

**T.C.  
SİİRT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI GAZLARIN SERA ETKİSİNİN GÜNEŞ PANELLERİNİN VERİMLİLİĞİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Abdurrahman BATUR  
(143103002)**

**Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez I. Danışmanı: Doç. Dr. Fevzi HANSU**

**II. Danışman: Prof. Dr. Naci GENÇ**

**Ağustos-2018  
SİİRT**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Abdurrahman BATUR tarafından hazırlanan “**Bazı Gazların Sera Etkisinin Güneş Panellerinin Verimliliği Üzerine Etkisi**” adlı tez çalışması 29/08/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Doç. Dr. Ömer Faruk ERTUĞRUL



#### Danışman

Doç. Dr. Fevzi HANSU



#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Sabit HOROZ



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Doç. Dr. Fevzi HANSU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında bana her yönüyle rehberlik eden, bilgi ve tecrübesini aktarmada kendisini eksik etmeyen, çalışma sürecinin son gününe kadar her türlü fedakârlığı gösteren ve ayrıca kıymetli zamanını esirgmeden tezimin yazımı ve düzenlenmesi konularında her yönüyle katkı sunan 1. danışman hocam Sayın Doç. Dr. Fevzi HANSU'ya ve 2. danışman hocam Sayın Prof. Dr. Naci GENÇ'e; tezimin literatür kısımlarının oluşturulmasında katkıları olan Sayın Arş. Gör. Rıdvan ÇETİN'e ve ayrıca deneysel çalışmalarda gerekli yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Sayın Öğr. Gör. Abdulgani GÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca;

Eğitim hayatım boyunca, benim için en iyi şartları sağlayan, daima fedakâr davranan ve bugünlere gelmeme vesile olan anneme ve babama şükranlarımı sunar, tez çalışmasının her aşamasında desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

**Abdurrahman BATUR**

**2018-SİİRT**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖN SÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ.....	vii
ÖZET .....	ix
ABSTRACT .....	x
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Güneş Işınımı Hesaplama Yöntemi .....	4
1.1.1. Doğrudan Işınım Olayı .....	4
1.1.2. Yaygın Işınım .....	5
1.1.3. Toplam Işınım.....	6
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>8</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>15</b>
3.1. Materyal .....	15
3.2. Yöntem.....	19
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>22</b>
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>28</b>
5.1. Sonuçlar .....	28
5.2. Öneriler .....	28
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>29</b>
ÖZGEÇMİŞ.....	34

## TABLULAR LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3.1:</b> Sera etkisi oluşturan gazlar (Ahmad El Zein and Nour Chehayeb, 2015) .....	20
--	----



## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Işınım çeşitleri (Derse, 2014).....	4
Şekil 1.2. Yaygın ışınımın prensip şeması (Bulut, 2009) .....	5
Şekil 3.1: Deney sisteminin genel görüntüsü.....	15
Şekil 3.2: Saydam cam malzemeden yapılmış olan gaz deposu görüntüsü.....	16
Şekil 3.3: Deney sisteminde kullanılan dijital tip <i>AVOmetre</i> 'lerin görüntüleri.....	17
Şekil 3.4: Deney sisteminde yük olarak kullanılan reostaların görüntüsü ve etiket değerleri .....	17
Şekil 3.5: Deney sisteminde kullanılan çeşitli sera gazı tüplerinin görüntüleri.....	18
Şekil 3.6: Deney sisteminde kullanılan vakum pompası ve dijital manometrenin görüntüleri.....	18
Şekil 4.1: Panelin, atmosferik koşullarda ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan <i>Zaman-Güç</i> grafiği.....	23
Şekil 4.2: Panelin, $CO_2$ gazı ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan <i>Zaman-Güç</i> grafiği.....	23
Şekil 4.3: Panelin, Asetilen ( $C_2H_2$ ) gazı ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan <i>Zaman-Güç</i> grafiği.....	24
Şekil 4.4: Panelin, Diazotoksit ( $N_2O$ ) gazı ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan <i>Zaman-Güç</i> grafiği.....	25
Şekil 4.5: Panelin, Karma gazlar ( $C_4H_{10}$ , $C_7H_8$ , $C_6H_{14}$ , $C_7H_{16}$ , $C_6H_6$ , $C_3H_8$ ve $N_2$ Karışımı) ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan <i>Zaman-Güç</i> grafiği.....	25
Şekil 4.6: Panelin, kullanılan tüm gazlar ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan karşılaştırmalı <i>Zaman-Güç</i> grafiği .....	26

## KISALTMALAR ve SİMGELER LİSTESİ

<b><u>Kısaltma</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
<i>ANFIS</i>	: Uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemler
<i>BIPV</i>	: Bina entegre fotovoltaik panel
<i>C<sub>2</sub>H<sub>2</sub></i>	: Asetilen
<i>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></i>	: Propan
<i>C<sub>4</sub>H<sub>10</sub></i>	: Bütan
<i>C<sub>6</sub>H<sub>14</sub></i>	: Hegzan
<i>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></i>	: Benzen
<i>C<sub>7</sub>H<sub>16</sub></i>	: Heptan
<i>C<sub>7</sub>H<sub>8</sub></i>	: Toluen
<i>CdTe</i>	: Kadmiyumtelliür
<i>CFD</i>	: Hesaplamalı akışkan dinamik
<i>CIS</i>	: Karbon İndiyum Selenyum
<i>CO</i>	: Karbonmonoksit
<i>CO<sub>2</sub></i>	: Karbondioksit
<i>DLR</i>	: Kimyasal iklim modeli
<i>EPBT</i>	: Enerji geri ödeme süresi
<i>G<sub>GR</sub></i>	: Küresel radyasyon
<i>GHG</i>	: Sera gazı emisyonları
<i>GISS</i>	: Kimyasal iklim modeli
<i>H<sub>2</sub>O</i>	: Su
<i>LCA</i>	: Çevresel performans ve yaşam döngüsü
<i>N<sub>2</sub></i>	: Azot
<i>N<sub>2</sub>O</i>	: Diazotoksit
<i>NO</i>	: Azotoksit
<i>NO<sub>2</sub></i>	: Azotdioksit
<i>off-grid</i>	: Şebekeden bağımsız
<i>PV</i>	: Fotovoltaik panel
<i>Si</i>	: Silikon
<i>UKMO</i>	: Kimyasal iklim modeli
<i>UV</i>	: Ultraviyole
<i>YSA</i>	: Yapay sinir ağı

**Simge****Açıklama**

$^{\circ}C$	: Santigrat Derece
$C$	: Gökyüzü Yayıma Katsayısı
$F_s$	: Yüzeyle Gökyüzü Arasındaki Açısı
$I$	: Işınım
$I_b$	: Doğrudan ışınımın yüzeye dik olan bileşeni
$I_d$	: Doğrudan ışınım ( $W/m^2$ )
$I_{ed}$	: Eğik yüzeye gelen doğrudan ışınım ( $W/m^2$ )
$I_{et}$	: Eğik yüzeye gelen toplam ışınım ( $W/m^2$ )
$I_{ey}$	: Eğik yüzeye gelen yaygın ışınım ( $W/m^2$ )
$I_{gs}$	: Güneş Sabiti
$I_o$	: Atmosfer dışındaki yatay düzlemin birim alanına gelen, aylık ortalama günlük güneş ışınım enerjisi miktarı ( $MJ/m^2\text{gün}$ )
$I_t$	: Toplam ışınım ( $W/m^2$ )
$I_y$	: Aylık ortalama yaygın ışınım ( $W/m^2$ )
$I_{ya}$	: Eğik yüzeye gelen yansıyan ışınım
$n_{gün}$	: 1 Ocaktan itibaren olan gün sayısı
$R_d$	: Doğrudan Güneş Işınımı Eğim Faktörü
$s$	: Eğim açısı
$\delta$	: Deklinasyon Açısı
$\theta$	: Işın ile Yüzey Arasındaki Geliş Açısı
$\varphi$	: Enlem Derecesi
$\omega_s$	: Güneş saat açısı
$\rho$	: Yer in yansıtma katsayısını ifade eder.



# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### BAZI GAZLARIN SERA ETKİSİNİN GÜNEŞ PANELLERİNİN VERİMLİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

**Abdurrahman BATUR**

**Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**I. Danışman: Doç. Dr. Fevzi HANSU**

**II. Danışman: Prof. Dr. Naci GENÇ**

**2018, 34+x Sayfa**

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının birçok çeşidi bulunmaktadır. Bu kaynaklardan biri de güneştir. Türkiye, ülke olarak ciddi bir güneş potansiyeline sahiptir. Güneş enerjisi fotovoltaik paneller vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Fakat fotovoltaik güneş panellerinin bilinen en büyük sorunlarından biri de verimlerinin istenilen düzeyde olmamasıdır. Günümüzde kullanılan bu sistemlerin verimlerinin ortalama % 20-30 arasında olduğu bilinmektedir. Bu nedenle gün geçtikçe daha da geniş kullanım alanına sahip olan bu panellerin verimlerinin artırılması güncel bir problemi ortadan kaldıracaktır. Fotovoltaik panellerin verimliliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve kayıpları minimize edecek yeni yöntemlerin uygulanması, güneş panellerinin verimliliği açısından önemli bir gerekliliktir.

