	1,37	1,27	1,66	930,6	222,4	824,0
TOPLAM	12,02	11,8	14,56	10723	9503,7	10237

Çizelge 4.1 deki veriler çalışmamızda 3 farklı zamanda 3 tane farklı sıvıda farklı zamanlarda TEG modülde elde edilen gerilim değerlerini göstermektedir.



Şekil 4.2 Açık devrede pasif soğutucuda farklı sıvılar kullanarak TEG modülde elde edilen gerilim grafiği

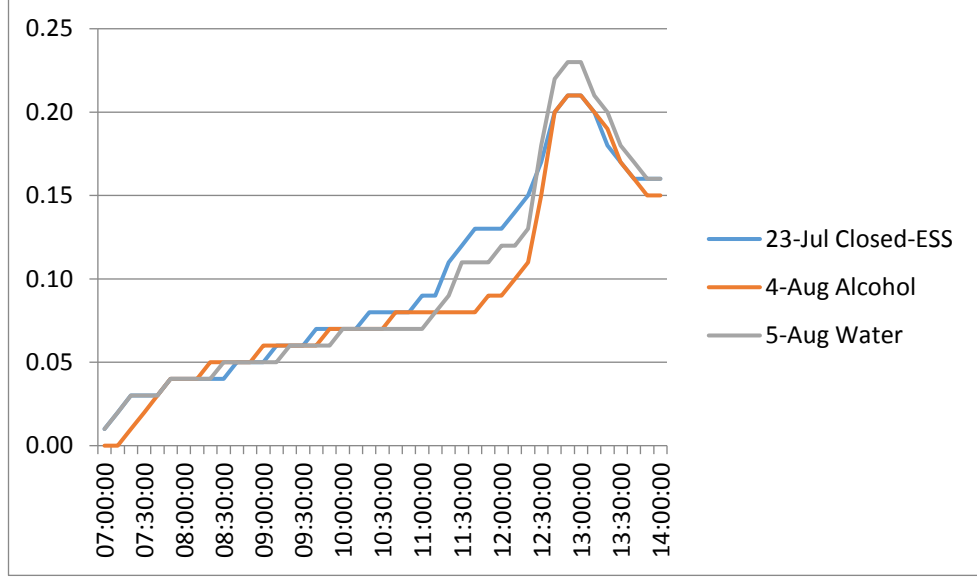
Şekil 4.2 grafikte görüldüğü gibi pasif soğutucu içerisinde kullandığımız sıvıların (ESS, alkol, su) TEG modülün soğuk yüzeyinin sıcaklığını düşürerek gerilim üretim değerlerinde farklılık olmuştur. Çizelge 4.1 alınan verilere göre pasif

soğutucuda su kullanıldığı zaman elde edilen gerilim değerleri daha yüksektir. ESS ile alkol sıvıları kullanıldığında ise elde edilen gerilim değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Bu sonuçlara göre açık devrede TEG modülden elektrik üretimi için pasif soğutucu içerisinde sıvı olarak su kullanmak daha iyi sonuçlar elde etmeyi sağlayacaktır.

Çizelge 4.2 Kapalı devrede pasif soğutucuda farklı sıvılar kullanarak TEG modülde elde edilen gerilim sonuçları

	<b>23-Jul</b>	<b>4-Aug</b>	<b>5-Aug</b>	<b>23-Jul</b>	<b>4-Aug</b>	<b>5-Aug</b>
	<b>Closed-ESS</b>	<b>Closed-Alcohol</b>	<b>Closed-Water</b>	<b>SOLAR ESS</b>	<b>SOLAR Alcohol</b>	<b>SOLAR Water</b>
07:00:00	0,01	0	0,01	128,6	100,3	125,6
07:30:00	0,03	0,02	0,03	241,5	229,9	248,8
08:00:00	0,04	0,04	0,04	309,1	346,8	359,5
08:30:00	0,04	0,05	0,05	436,1	478,6	502,6
09:00:00	0,05	0,06	0,05	544,6	593,1	582,0
09:30:00	0,06	0,06	0,06	666,1	691,0	707,5
10:00:00	0,07	0,07	0,07	766,9	768,8	804,4
10:30:00	0,08	0,07	0,07	843,5	861,8	893,8
11:00:00	0,09	0,08	0,07	919,0	1006,3	959,8
11:30:00	0,12	0,08	0,11	957,3	370,5	889,5
12:00:00	0,13	0,09	0,12	979,4	918,8	764,0
12:30:00	0,17	0,15	0,18	992,6	962,4	956,9
13:00:00	0,21	0,21	0,23	996,1	958,5	911,1
13:30:00	0,17	0,17	0,18	978,6	962,4	871,9
14:00:00	0,16	0,15	0,16	939,9	981,3	840,0
<b>TOPLAM</b>	<b>1,51</b>	<b>1,37</b>	<b>1,5</b>	<b>10699,3</b>	<b>10230,5</b>	<b>10417</b>