Bu çalışmada, fotovoltaik güneş panellerinin verimini doğrudan etkileyen önemli faktörlerden biri olan ve güneş paneli üzerine düşen ışığın şiddetini önemli ölçüde etkileyen bazı sera gazlarının fotovoltaik güneş panellerinin verimliliği üzerine olan etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Tasarlanan deney sisteminde gazların sera etkisine eşdeğer olabilecek bir gaz hücresi yapılmış ve panel üzerine boşluksuz olarak yerleştirilmiştir. Bu gaz hücresine belirli bir basınçta çeşitli sera gazları birbirinden bağımsız olarak doldurulduktan sonra güneşe maruz bırakılmıştır. Isısal kararlılık sağlandıktan sonra, her gaz türü için panelin zamana bağlı *akım-gerilim* değerleri ölçülerek hesaplama yöntemiyle güç grafikleri oluşturulmuş ve karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. Çalışma neticesinde, bazı sera gazlarının güneş panellerinin verimliliği üzerinde önemli etkileri olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Verimliliği, Fotovoltaik Paneller, Güneş Paneli, Sera Gazları.

## **ABSTRACT**

### **MSc. THESIS**

## **THE GREENHOUSE EFFECT OF SOME GASES ON SOLAR PANELS' EFFICIENCY**

**Abdurrahman BATUR**

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University  
The Degree of Master of Science  
In Electrical-Electronics Engineering**

**1<sup>st</sup>. Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fevzi HANSU  
2<sup>nd</sup>. Supervisor: Prof. Dr. Naci GENÇ**

**2018, 34+x Pages**

Today, there are many types of renewable energy sources. One of these sources is the sun. Turkey, as a solar country, has a serious potential of the sun. Solar energy can be converted to electricity by means of photovoltaic panels. However, one of the biggest known problems with solar batteries is that their efficiency is not at the desired level. It is known that the efficiency of these systems used today is on average of 10-15%. For this reason, increasing the efficiency of these batteries, which have an increasingly widespread use day by day, will eliminate the current problem. Determining the factors that affect the efficiency of photovoltaic panels to increase solar energy efficiency and applying new methods to minimize losses is an important requirement for the efficiency of solar panels.

In this study, the effects of some greenhouse gases on the efficiency of photovoltaic solar panels, which is one of the important factors directly, affecting the efficiency of the solar panels, which significantly affect the intensity of the light falling on the solar panel, have been experimentally investigated. In the designed test system, a gas cell, which can be equivalent to the greenhouse effect of the gases, was built and placed on the panel without voids. This gas cell has been exposed to the sun after being separately filled with various greenhouse gases at a certain pressure. After the thermal stability was achieved, the time-dependent current-voltage values of the panel are measured for each type of greenhouse gas and the time-dependent power graphs are generated by the calculation method and interpreted comparatively. As a result of the study, it was found that some greenhouse gases have significant effects on the efficiency of solar panels.

**Keywords:** Energy Efficiency, Photovoltaic Panels, Solar Panels, Greenhouse Gases.

## 1. GİRİŞ

Enerji; iş yapma kapasitesi anlamına gelir. Günümüzde uygarlığın ve bilgi toplumunun her alanda ihtiyaç duyduğu enerjinin önemi giderek artmaktadır. Teknolojik gelişmeler, popülasyon ve diğer unsurlara bağlı olarak enerji ihtiyacı gün geçtikçe daha belirgin hale gelmektedir. Söz konusu artış, ekonomik ve sosyal kalkınma açısından enerji kaynaklarının ne denli önemli olduğunu vurgulamaktadır. Sonlu enerji kaynaklarının tükenmesi durumu, toplumu yeni enerji kaynakları arayışına mecbur kılmıştır (Öztürk, 2012).

Günümüzde enerji ihtiyacının önemli bir kısmı petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının bir diğer adı da doğal enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtlar günlük yaşantımız içinde her alanda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yakıtlar, hem ucuz olmaları hem de üretim teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle yaygın bir kullanım alanına sahiptirler.

Enerji kaynaklarına olan ilgi ve enerji kaynaklarının giderek çeşitlenmesi sonucu kömüre olan ilgi zamanla petrol ve doğal gaza yönelmiştir. Ancak, 1973'te meydana gelen Petrol Krizi sonrasında araştırmacılar ve tüketiciler açısından bu tür enerji kaynaklarının da yeterince güvenli olmadıkları kanaatini oluşturmuştur. (Gürbüz, 2009). Bu sorunu aşmak için, dünya ülkeleri yeni enerji kaynaklarını keşfetmeye yönelik çalışmalara önemli ölçüde ağırlık vermişlerdir. Öte yandan fosil kaynaklarının çevreyi kirletme dereceleri göz önüne alındığında, bu kaynakların gelecek açısından çok da tercih edilemeyeceği gerçeğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu durum, yeni enerji kaynaklarının keşfedilme arayışını daha da hızlandırmış ve bu alandaki çalışmalara önemli bir ivme kazandırmıştır. (Özerdem, 2003).

Genel olarak ülkeler, gelişmiş bir sanayi yatırımına sahip olmak amacıyla daha çok enerji yatırımı yapmak zorundadırlar. Türkiye de gelişmiş ülkeler arasında önemli bir konuma sahip olan ülkelerden biridir. Buna paralel olarak her geçen gün artan ve konvansiyonel güç santrallerinden enerji üretimi sonucu ortaya çıkan hava kirliliği ve bu kirliliğin meydana getirdiği küresel ısınma miktarı, emisyon derecesi çok düşük olan yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi her geçen gün daha da arttırmış ve oldukça önemli bir konuma getirmiştir (Köse ve Özgür, 2003).

Fosil enerji kaynaklarına önemli bir alternatif olarak görülen yenilenebilir enerji kaynakları, insana ve çevreye duyarlılığıyla ön plana çıkmaktadır. Bu kaynaklar özetle, güneş, hidrolik, rüzgâr, jeotermal, biyokütle ve deniz enerjisi gibi doğal kaynaklı enerji kaynaklarıdır (Öztürk, 2013).

Güncel istatistiklere göre dünyamızın enerji ihtiyacının her yıl yaklaşık olarak % 4-5 oranında arttığı görülmektedir. Buna karşın, fosil enerji kaynakları ise her geçen gün çok daha hızlı bir şekilde tükenmektedir. Ayrıca, bu kaynaklar bir yandan tükenirken diğer yandan çevreye saldıkları karbonun havadaki oksijen ile birleşmesi sonucu CO<sub>2</sub> veya CO gazlarını oluşturarak atmosferi kayda değer oranda etkileyen bir sera etkisi meydana getirmektedirler. Bu etki sonucunda küresel ısınma meydana gelir. Bununla birlikte, fosil yakıtların içerisinde az miktarda bulunan kurşun, kükürt gibi zehirli elementler, yanma sıcaklığında oksijen ile birleşerek insan sağlığını önemli derecede tehdit eden bileşikler oluşturmaktadırlar (Mantar ve Karakılçık, 2010).

Son yıllarda yenilenebilir enerji sistemleri konvansiyonel enerji sistemleri ile birleştirilmiştir. Enerji ihtiyacı mümkün mertebe yenilenebilir enerji kaynakları ile sağlanmaya çalışılmaktadır (Kaymaz ve ark., 2010). Yenilenebilir enerji kaynaklarının bir diğer avantajları ise, sürekli ve sürdürülebilir olmasının yanı sıra dünyanın hemen her ülkesinde bulunabilmesi yönüyle önemli bir konuma sahiptir. Ayrıca çevre dostu enerji kaynaklarıdır. Günümüzde bu kaynaklar 21. yüzyılın favori enerji kaynakları olarak kabul edilmektedir (Kumbur ve ark., 2005).

Adından da anlaşılacağı üzere, yenilenebilir enerji kaynakları sürekli ve yenilenen yönleriyle birlikte çevre kirliliği oluşturmayan avantajlara sahiptirler. Diğer yandan kullanılabilir yöntemleri, taşınabilirlikleri ve dünyanın her yerinde kullanımlarının mümkün olamaması gibi bazı dezavantajları da söz konusudur. Günümüzde, yenilenebilir enerji üretiminde verimliliği arttırmaya yönelik çok çeşitli araştırmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir (Beyoğlu, 2011).

İstatistiki verilere göre Türkiye, 723 TWh'lik potansiyele sahip yenilenebilir enerji üretimiyle Avrupa'nın ikinci büyük gücü konumundadır. Bu üretim kapasitesi; güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, bioenerji ve fotovoltaik kaynaklardan elde edilen enerjinin toplamından oluşur ve bu toplam içerisinde solar enerjinin payı, teorik olarak 131 TWh'dir. Avrupa'nın günümüzde 3300 TWh olan yıllık enerji tüketimi 2050 yıllarına gelindiğinde, bu tüketimin

4000 *TWh/yıl* olacağı tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra, tüm avrupa ülkelerinde yenilenebilir enerjilerin üretilebilir teorik kapasitesi ise 5780 *TWh/yıl* olarak hesaplanmıştır. Bu durum, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekte ne kadar önemli bir konuma sahip olacağına bir göstergesidir (Dükkâncılar, 2010).

Ülkemiz yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından zengin bir ülkedir. Fakat bu potansiyelin verimli bir şekilde kullanıldığını söylemek pek de mümkün değildir. Özellikle güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir. Ancak güneş enerjisi uygulamalarının sayısı bu alana yönelik çalışmalar ne yazık ki yeterli seviyede değildir.

Yarıiletken güneş panelleri, foto emisif (ışığı soğuran) özellikleriyle güneş ışınlarını doğrudan elektriğe çeviren ve günümüzde yaygın kullanım alanına sahip olan yarıiletken bileşimli pillerdir. Fakat güneş pillerinin bilinen en büyük sorunlarından biri de veriminin istenilen düzeyde olmamasıdır. Günümüzde kullanılan bu sistemlerin verimlerinin ortalama % 20-30 arasında olduğu bilinmektedir. Bu nedenle gün geçtikçe daha da geniş kullanım alanına sahip olan bu pillerin verimlerinin artırılması güncel bir problemi ortadan kaldırmaktadır.

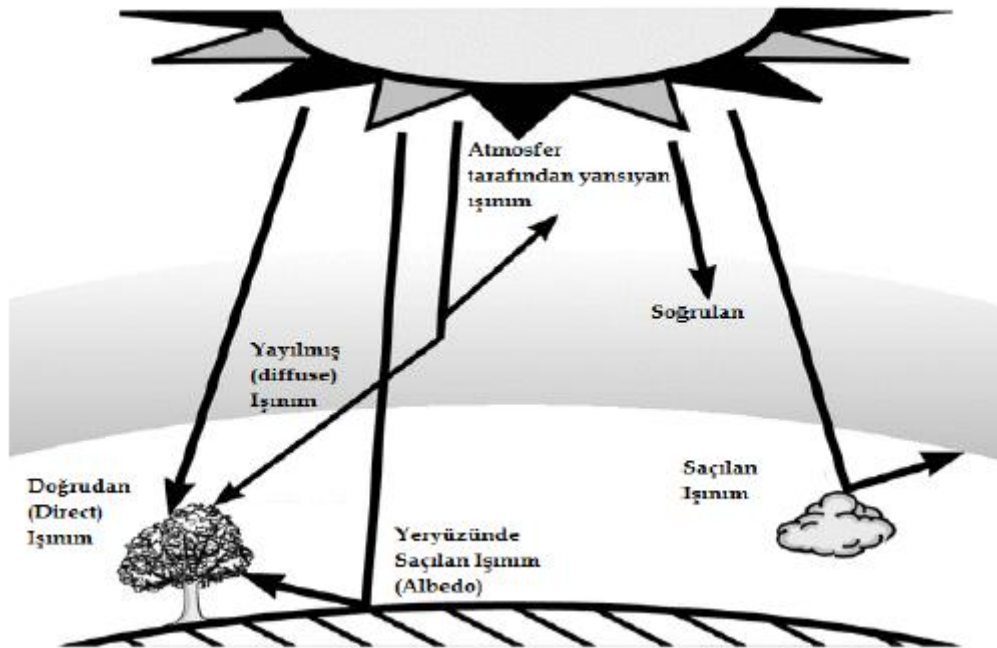
Güneş panellerinin verimlerini doğrudan etkileyen önemli parametrelerden birisi de atmosferik gazların sera etkisidir. Güneş ışınları, sera etkisi oluşturan bu gaz ortamlarından geçerek foto emisyon olayını gerçekleştiren güneş paneline varıncaya kadar belirli bir oranda zayıflamaya uğrarlar. Bu durum, güneş panelinin ürettiği enerjinin azalmasına ve bu pillerin verimlerinin doğrudan etkilenmesine yol açmaktadır. Bu tez çalışmasında, çevresel açıdan büyük avantajlar sağlayan yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması ve güneş pillerinden maksimum derecede verim alabilmek için atmosferik gazların oluşturduğu sera etkisinin güneş panellerinin verimliliği üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Yapılması planlanan çalışma ile güneş enerjisinden maksimum derecede verim elde etme planlanmakta ve çalışmanın gerçekleşmesi durumunda mevcut veya kurulması planlanan güneş santrallerindeki enerji verimliliğinin artırılması ve buna karşılık; kayıpların azaltılması konularında önemli bir açığı kapatması düşünülmektedir. Yapılan literatür araştırmalarına göre, güneş pilleriyle ilgili bir çok çalışma yapılmış ancak günümüzde kullanılmakta olan güneş pillerinin atmosferik gazların sera etkisine bağlı olarak verimlerinin ne derecede etkileneceği konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla tez çalışması bu yönüyle önemli bir yenilik içermekte ve özgün olabilecek niteliktedir.

## 1.1. Güneş Işınımı Hesaplama Yöntemi

Yeryüzüne ulaşan ışın miktarı; atmosferden geçtiği için yayma, soğurma, kalite ve doğrultu gibi çeşitli parametrelere bağlı olarak değişir. Mor ötesi ışınımlarda dalga boyları  $0,32 \mu m$ 'den küçük olanların enerji değeri yüksektir ve ozon tabakası tarafından soğurulduğu için yeryüzüne ulaşmaz. Mor ötesi ışınımlar canlılar üzerinde olumsuz etkiler bırakmaktadır. Eğik bir yüzeye gelen ışınımlar doğrudan ışınım, yaygın ışınım ve yansıyan ışınım olmak üzere üç bileşenden oluşur. Bu ışınımların her biri aşağıdaki başlıklar altında detaylı olarak açıklanmıştır (Öztürk, 2012).

### 1.1.1. Doğrudan Işınım Olayı

Doğrudan ışınım, güneşten yeryüzüne dik olarak gelen herhangi bir yayılmaya ve saçılmaya uğramayan, yön değiştirmeyen, dolaysız gelen ışınımdır. Güneşten gelen tüm bu ışınımların prensip şeması Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Işınım çeşitleri (Derse, 2014)

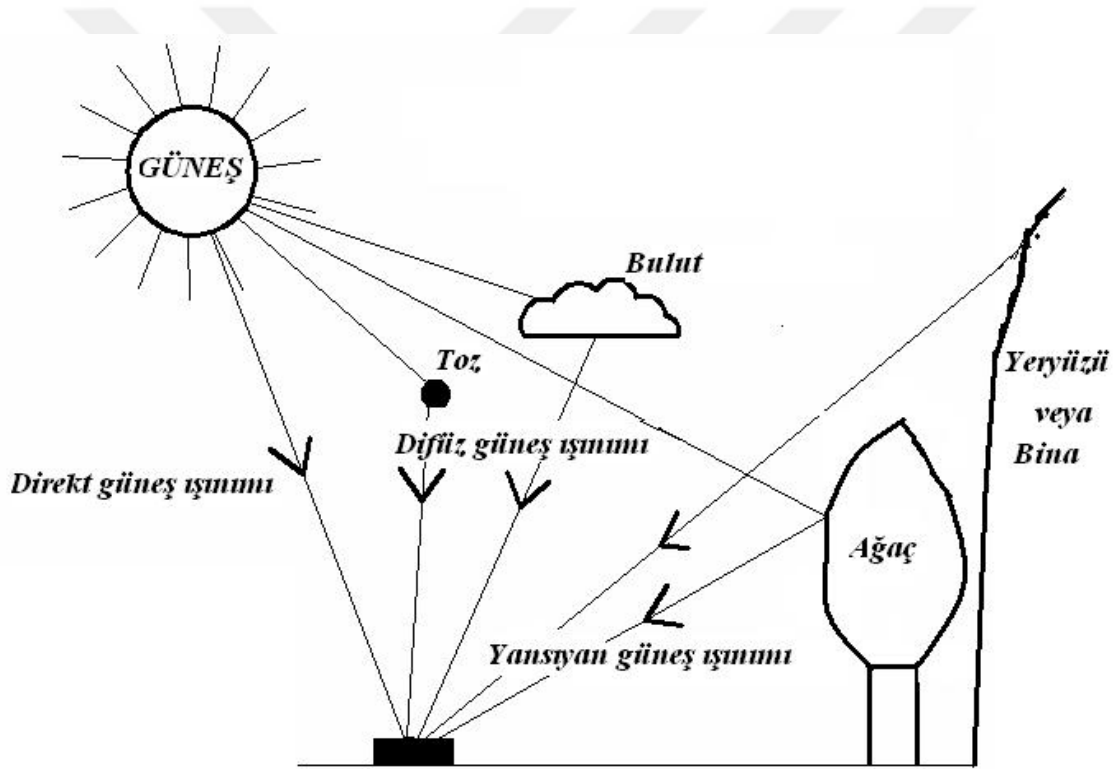
Bulutsuz bir günde yeryüzüne ulaşan toplam ışınımın %75-85'i doğrudan ışınımdır. Doğrudan ışınım spektrumu, önemli düzeyde ışınım dalga boyuna ve güneş zenit açısına bağlıdır. Doğrudan ışınım formülü aşağıdaki gibidir (Öztürk, 2012).

$$I_d = \frac{I_b}{\cos \theta} \quad (1.1)$$

Burada  $I_d$  ve  $I_b$  sırasıyla doğrudan ışınım ve doğrudan ışınımın yüzeye dik gelen bileşeni olup,  $\theta$  açısı ise ışın ile yüzey arasındaki geliş açısını göstermektedir.