Çizelge 4.2 veriler çalışmamızda kapalı devrede 3 farklı zamanda 3 tane farklı sıvıda farklı zamanlarda TEG modülden elde edilen gerilim değerlerini göstermektedir.



Şekil 4.3 Kapalı devrede pasif soğutucuda farklı sıvılar kullanarak TEG modülde elde edilen gerilim sonuçları

Şekil 4.3 grafikte görüldüğü gibi kapalı devre pasif soğutucu içerisinde kullandığımız sıvıların (ESS, alkol, su) TEG modülün soğuk yüzeyinin sıcaklığını düşürerek gerilim üretim değerlerinde farklılık olmuştur. Çizelge 4.2 de alınan verilere göre pasif soğutucuda kullanılan 3 farklı sıvıda elde edilen gerilim değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Ancak güneş enerjisinin en yüksek olduğu zamanda pasif soğutucuda su kullanıldığımızda gerilimin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre TEG modülden kapalı devrede elektrik üretimi için pasif soğutucu içerisinde sıvı olarak su kullanmak daha iyi sonuçlar elde etmeyi sağlayacaktır.

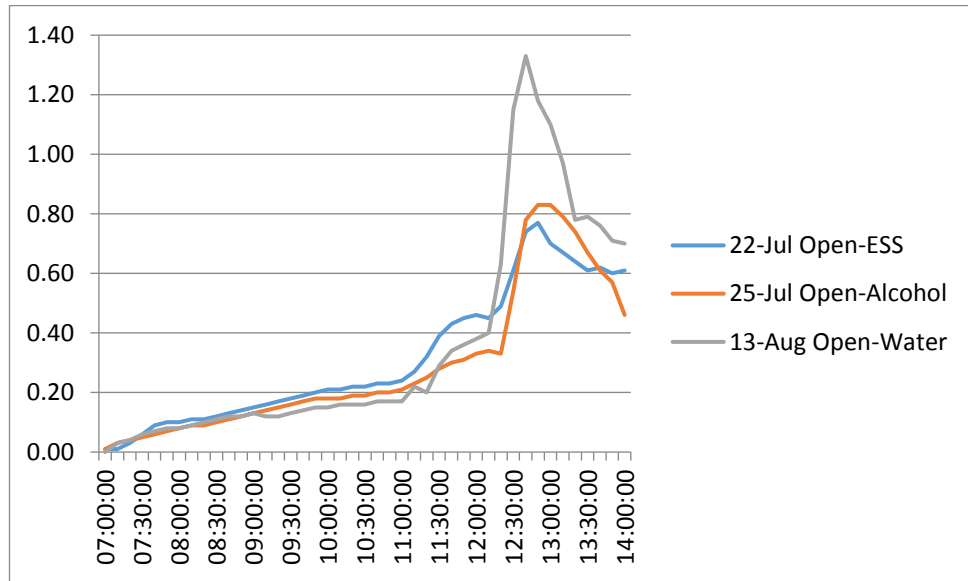
#### 4.1.2. TEC modülünün kullanıldığı kısım

Sisteme gelen güneş enerjisini parabolik güneş kolektörü ısı borusunun üzerine odaklayarak ısı borusunun sıcaklığının artmasını dolayısıyla içerisine koyduğumuz saf su sıcaklığının artmasını sağlamaktadır. Saf su sıcaklığı ileterek TEC modülünün sıcak yüzeyinin sıcaklığını artırmaktadır. Soğuk yüzey sıcaklığını düşürmek için kullanılan pasif soğutucu içerisinde farklı zamanlarda kullandığımız ESS, alkol ve su bulunmaktadır. Bu şekilde TEC modülün sıcak yüzey ve soğuk yüzey arasındaki sıcaklık farkından dolayı gerilim elde edilmiştir. Açık devre ve kapalı devre olarak yaptığımız ölçümlerin sonuçları grafiklerle gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Açık devrede pasif soğutucuda farklı sıvılar kullanarak TEC modülde elde edilen gerilim sonuçları

	22-Jul	25-Jul	13-Aug	22-Jul	25-Jul	13-Aug
	Open-ESS	Open-Alcohol	Open-Water	SOLAR ESS	SOLAR Alcohol	SOLAR Water
07:00:00	0,01	0,01	0	141,6	133,0	122,3
07:30:00	0,06	0,05	0,06	245,4	218,9	246,6
08:00:00	0,1	0,08	0,08	345,9	328,9	368,4
08:30:00	0,12	0,1	0,11	456,6	432,0	495,8
09:00:00	0,15	0,13	0,13	572,4	530,9	624,8
09:30:00	0,18	0,16	0,13	670,0	634,9	730,3
10:00:00	0,21	0,18	0,15	763,9	486,1	832,1
10:30:00	0,22	0,19	0,16	838,6	815,4	867,0
11:00:00	0,24	0,21	0,17	900,8	859,1	887,4
11:30:00	0,39	0,28	0,29	946,1	813,4	884,5
12:00:00	0,46	0,33	0,38	973,1	957,0	859,9
12:30:00	0,61	0,54	1,15	983,1	996,8	841,5
13:00:00	0,7	0,83	1,1	986,0	1101,0	825,9
13:30:00	0,61	0,67	0,79	968,9	973,9	827,3
14:00:00	0,61	0,46	0,7	930,6	222,4	824,0
TOPLAM	4,67	4,22	5,4	10723	9503,7	10237

Çizelge 4.3 veriler çalışmamızda açık devrede 3 farklı zamanda 3 tane farklı sıvıda farklı zamanlarda TEC modülden elde edilen gerilim değerlerini göstermektedir.



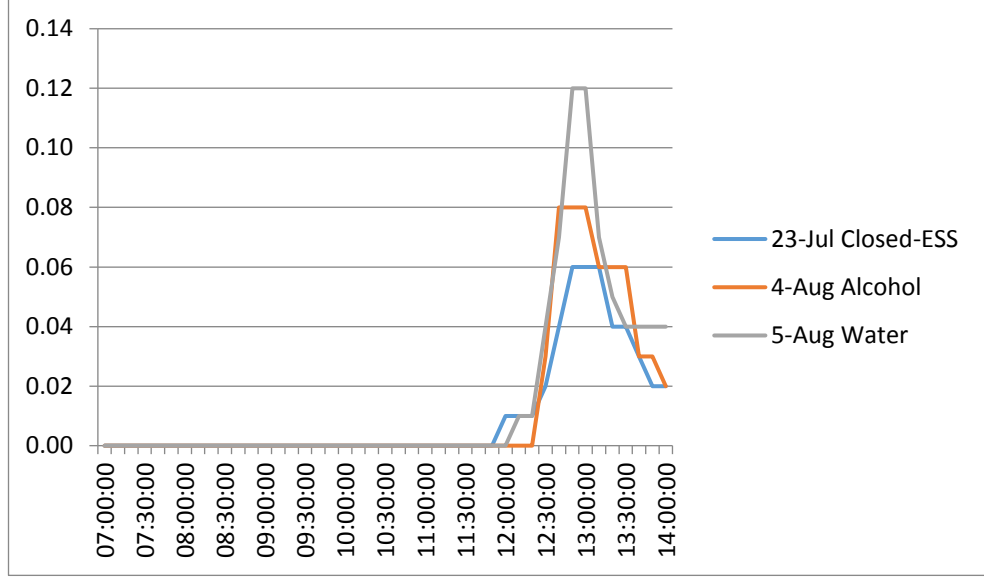
Şekil 4.4 Açık devrede pasif soğutucuda farklı sıvılar kullanarak TEC modülde elde edilen gerilim sonuçları