### 1.1.2. Yaygın Işınım

Yaygın ışınım, atmosferden geçerken saçılmaya uğrayan ve yön değiştirmiş şekilde dolaylı olarak yeryüzüne ulaşan ışınım türüdür. Difüz radyasyon olarak da adlandırılır. Bulutlara, partiküllere veya su buharı gibi maddeler yaygın ışınımın oluşmasında etkilidir. Bu ışınımın basit gösterimi Şekil 1.2’de verilmiştir.



Şekil 1.2. Yaygın ışınımın prensip şeması (Bulut, 2009)

Doğrudan ışınımın aksine, yaygın ışınım vektörel bir büyüklük değildir. Bulutlu bir günde toplam ışınımın tamamı yaygın ışınım şeklindedir. Yaygın ışınım formülü aşağıdaki gibidir (Öztürk, 2012).

$$I_y = I_d . c . F_s \quad (1.2)$$

Burada  $I_y$  ve  $F_s$  sırasıyla yaygın ışınım ve yüzeyle gökyüzü arasındaki açı olup,  $C$  ise gökyüzü yayma katsayısını göstermektedir.

### 1.1.3. Toplam Işınım

Toplam ışınım, doğrudan ışınım ile yaygın ışınımın toplamından oluşur. Toplam ışınım formülü aşağıdaki gibidir.

$$I_t = I_d + I_y \quad (1.3)$$

Burada  $I_t$  ve  $I_d$  sırasıyla toplam ışınım ve doğrudan ışınım olup,  $I_y$  ise yaygın ışınımı ifade etmektedir.

Atmosfer dışında, yatay düzlemin birim alanına gelen anlık toplam ışınım aşağıda verilmiştir.

$$I_t = I_{gs} \left[ 1 + 0.034 C \cos \left( \frac{360 n_{gün}}{325.25} \right) \right] \quad (1.4)$$

$I_t$ =Atmosfer dışına gelen güneş ışınımı ( $W/m^2$ )

$I_{gs}$ =Güneş sabiti ( $W/m^2$ )

$n_{gün}$ =1 Ocak'tan itibaren gün sayısı

Atmosfer dışındaki yatay düzlemin birim alanına gelen, aylık ortalama günlük güneş ışınım enerjisi miktarı ( $I_o$ ,  $MJ/m^2gün$ ), aşağıda verilmiştir (Öztürk, 2013):

$$I_o = \frac{24}{\pi} I_t \left( \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s + \frac{\pi}{180} \omega_s \sin \varphi \sin \delta \right) \quad (1.5)$$

$I_t$ =Atmosfer dışına gelen güneş ışınımı ( $W/m^2$ )

$\varphi$ =Enlem derecesi

$\delta$ =Deklinasyon açısı



$\omega_s$ =Güneş saat açısı

Eğik yüzeye gelen yaygın ışınım formülü aşağıdaki gibidir:

$$I_{ey} = I_y \left[ \frac{1 + \cos(s)}{2} \right] \quad (1.6)$$

Eğik yüzeye gelen yansıyan ışınım formülü aşağıdaki gibidir:

$$I_{ya} = I_{t\rho} \left[ \frac{1 - \cos(s)}{2} \right] \quad (1.7)$$

Eğik yüzeye gelen toplam ışınım formülü ise aşağıdaki gibidir:

$$I_{et} = R_d (I_t - I_y) + I_y \left[ \frac{1 + \cos(s)}{2} \right] \quad (1.8)$$

Denklem (1.8)'deki  $R_d$  değeri, doğrudan güneş ışınımı eğim faktörüdür ve formülü aşağıda verilmiştir:

$$R_d = \frac{I_{ed}}{I_d} = \frac{\cos(\varphi - s) \cos(\delta) \cos(\omega) + \sin(\delta) + \sin(\varphi - s)}{\cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(\omega) + \sin(\delta) + \sin(\varphi)} \quad (1.9)$$

$I_{ey}$ = Eğik yüzeye gelen yaygın ışınım ( $W/m^2$ )

$I_{ed}$ = Eğik yüzeye gelen doğrudan ışınım ( $W/m^2$ )

$I_{et}$ = Eğik yüzeye gelen toplam ışınım ( $W/m^2$ )

$I_y$ = Aylık ortalama yaygın ışınım ( $W/m^2$ )

$I_t$ = Toplam ışınım ( $W/m^2$ )

$I_d$ = Doğrudan ışınım ( $W/m^2$ )

$s$ = Eğim açısı

$\rho$ = Yerin yansıtma katsayısını ifade eder.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bazı gazların sera etkisinin güneş enerjisi fotovoltaiik panellerin verimliliği üzerindeki etkisi ile ilgili konularda literatürde daha önce yapılmış olan çalışmalar tarihsel olarak aşağıda sıralanmıştır:

Cossu ve arkadaşları tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada, Avrupa'da bulunan bazı ticari *PV* sera tiplerinin güneş radyasyon dağılımı incelenmiş ve alınan veriler karşılaştırılmıştır. *PV* sera tasarımında kullanılan *PV* kapak oranı, sera yüksekliği ve yönlendirme, dama tahtası deseni gibi önemli parametreler ile güneş radyasyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, *PV* panellerinin serayı kapladığı alanın % 25, % 50, % 60 ve % 100 olduğu dört sera tipi kullanılarak gerekli analizler yapılmıştır. Sonuçlar, yıllık küresel radyasyonun her artan % 1.0'lık *PV* panel kaplama alanına karşılık % 0.8 azaldığı ve her bir ilave oluk yüksekliği metresi için bu değerin % 3.8 arttığını göstermiştir. Ayrıca, kuzey-güney yönlü dizilimin doğu-batı yönlü dizilime oranla radyasyonu % 24 arttırdığı sonucuna varılmıştır (Cossu ve ark., 2018).

Hassanien ve arkadaşları tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada yarı saydam bina entegre fotovoltaiiklerin (*BIPV*) enerji ve bitki üretimi için sera çatısına entegrasyonu incelenmiştir. Bu çalışmada üç modül, 30° yüzeye bakan bir eğim açısında, sera çatı alanının % 20'sine yerleştirilerek fotovoltaiiklerin bitki ve mikro iklim koşullarının gelişimi üzerindeki etkisi, sistemde üretilen enerji ve bu sistemin geri ödeme süresi belirlenmiştir. Sonuçlar, 170 W'lık bir tepe gücü ve % 8.25'lik bir verimliliğe sahip modüllerden yıllık elde edilen elektrik enerjisinin 637 kWh olduğunu, *PV* panellerin kullanılmasından kaynaklı oluşan gölgelenmenin altında yetişen bitkilerin boyu ile gölgelenmenin olmadığı alanda yetişen bitki boyları arasında önemli bir farkın olmadığını göstermiştir. Ayrıca *BIPV* altında güneş ışınımının azaltılması, açık günlerde polietilen kapaklardan % 35 -% 40 daha fazla olduğu belirlenmiş ve çalışma sonucunda geri ödeme süresi 9 yıl olarak belirlenmiştir (Hassanien ve ark., 2018).

Wang ve arkadaşları tarafından 2017 yılında Çin'de bulunan modern seralarda güneş enerjisinin kullanılmasının incelendiği bu çalışmada mevcut durum, karşılaşılan sorunlar ve beklentiler analiz edilmiştir. Bu çalışmada güneş serasının gelişmesine yönelik gerçekleşen ilerlemelerle birlikte ısı kaybının, gölgelenmenin ve zayıf ışık koşullarının etkilerini hafifletme

girişimleri anlatılmıştır. Sonuçlar, gelişmiş güneş teknolojisinin kullanımının daha iyi bir termal depolama, *PV* güç üretimi ve hafif kullanım dengesinden dolayı modern güneş seralarında güneş enerjisi kullanımının daha fazla teşvik edilmesinde etkili olduğunu göstermiştir (Wang ve ark., 2017).

Cossu ve arkadaşları tarafından 2017 yılında fotovoltaik seralarda ışık dağılımının hesaplandığı çalışmada istenilen bir zaman aralığında serada biriken radyasyon miktarının ölçülmesi için yeni bir algoritma sunulmuş ve bu algoritma *PV* panellerinin sera alanının % 50'sini kapladığı bir serada test edilmiştir. Çalışmada sera içinde belirlenen bazı gözlem noktalarından faydalanılarak doğrudan ve dağınık radyasyon değerleri hesaplanmıştır. Çatıda *PV* dizisi olan ve olmayan kümülatif yıllık global radyasyonun yüzdesi  $G_{GR}$  ile ifade edilmiş olup  $G_{GR}$ 'in plastik kapak altındaki bölgelerdeki kanopi yüksekliği ile artma gösterdiği (0.0 m'de % 59'dan 2.0 m'de % 73'e kadar) buna karşılık; *PV* kapağının altında bu değer azaldığı (0.0 m'de % 57'den 2.0 m'de % 40'a kadar) sonucuna varılmıştır. Ayrıca geliştirilen bu algoritmanın *PV* seralarına uygulanabileceği ve ışık gereksinimlerine göre en uygun bitkinin tanımlanabileceği sonucuna varılmıştır (Cossu ve ark., 2017).

Trypanagnostopoulos ve arkadaşları tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada bir çatı üstü fotovoltaik seranın performansı incelenmiştir. Bu çalışmada, sera çatısına yerleştirilmiş *PV* panellerden enerji üretimi ve bitki yetiştirme performansı değerlendirilmiştir. Çalışma için çatısında *PV* panel olan ve olmayan iki adet sera kullanılmıştır. Sonuçlar *PV* panellerin % 20'lik bir alanı kapladığı yerlerde oluşan gölgelenmenin altında bitki gelişiminin *PV* panel olmayan yerlerde yetişen bitki gelişimi ile karşılaştırıldığında bitki seviyelerinin aynı olduğu görülmüştür. Dolayısı ile fotovoltaiklerin sera yetiştiriciliğinin de küçük bir alanı kapsayacak şekilde kullanılmasının bitki gelişimini önemli ölçüde değiştirmeyeceği ancak bitki yetiştiriciliğinde önemli bir enerji katkısı sunacağı sonucuna varılmıştır. Aynı şekilde sera çatılarına *PV* panellerin montajı, sabit ve güneş izleme modları konuları da teorik olarak incelenmiştir. Kuzey-güney yönlü dönme ekseninin *PV* sistemi, daha yüksek elektrik çıkışı sağladığı, bunu doğu-batı yönlü eksenini ve sabit kurulu *PV* panellerinin takip ettiği tespit edilmiştir (Trypanagnostopoulos ve ark., 2017).

Khan tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada sera etkisi ve yeryüzünde katastrofik sorunların sebepleri ve bunların meydana getirdiği sonuçlar araştırılmıştır. Çalışmada Sanayi Devrimiyle birlikte atmosfere yayılan sera gazlarında büyük bir artış olduğu, bu artışın hem

dünya hem de burada yaşayan canlılar için olumsuz durumlar yaratabileceği vurgulanmıştır. Bununla birlikte sera etkisinin gezegen sıcaklığını çok fazla olmamakla birlikte arttırdığını ancak dünya ekosisteminin hem kırılgan bir yapıya sahip olması hem de küçük olmasının bu tür değişikliklerden önemli ölçüde etkilenebileceği belirtilmiştir. Ayrıca son 50 yıla bakıldığında, sıcaklık artışının neredeyse tamamının (% 100'ü ) sera gazlarının artmasına bağlı olarak gerçekleştiği ve karbondioksitin, sera etkisinin yarattığı küresel ısınmanın en büyük sebebi olduğu belirtilmiştir (Khan, 2016).

Zein ve Chehayeb tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada sera gazlarının dünya sıcaklığına olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada taşıtların, elektriğin ve endüstrinin yarattığı kirliliğin küresel ısınmanın en belirgin sebebi olduğu, bununla birlikte kullanılan taşıtların atmosfere saldığı gazların hem toprak hem de ortam sıcaklığında artışlara neden olduğu belirtilmiştir. Çalışmada küresel ısınmanın, azaltılabilecek sera gazları dâhil birçok etkenin sonucu olduğu açıklanmış ve hava kirliliğinin sera etkisi sonucu ortam sıcaklığını arttırdığı; bunun da yeryüzünde yaşayan canlı cansız tüm varlıkları doğrudan etkilediği vurgulanmıştır (Zein ve Chehayeb, 2015).

Fatnassi ve arkadaşları tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada fotovoltaiik sera mikro ikliminin sayısal simülasyonu yapılmıştır. Bu çalışma için çatılarına PV panel yerleştirilmiş iki farklı sera prototipi (Asimetrik ve Venlo tip) kullanılmış olup Hesaplamalı Akışkan Dinamik (CFD) modeli kullanılarak güneş radyasyonu dağılımı, termal hava, su buharı ve dinamik alanlar simüle edilmiştir. Çalışma için ayrıca PV paneller düz çizgi deseni ve dama tahtası şeklinde yerleştirilerek gerekli analizler yapılmıştır. Sonuçlar, solar radyasyon dağılımının Asimetrik seraya oranla Venlo serada daha eşit bir şekilde dağılım gösterdiği ve ortalama güneş radyasyon iletiminin Venlo serada ortalama % 46 iken, bu değer Asimetrik serada % 41.6 olduğunu göstermiştir. Ayrıca PV panellerin dama tahtası şeklinde yerleştirildiği serada güneş ışığının mekânsal dağılımının daha dengeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır ( Fatnassi ve ark., 2015).

Joudi ve Farhan tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada çatı üstü solar hava ısıtıcının kullanıldığı bir sera için iç hava ve toprak alt katman sıcaklıklarının tahmin edilmesi amacıyla dinamik bir model geliştirilmiş ve bu modelden faydalanılarak tahmin edilen tüm iç sıcaklıklar deneysel olarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar model yardımıyla elde edilen verilerin deneysel sonuçlarla uyduğunu ve ısı depolama alanlarının

en iyi olduğu yerlerin toprak alt katmanının 50 cm derinliğindeki yerler olduğu sonucuna varılmıştır (Joudi ve Farhan, 2015).

Yano ve arkadaşları tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada iki adet yarı saydam fotovoltaiik modül prototipi geliştirilmiştir. Bunlardan bir tanesinde ( $PV_1$ ) 108 mm x 90 mm'lik alanda  $cm^2$  başına 15.4 hücre olacak şekilde 1.8 mm çapa sahip kristal sikon 1500 adet küresel mikro güneş hücresi kullanılmış ve modül alanın % 39'u hücrelerle kapatılırken geriye kalan % 61'lik alan ise güneş ışığından faydalanmak için şeffaf bir şekilde tasarlanmıştır. İkinci modül ( $PV_2$ ) ise  $cm^2$  başına 5.1 hücre olacak şekilde 500 hücre kullanılmış ve hücrelerin modül alanının % 13'ünü kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Sonuçlar, hem gökyüzünden doğrudan gelen güneş ışınlarının hem de yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarının oluşturmuş olduğu 1213 W'lık güneş ışığı sayesinde en yüksek güç çıkışının  $PV_1$  için 501 mW olurken buna karşın; 1223 W'lık güneş ışığı sayesinde  $PV_2$  modülünün en yüksek güç çıkışının 202 mW olduğunu göstermiştir. 108 mm \* 90 mm'lik alandaki enerji dönüşüm verimliliğinin  $PV_1$  için % 4.5 iken bu değer  $PV_2$  modülü için % 1.6 olduğu görülmüştür. Ayrıca prototipi yapılan bu modüllerin yüksek elektrik üretimi ve düşük kış talebinin olduğu yüksek ışın bölgelerinde yer alan seralar için uygun olduğu ileri sürülmüştür (Yano ve ark., 2014).

Arif tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada Kaliforniya'da konut güneş sistemi ve bu sistemlerin kullanılmasının karbon emisyonlarının azaltılmasına olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada Kaliforniya'da güneş enerjisi kullanan hane sayısı, güneş enerjisi kullanan hanelerin azalttığı karbon emisyon yüzdesi, mevcut karbon emisyon oranının azaltılması için evlerinde güneş enerjisi tesisatı kurması gereken hane yüzdesi ve devletin emisyon azaltma politikalarında üzerinde durulması gereken hanelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuçlar, karbon emisyonlarının önemli derecede azaltılması için Kaliforniya'da evlerinde güneş enerjisi kullanan % 0,9'luk hane sayısının 2020'ye kadar % 60'lara çıkması gerektiğini vurgulamıştır. Bununla birlikte çalışmada, güneş enerji sisteminin yüksek maliyet nedeniyle hükümetin bu konuda subsidy and feed-in tariff gibi politikalarını uygulanması ve bu politikaların geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Arif, 2013).