Şekil 4.4 deki grafikte görüldüğü gibi pasif soğutucu içerisinde kullandığımız sıvıların (ESS, alkol, su) TEC modülün soğuk yüzeyinin sıcaklığını düşürerek gerilim üretim değerlerinde farklılık olmuştur. Çizelge 4.3' ten alınan verilere göre pasif soğutucuda kullanılan 3 farklı sıvıda elde edilen gerilim değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Ancak güneş enerjisinin en yüksek olduğu zaman pasif soğutucuda su kullanıldığında gerilimin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre TEC modülden açık devrede elektrik üretimi için ısı borusu içerisinde sıvı olarak su kullanmak daha iyi sonuçlar elde etmeyi sağlayacaktır.

Çizelge 4.4 Kapalı devrede pasif soğutucuda farklı sıvılar kullanarak TEC modülde elde edilen gerilim sonuçları

	23-Jul	4-Aug	5-Aug	23-Jul	4-Aug	5-Aug
	Closed-ESS	Closed-Alcohol	Closed-Water	SOLAR ESS	SOLAR Alcohol	SOLAR Water
07:00:00	0	0	0	128,6	100,3	125,6
07:30:00	0	0	0	241,5	229,9	248,8
08:00:00	0	0	0	309,1	346,8	359,5
08:30:00	0	0	0	436,1	478,6	502,6
09:00:00	0	0	0	544,6	593,1	582,0
09:30:00	0	0	0	666,1	691,0	707,5
10:00:00	0	0	0	766,9	768,8	804,4
10:30:00	0	0	0	843,5	861,8	893,8
11:00:00	0	0	0	919,0	1006,3	959,8
11:30:00	0	0	0	957,3	370,5	889,5
12:00:00	0,01	0	0	979,4	918,8	764,0
12:30:00	0,02	0,03	0,04	992,6	962,4	956,9
13:00:00	0,06	0,08	0,12	996,1	958,5	911,1
13:30:00	0,04	0,06	0,04	978,6	962,4	871,9
14:00:00	0,02	0,02	0,04	939,9	981,3	840,0
TOPLAM	0,15	0,19	0,24	10699,3	10230,5	10417

Çizelge 4.4 veriler çalışmamızda kapalı devrede 3 farklı zamanda 3 tane farklı sıvıda farklı zamanlarda TEC modülden elde edilen gerilim değerlerini göstermektedir.



Şekil 4.5 Kapalı devrede pasif soğutucuda farklı sıvılar kullanarak TEC modülden elde edilen gerilim sonuçları

Şekil 4.5 grafikte görüldüğü gibi kapalı devrede pasif soğutucu içerisinde kullandığımız sıvıların (ESS, alkol, su) TEC modülün soğuk yüzeyinin sıcaklığını düşürerek gerilim üretim değerlerinde farklılık olmuştur. Çizelge 4.4 alınan verilere göre pasif soğutucuda kullanılan 3 farklı sıvıdan belirli bir zamana kadar gerilim elde edilememiştir. Gerilim elde edildiğinden itibaren elde edilen değerler 3 sıvı içinde birbirine yakın çıkmıştır. Ancak güneş enerjisinin en yüksek olduğu zaman pasif soğutucuda su kullanıldığında gerilimin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre TEC modülden kapalı devrede elektrik üretimi için pasif soğutucu içerisinde sıvı olarak su kullanmak daha iyi sonuçlar elde etmeyi sağlamıştır.

- Yukarıdaki ölçüm sonuçlarına göre TEG ile TEC modüllerini kıyaslırsak; Açık devre ve kapalı devrede ESS, alkol ve su sıvılarında elde ettiğimiz gerilim sonuçlarına göre TEG modülünden elde ettiğimiz gerilim değerleri TEC modülüne göre yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre termoelektrik modüllerden elektrik üretiminde TEG modülün tercih edilmesi daha iyi sonuç verecektir.

- Yukarıdaki ölçüm sonuçlarına göre ESS, alkol, su sıvılarını kıyaslırsak; Açık ve kapalı devrede elde ettiğimiz sonuçlara göre TEG ve TEC termoelektrik modüllerinde pasif soğutucuda su kullanıldığında elde ettiğimiz gerilim değerleri ESS ve alkol sıvılarında elde ettiğimiz gerilim değerlerinde daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre termoelektrik modüllerden elektrik üretiminde pasif soğutucuda sıvı olarak su kullanılması daha iyi sonuç verecektir.