Kıyan ve arkadaşları tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada sera uygulamaları için bir hibrit güneş ısıtma sistemi modellenmiş ve simülasyonu yapılmıştır. Bu çalışmada bir

hibrit güneş kollektör sistemi kullanılarak ısıtılan bir seranın termal davranışlarının incelenmesi için yeni bir matematik model geliştirilmiş olup; simülasyon için Matlab-Simulink programı kullanılmıştır. Şanlıurfa da bulunan bir seranın mevcut meteorolojik veriler ışığında ve hibrit güneş kollektör sistemi kullanılarak simülasyonun yıllık bazda yapıldığı bu çalışmada, fosil yakıt yerine hibrit güneş kollektör sisteminin kullanılmasının ekonomik açıdan uygulanabilir olmasıyla birlikte geri ödeme süresinin beklenenden biraz daha fazla sürebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca hibrit sistemin sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azalttığı ve geliştirilen bu simülasyonun güneş serası tasarımında kullanılabileceği ileri sürülmüştür (Kıyan ve ark., 2013).

Peng ve arkadaşları tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada, bazı güneş fotovoltaik sistemlerinin enerji geri kazanımı ve sera gazı emisyonları araştırılmıştır. Çalışmada mono kristal (mono-*Si*), çok kristalli (çoklu *Si*), amorf silikon (*Si*), *CdTe* ince film (*CdTe*) ve *CIS* ince film (*CIS*) yapıları bazı *PV* sistemlerinin sürdürülebilirlik, çevresel performans ve yaşam döngüsü (*LCA*) (Life-cycle assessments) karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, *CdTe* ince film yapıları *PV* sisteminin, düşük yaşam döngüsü enerji gereksinimi ve yüksek dönüşüm verimliliği nedeniyle enerji geri ödeme süresi (*EPBT*) ve sera gazı emisyonları (*GHG*) açısından diğerlerine oranla daha iyi bir çevresel performans sergilediği sonucuna varılmıştır (Peng ve ark., 2013).

Alonso ve arkadaşları tarafından 2012 yılında yapılan çalışmada çatısına fotovoltaik yerleştirilmiş bir seranın performansı analiz edilmiş ve modellenmesi yapılmıştır. Çalışmada İspanya'nın güneydoğusunda bulunan Almeria'da bulunan ve pilot fotovoltaik sera olarak bilinen bir seraya ait analizler sunulmuştur. Sera, % 9.79'lük kısmını kaplayacak şekilde iki farklı dama tahtası şekline sahip 24 esnek ince film modülünden oluşmaktadır. Sonuçlar yıllık enerji üretiminin önceki bulgularla benzer şekilde sera yeraltı yüzeyi için metrekare başına 8.25 *kWh* olduğu görülmüştür. Çalışmada ayrıca elektrik üretiminin anlık olarak tahmin edilebilmesi için yapay sinir ağları ile bir model geliştirilmiş ve bu modelin hem karmaşık hem de nonlineer sistemler için kullanımının uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Alonso ve ark., 2012).

Sumithira ve Kumar yaptıkları çalışmada, Hindistan'ın Tamilnadu yerleşkesinde aylık global güneş radyasyonu tahmini için ANFIS metodunu uygulamışlardır. Çalışmada farklı enlem ve boylam değerlerine sahip 31 ilçe için gerçek meteorolojik veriler kullanılmıştır.

Araştırmalarında ANFIS metodu ile diğer hesaplama tekniklerinin doğruluğunu karşılaştırmışlardır. Performans kriteri olarak RMSE, MBE ve  $R^2$  gibi parametreleri seşmişlerdir. Çalışmada sonuçlarını elde edebilmek için MATLAB 7.5.0.3402 (R2007) versiyonunu kullanmışlardır. Analizler sonucunda, elde edilen rakamlar doğrultusunda ANFIS metodunun diğer hesaplama metotlarından daha üstün olduğunu kanıtlamışlardır (Sumithira ve Kumar, 2012).

Yano ve arkadaşları tarafından 2010 yılında yapılan çalışmada doğu-batı yönelimli bir gotik kemerli seranın çatısına monte edilmiş ve farklı dizilişe sahip PV panellerin (atı alanının % 12.9'u donatılmış) gölgelendirme ve elektriksel özellikleri incelenmiştir. Çalışmada PV dizisi için düz çizgi ve dama tahtası şeklinde iki farklı geometrik düzenleme yöntemi kullanılmış ve bu iki farklı düzenleme için güneş işığının dağılımı ve alınan güneş işığı enerjisi değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, güneş işığı enerjisinin dama tahtası düzenlemesinde daha düzgün bir mekânsal dağılım gösterdiği buna karşın; seranın aldığı yıllık güneş işığı enerjisinin düz çizgi düzenlemesine oranla azaldığı sonucuna varılmıştır (Yano ve ark., 2010).

Taalas ve arkadaşları tarafından 2000 yılında yapılan çalışmada sera gazı ve halojenlerin gelecek yıllarda güneş UV radyasyon miktarına olan etkisi araştırılmıştır. Bulutluluk ve arazi yüksekliği gibi faktörlerin de göz önünde bulundurularak UV radyasyon değerlerinin hesaplandığı bu çalışmada GISS, UKMO ve DLR tarafından yürütülen kimya iklimi modelinde ozon tahminlerine dayanan UV senaryoları oluşturulmuştur. GISS Sonuçları 1979-1992 koşulları baz alındığında, 2010-2020 yılları arasında 60-90 N° bölgesinde % 90'lık artışın, 60-90 S° bölgesinde % 100'lk bir değere ulaştığı grlmştir. Ayrıca UV miktarının yıllık maksimum artışının Kuzey Yarım Küre için 2010-2020 için % 14, 2040-2050 arasında % 2 olacağı tahmin edilmektedir. Bu artışın Güney Yarım Küre için 2010-2020 yılları arası % 40, 2040-2050 yılları arasında ise % 27 olacağı tahmin edilmektedir (Taalas ve ark., 2010).

Solmaz ve arkadaşları, yapay sinir ağı kullanarak Türkiye'deki 6 il için günlük güneş radyasyonu tahmin çalışmasını yapmışlardır. Ağın eğitimi için momentumlu Geri-Yayılm ve standart Geri-Yayılm algoritmalarını kullanmışlardır. Çalışmada Antalya, Konya, Mersin, Muğla, şanlıurfa ve Sivas illeri için 1998 ile 2008 yılları arasındaki meteorolojik verileri kullanmışlardır. Enlem, boylam, yükseklik, gün sayısı ve ortalama hava sıcaklığı gibi verileri girdi parametresi olarak kullanırken, güneş radyasyonunu çıktı parametresi olarak

kullanmışlardır. Test için çeşitli mimariler kullanmalarına rağmen en iyi mimarinin 10 nöronlu gizli katman içeren 3 katmanlı ağ olduğunu tespit etmişlerdir. Hem gizli hem de çıkış katmanı için sigmoid aktivasyon fonksiyonunu kullanmışlardır. Hesaplamalar sonucunda YSA'nın kullanımında bağıl hatanın oldukça düşük olduğu ve Türkiye'de izleme istasyonlarının olmadığı yerlerde, YSA metodunun güneş radyasyonu potansiyelini ölçmek için kullanışlı olduğu kanısına varmışlardır (Solmaz ve ark., 2010).

Kalogirou tarafından 2004 yılında yapılan çalışmada evsel güneş enerji sistemlerinin çevresel faydaları araştırılmıştır. Çalışmada fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanan kirlilikle birlikte su ısıtma ve alan ısıtma için güneş enerji sistemleri kullanmanın sağladığı çevresel faydalar incelenmiştir. Sonuçlar güneş enerjisinin kullanımının atmosfer kirleticisi sera gazlarını önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Geleneksel bir sisteme kıyasla güneş enerjili evsel su ısıtma sistemi için elektrik veya dizel dönüştürmede tasarruf oranı % 80 iken, elektrik ve dizelde bu tasarrufun % 75 olduğu ve buna karşın; alan ısıtma ve sıcak su sistemi durumunda ise tasarrufun % 40 dolaylarında olduğu görülmüştür. Sistemlerin yaşam döngüsünün de değerlendirildiği bu çalışmada, güneş sistemlerinin üretimi ve montajı için harcanan enerjinin 1.2 yılda geri kazanıldığı ve güneş enerjisi sistemlerinin çevreye önemli ölçüde koruma sağladığı sonucuna varılmıştır (Kalogirou, 2004).

Krauter ve Rüther tarafından 2004 yılında yapılan çalışmada, fotovoltaik güneş enerjisi kullanımıyla birlikte sera gazı azaltılmasının hesaplanabilmesi için göz önünde bulundurulması gereken hususlar araştırılmıştır. Çalışma için Brezilya ve Almanya örnekleri kullanılmış olup karbondioksit yoğunluğu göz önünde bulundurarak PV sistemlerinin üretimi ve işletilmesi için farklı senaryolarda düşünülerek etkin  $CO_2$  azaltımları elde edilmiştir. Brezilya'da güneş *off-grid* uygulamalarıyla birlikte dizel jeneratörler yerine fotovoltaiklerin kullanılmasının sonucunda  $CO_2$  azaltımının 26,805  $kg/kW$  değerine ulaştığı görülmüştür. Çalışma sonucunda yerel ızgaraların bileşimleri ve PV grid enjeksiyonu sırasındaki  $CO_2$  yoğunlukları hesaplama durumunda göz önünde bulundurulması gereken hususlar olduğu, bununla birlikte gelecekte dikkat edilmesi gereken bir başka hususun da üretim yakıtı karışımı olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca gelecekte ince film gibi ileri teknolojilerin kullanılmasının düşünülmesi gerektiği belirtilmiştir (Krauter ve Rüther, 2004).



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Güneş enerjisinden maksimum verim elde edebilmek için fotovoltaik panellerin verimliliğini etkileyen unsurların incelenmesi ve kayıpları minimize edecek yöntemlerin uygulanması büyük önem arz etmektedir. Bu tez çalışmasında, sera gazlarının fotovoltaik panellerin verimliliği üzerine olan etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan deney sisteminin genel görüntüsü Şekil 3.1’de verilmiştir. Söz konusu deney sisteminde etiket değerleri resim üzerinde verilmiş olan 250 W gücünde ve boştaki 37.65 V çıkış gerilimine sahip olan Alfa marka, ASE60P250 tipinde, 19 kg ağırlığında ve % 15’lik verime sahip olan bir adet güneş paneli, panelin yerleştirildiği (tahta malzemedeki imal edilmiş) ayak sistemi, (anlık olarak gerilim ve akım ölçümleri için kullanılan) 2 adet AVO metre, 2 adet reosta ve çeşitli gaz tüpleri ve gaz basıncını ölçmek amacıyla kullanılan bir adet dijital manometre bulunmaktadır.



Şekil 3.1: Deney sisteminin genel görüntüsü

Atmosferik gazların oluşturduğu sera etkisinin güneş pili sisteminin verimliliği üzerindeki etkinliğini belirlemek amacıyla Şekil 3.2’de verilen ve özel olarak hazırlanmış vakumlanabilir özellikte ve saydam  $2x4\text{ mm}$  kalınlındaki cam plaka malzemedен üretilmiş olan kapalı bir gaz deposundan yararlanılmıştır. İstenilen koşulların sağlanabilmesi için güneş panelinin güneşe bakan üst yüzeyini tamamen kaplayabilecek şekilde olan ve sera etkisi oluşturabilen bir gaz tabakasına yaklaşık olarak eşdeğer olabilecek bir sistem ve bazı sera gazları kullanılmıştır. Gaz deposu güneş pilinin üst yüzey alanını tamamen örtebilecek boyutlarda ( $100x160\text{ cm}$ ) ve içerisine her defasında birbirinden bağımsız bir şekilde ( $P=3\text{ Bar}$  basıncında) farklı bir gaz doldurulabilecek özelliklere sahip olan kapalı bir hücre şeklinde tasarlanmış ve prototip imalatı yapılmıştır. Deponun sol üst ve sağ alt köşelerinde birer gaz *Giriş/Çıkış* terminalleri yer almaktadır. Tipik olarak bir çift cam sistemini andıran gaz deposu, ayrıca vakumlanabilir özellikte tasarlanmıştır.



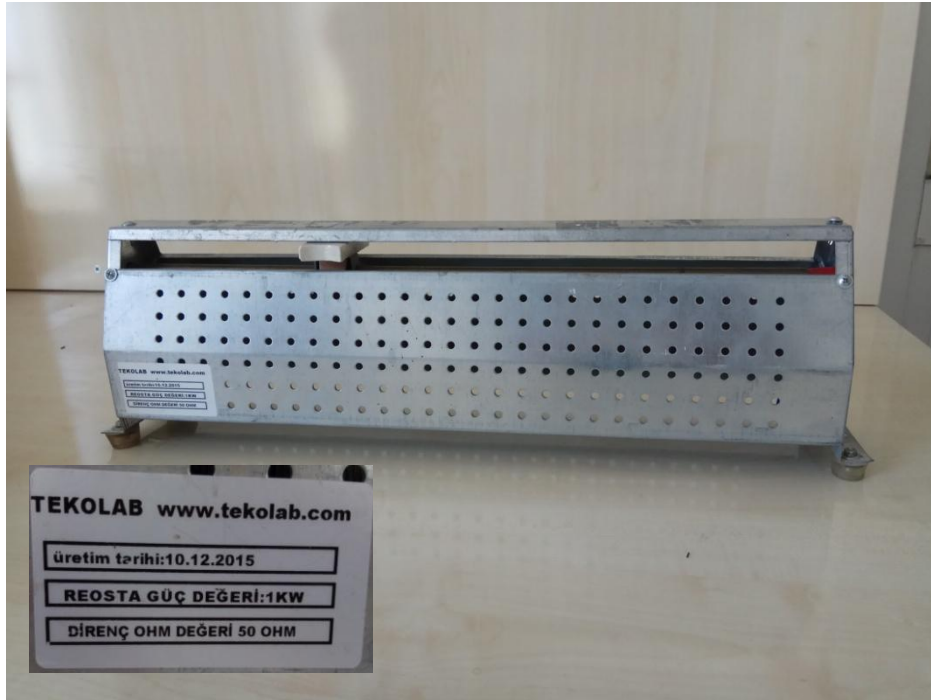
Şekil 3.2: Saydam cam malzemedен yapılmış olan gaz deposu görüntüsü

Deney sisteminde akım ve gerilim değerlerini anlık olarak ölçmek amacıyla iki adet dijital tip *AVOmetre* kullanılmıştır. Bu *AVOmetre*’lerden biri *Brymen* marka *BM805* tip (Gerilim ölçmek için) ve diğeri ise *Lucas Nülle* marka *LM2330 multi 13 S* tip (Akım ölçmek için) eş zamanlı olarak kullanılmıştır. Kullanılan dijital tip *AVOmetre*’lerin görüntüleri Şekil 3.3’te verilmiştir.



Şekil 3.3: Deney sisteminde kullanılan dijital tip AVOMETRE'lerin görüntüleri

Deney sırasındaki akım değerlerini ölçmek amacıyla birbirlerine seri olarak bağlanmış olan  $R=50 \Omega$  direncinde ve  $P=1 kW$  gücünde iki adet eş özellikli Tekolab marka reosta yük olarak kullanılmıştır. Bu reostanın görüntüsü ve etiket değerleri Şekil 3.4'te verilmiştir. Bu tip reostalar, seramik kalıp üzerine sarılmış olan Krom-Nikel alaşımli telden imal edilmiş olup dış gövdeleri metal sacdan üretilmiştir. Reostanın metal olan dış gövde sacı ise ısıyı doğal olarak deşarj etmek amacıyla delikli olarak imal edilmiştir.



Şekil 3.4: Deney sisteminde yük olarak kullanılan reostaların görüntüsü ve etiket değerleri

Deneyde kullanılan çeşitli sera gazlarına ait deney tüplerinin bazılarının görüntüleri ise Şekil 3.5'te verilmiştir. Deney tüpleri endüstriyel tip 50 L hacminde ve gazın türüne göre basıncı ayarlanabilir tip dedantör başlıklara sahiptirler.



Şekil 3.5: Deney sisteminde kullanılan çeşitli sera gazı tüplerinin görüntüleri

Deney sisteminde kullanılan sera gazlarının ortam basıncının uygun değerlerde ayarlanmasını sağlamak için *-30 ile 300 Bar* aralığında ölçüm yapabilen bir adet *WIKA* marka dijital tip manometre kullanılmıştır. Gaz deposunu vakumlamak amacıyla *Welch-ilmvac* marka *MPC302Z* tip teflon diyaframlı vakum pompası kullanılmıştır. Kullanılan vakum pompası ve manometrenin görüntüleri Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6: Deney sisteminde kullanılan vakum pompası ve dijital manometrenin görüntüleri

Sera gazlarının etkisinin son yıllarda artmasıyla birlikte küresel ısınma da buna paralel olarak gün geçtikçe önemli derecede artmaktadır ve bu durum neticede, dünyanın ortalama sıcaklığının artmasına yol açmaktadır. Dünyanın ortalama sıcaklığının artması, kutuplarda buzdağlarının erimesine yol açmakta ve bu da okyanuslarda su seviyesini yükselterek zamanla fırtınalar ve tsunamilere neden olmaktadır (Houghton, 2004).