## 4.2. Tartışma

Yenilenebilir enerji fosil ve nükleer enerjilere göre daha temiz ve kaynak olarak kısıtlı değildir. Su, güneş, hava v.b. gibi kaynakları kısıtlı olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir. Bu şekilde de çevreye ve sosyal problemlere çözüm olmaktadır.

Termoelektrik enerji teknolojileri kullanımı; enerji ihtiyacını karşılamakta hem çeşitlilik hem güvenilirlik kazandırması, yeni iş imkanları sağlaması, atık ısıların enerji olarak tekrar kazanılmasının sağlanması, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması, yerleşim yerlerinden uzak bölgelerde yaşayan insanların elektrik ihtiyacının karşılanması gibi önemli sorunlara çözüm olabilir.

Öte yandan şu bir gerçek ki; Termoelektrik enerji teknolojileri kurulumu da dahil olmak üzere insan yapımı projelerin çevreye olumsuz etkileri olmaktadır. Çevreye olması beklenen muhtemel etkiler yapılan projenin boyutuna, doğasına ve coğrafi özelliğine bağlıdır. Ancak çevreye verdiği bu zararlar fosil yakıtların çevreye verdiği zararlara göre oldukça küçüktür. Bu sebeple termoelektrik modüllerden insanların elektrik ihtiyacını karşılayacak seviyede verim alındığında fosil yakıtların yerine kullanılması gerçekleşebilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada parabolik güneş kollektörü, ısı borusu, pasif soğutucu ve termoelektrik modüller kullanarak güneş enerjisinden elektrik üretimi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kurduğumuz deney düzeneğinde pasif soğutucu içinde farklı zamanlarda kullandığımız ESS, alkol ve su sıvılarını kullanarak TEG ve TEC tipi termoelektrik modüllerden elektrik üretiminde farklı sonuçlar gözlemledik. Elektrik enerjisi üretmek için kullandığımız TEG ve TEC tipi termoelektrik modüllerin sıcak ve soğuk yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı ve buna bağlı olarak artan veya azalan gerilim miktarı gözlemlenmiştir. Çalışmamızda aldığımız ölçüm değerlerine göre sıcak ve soğuk yüzeyler arasındaki sıcaklık farkı arttıkça gerilim artmış, sıcaklık farkı azaldıkça gerilim düşmüştür.

Deneylerde elde ettiğimiz sonuçlara göre, TEG ve TEC tipi termoelektrik modüllerden elde edilen elektriksel değerler günlük hayatta ihtiyacımız olan elektriği karşılayacak düzeyde değildir.

Bu sonuçlara göre termoelektrik modüller elektrik üretiminde fotovoltaik güneş panelleri, rüzgar türbinleri, hidroelektrik santraller, jeotermal santrallere göre yarışabilecek seviyede değildirler. Bu sistemle istenilen elektriksel değerlerin elde edilebilmesi için iyileştirilmeler yapılmalıdır. Bu iyileştirmeler kurulan sistemlerin geliştirilmesi ya da termoelektrik modüllerin yapısının geliştirilmesiyle yapılabilir. Termoelektrik modüllerin daha yüksek sıcaklıklara ve daha düşük sıcaklıklara dayanabilmesi sağlanması bunlardan birisi olabilir. Bu şekilde termoelektrik modülde sıcaklık farkı artacağı için elektrik üretimi artacaktır.

Çalışmamızda istenilen seviyede elektrik üretimi elde edilememesine rağmen parabolik güneş kollektörü, ısı borusu, pasif soğutucu ve pasif soğutucu içerisinde farklı sıvıların kullanılması araştırılarak güneş enerjisi ile termoelektrik modüllerden elektrik üretimi ile ilgili gözlemler yapılarak örnekler oluşturulmuştur.



## 6. KAYNAKLAR

- Kılıç, F. Ç. 2015, Güneş Enerjisi Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri, Mühendis ve Makine Cilt No: 56, sayı 671, s. 28-30
- Köse, F. ve Özgören, M. 2005, Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Ölçümü ve Rüzgar Türbini Seçimi, Mühendis ve Makine Cilt No: 46, sayı 551, s. 20-30
- Atalay, H. ve Güngör, A. 2011, Termoelektrik (Peltier) Soğutma Sistemleri, Mühendis ve Makine Cilt No: 46, sayı 551, s. 20-30
- Özkaymak, M. Baş, Ş. Acar, B. Yavuz, C. Boran, K. Tabak, S. Variyenli, H. İ. ve Asal, Ö. 2014, Atık Baca Gazı Kullanımı İle Termoelektrik Jeneratörlerde Elektrik Üretiminin Faydalı Kullanımının Deneysel İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt No: 46, sayı 551, s. 20-30
- Özdemir, A. E. Köksal, Y. Özbaş, E. ve Atalay, T. 2015, The Experimental Design of Solar Heating Thermoelectric Generator With Wind Cooling Chimney, Energy Conversion and Management, 98:127-133
- Önal, E. ve Yarbay, R. Z. 2010, Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Sayı: 18, s.77-96
- Gür, S. ve Atık, K. 2009, Yoğunlaştırıcı Güneş Kollektörleri ve Termoelektrik Jeneratörler Kullanarak Elektrik Üretimi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük, Türkiye, 13-15 Mayıs
- Anonim, 2018, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, <http://www.yegm.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 13.04.2019)
- Anonim, 2018, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita>, (Erişim Tarihi: 15.04.2019)
- Anonim, 2014, Türkiye Enerji Üretim Haritaları, [http://cografyaharita.com/turkiye\\_enerji\\_haritalari.html](http://cografyaharita.com/turkiye_enerji_haritalari.html), (Erişim Tarihi: 16.04.2019)
- Anonim, 2015, Mühendis Beyinler, <https://www.muhenisbeyinler.net/fotovoltaiik-pv-solar-sistem-ve-elemanlari/>, (Erişim Tarihi: 11.04.2019)
- Anonim, 2019, Enerji Gazetesi, <https://www.enerjigazetesi.ist/isvec-2030-yenilenebilir-enerji-hedefini-simdiden-yakaladi/>, (Erişim Tarihi: 12.04.2019)
- Anonim, 2019, Mühendistan, <https://muhendistan.com/gunes-enerjili-buhar-turbini/>, (Erişim Tarihi: 13.04.2019)
- Anonim, 2019, Direct Industry, <https://www.directindustry.com/prod/delta-ohm/product-25140-414691.html>, (Erişim Tarihi: 13.04.2019)

Anonim, 2019, Pikolab Mühendislik, <http://www.manyetikdebimetre.com/> , (Erişim Tarihi: 20.04.2019)

Anonim, 2015, Enerji Beş Temiz Enerji Portalı, <https://www.enerjibes.com/gunes-enerjisi-ile-ev-isitma/>, (Erişim Tarihi: 09.04.2019)

Mamur, H. Ve Ahıska, R. A. Review Thermoelectric Generators in Renewable Energy, International Journal of Renewable Energy Research, 4(1), 128-136, 2014

Milli Eğitim Bakanlığı, Elektrik-Elektronik Teknolojisi, s. 50-70, Ankara

Ültanır, M.Ö. 1998, 21 Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisini Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Yayımlı No: TÜSİAD T/98-12/239, İstanbul.

Kökey, İ. 2013, Güneş Enerji Santrallerinin Kurulumunda Güneş Ölçümünün Önemi ve Türkiye'de Yasal Mevzuat, 8. Ulusal Ölçüm Bilim Kongresi, Kocaeli, Türkiye, 26-28 Eylül 2013



## **7. ÖZGEÇMİŞ**

**Adı Soyadı:** Celil YILMAZ

**Doğum Yeri ve Yılı:** Yozgat – 1991

**Yabancı Dili:** İngilizce

### **Eğitim Durumu:**

Lise: Akşemsettin Anadolu Lisesi, (2005 - 2009)

Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi – Elektrik Elektronik Mühendisliği, (2010 - 2015)

Yüksek Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü – Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları Anabilimdalı, (2016 - ...)

### **Çalıştığı Kurum:**

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, Savaş Sistemleri Şubesi Elektronik Mühendisi, (2018 - ...)