Sera gazları dünya atmosferinden veya başka bir gezegen yüzeyinden yayılırlar. Atmosferdeki her gaz özellikle başka gazların dalga bantlarındaki belirli düzeydeki dalga boylarına karşılık gelen enerjiyi absorbe eder (emer). Emilen bu radyasyon miktarı her gazın türüne göre önemli ölçüde değişim gösterir ve bu değişim miktarı atmosferik açıdan, küresel ısınma potansiyeli olarak tanımlanır. Ancak, atmosferik olarak bilinen ve belirli bir dalga boyu sınırının üzerinde yansıtılan radyasyon miktarı emilmez (Eastwood ve Lipton, 2010).

Sera gazları, ışığı ve dolayısıyla enerjiyi absorbe eden gazlar olarak bilinir. Radyasyonu emen kısım ise gazı oluşturan bireysel gaz molekülleridir. Gaz molekülleri, absorbe ettikleri enerjiyi ise ortama radyasyon olarak salarlar. Enerjinin absorpsiyonu, ışığın atmosfere ve uzaya geçişi sırasında sadece uygun bir molekülle karşılaşması durumunda gerçekleşir. Bu nedenle, emilen enerji miktarı karşılaşılabilecek moleküllerin konsantrasyonuyla doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla, gazın konsantrasyonu ne kadar yüksek ise, ışının absorblayıcı moleküllerle çarpışma olasılığı o derece büyük olur. Bununla birlikte, gazın konsantrasyonunun artması, gazın sera etkisinin artması anlamına gelir. Bir gaz için kritik konsantrasyon seviyesine ulaşıldığında, içerisinden geçen belirli bir dalga boyundaki tüm radyasyon, bu gaz tarafından emilir.

Dünyadaki birçok gaz türü ve bunlardan en önemlileri olan su buharı ve karbondioksit gazları, sera etkisine önemli derecede katkıda bulunurlar. Sera gazı dünyanın yüzeyini ısıtarak küresel ısınmanın doğal sebebinin teşkil eder. Sera gazları genel olarak birkaç gazla temsil edilirler. Bunlar: su buharı ( $H_2O$ ), karbondioksit ( $CO_2$ ), azot oksit ( $N_2O$ ), metan ( $CH_4$ ), ozon ( $O_3$ ) ve kloroflorokarbonlar. Güneş enerjisi panelleri açısından bu gazlar, enerji üretiminin kaynağını oluşturan radyasyonu emerler. Sera gazlarının kaynağını oluşturan başlıca etmenler ise, Ormansızlaşma, Metan, otomotiv sanayisi ve santrallerden salınan karbondioksit, çeşitli insan faaliyetleri ve arazi kullanımındaki değişiklikler olarak sıralanabilir (Hansen, ve arkadaşları, 1999).

Güneşten gelen enerji ve ısının bir bölümü emildikten sonra, kalan kısmı atmosfere geri yansıtılır. Güneş enerjisinin çoğu, dünyanın atmosferindeki sera gazları tarafından tutularak ısıya dönüşür ve bu da küresel ısınmaya yol açar. Dünya atmosferindeki sera gazları tabakasından geçerek yeryüzüne ulaşan güneş ışınları ise, yarıiletken bileşenli güneş pillerine nüfuz ederek elektrik enerjisi üretimini gerçekleştirir. Dünyanın atmosferinde, sera gazları bir seradaki cam panellere benzer davranır. Güneş pillerine ulaşan güneş ışığının enerjisi, elektrofiziksel bir dönüştürme mekanizmasıyla elektrik enerjisine dönüştürülür ve çeşitli aşamalardan geçirilerek kullanıma sunulur. Sera etkisi aynı zamanda ışığın içeri girmesine izin veren, ancak ısıyı ve enerjiyi içeride hapseden bir özelliğe sahiptir. Dolayısıyla sera etkisi, güneş pilleri için hem panel yüzeyine düşen ışık miktarını engelleyerek panel verimini düşürmekte; hem de yeryüzündeki ortam sıcaklığını artırarak güneş pillerinin verimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Dünya atmosferinde sera etkisi oluşturan gazlar ile bu gazların atmosferde bulunma konsantrasyonları Tablo 3.1’de verilmiştir. Tabloda ayrıca, sera gazlarının atmosferde kalış süreleri de yer almaktadır.

**Tablo 3.1:** Sera etkisi oluşturan gazlar (Ahmad El Zein and Nour Chehayeb, 2015)

<b>SERA ETKİSİ OLUŞTURAN GAZLAR</b>			
<b>Adı</b>	<b>Formül</b>	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Kalış Süresi</b>
Nitrojen	$N_2$	% 78.084	$1.6 \times 10^7$ yıl
Oksijen	$O_2$	% 20.946	$3 \times 10^3 - 10^4$ yıl
Argon	Ar	% 0.934	-
Su Buharı	$H_2O$	% 0-4	10 yıl
Karbondioksit	$CO_2$	% $3.94 \times 10^{-2}$	20-150 yıl
Neon	Ne	% $1.818 \times 10^{-3}$	-
Helyum	He	% $5.24 \times 10^{-4}$	$10^7$ yıl
Metan	$CH_4$	% $1.79 \times 10^{-4}$	10 yıl
Kripton	Kr	% $1.14 \times 10^{-4}$	-
Hidrojen	$H_2$	% $5.3 \times 10^{-5}$	2 yıl
Azot Oksit	$N_2O$	% $3.25 \times 10^{-5}$	150 yıl
Karbonmonoksit	CO	% $5-25 \times 10^{-6}$	0.2-0.5 yıl
Ksenon	Xe	% $8.7 \times 10^{-6}$	-
Ozon	$O_3$	% $1-5 \times 10^{-6}$	Haftalar-Aylar
Nitrojendioksit	$NO_2$	% $0.1-5 \times 10^{-7}$	8-10 gün
Amonyak	$NH_3$	% $0.01-1 \times 10^{-7}$	5 gün
Sülfürdioksit	$SO_2$	% $0.003-3 \times 10^{-7}$	2 gün
Hidrojen-sülfid	$H_2S$	% $0.01-6 \times 10^{-8}$	0.5 gün

### 3.2. Yöntem

Güneş hücreleri (fotovoltaik hücreler), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Güneş hücreleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Hücrenin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir. Güneş ışığından elektrik elde edilen bir sistemde, *PV* hücresinin verimini, *PV* modülünün verimini ve sistemin verimini birbirinden farklı olarak anlamak gerekir. Güneş enerjisi, güneş hücresinin yapısına bağlı olarak % 15 ile % 30 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Sistemin verimini etkileyen önemli faktörlerden biri de güneş paneli üzerine düşen ışığın şiddetidir. Güneş enerjisinden maksimum verim elde edebilmek için fotovoltaik panellerin verimliliğini etkileyen unsurların incelenmesi ve kayıpları minimize edecek farklı yöntemlerin uygulanması günümüzde kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu noktadan hareketle tez çalışmamızda, fakültemizin Kimya Mühendisliği laboratuvarlarında mevcut olan bazı sera gazlarının fotovoltaik panellerin verimliliği üzerine etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

Deneysel çalışmanın her adımında ilk önce gaz hücresinin bir terminali sızdırmaz tıpa yardımıyla kapatılarak gerekli vakumlama işlemi yapılmıştır. Sonraki adımda ise, ortama her deney sırasında farklı bir gaz türü eklenerek güneş panelinin sabit ışık altında ürettiği enerjinin *Akım-Gerilim* değerleri ölçülmüş ve bu değerler anlık olarak kaydedilmiştir. Ortama gaz eklenirken gazın paneli soğutma etkisi ve gazın sera etkisini ayırt edebilmek amacıyla, ortama gaz ekleme işlemi bittikten sonra yaklaşık olarak 3-5 *dk.* beklenecek ortamın kararlılığı sağlandıktan sonra gerekli ölçüm işlemlerine başlanmıştır. Ölçüm işlemleri zamana bağlı akım ve gerilim ölçümleri şeklinde alınmış ve bu ölçümler kullanılarak hesaplama ( $P=U*I$ ) yoluyla güç değerleri belirlenmiştir. Daha sonra hesaplanan bu değerler kullanılarak zamana bağlı değişen güç grafikleri oluşturulmuş ve yorumlanmıştır. Deneysel sonuçların karşılaştırılmaları sırasında oluşabilecek hata oranlarının miktarlarını azaltmak veya yok etmek için, tüm deneylerde aynı hava koşullarını sağlamak amacıyla, ardışık günlerin aynı saat aralıklarında gerekli ölçümlerin alınmasına özen gösterilmiştir.

Tez çalışmasında kullanılan bu yöntemle, günümüzde çeşitli sera gazlarının etkilerinin ileri boyutlara ulaşması durumunun güneş panellerinin verimliliğine nasıl bir etki oluşturacağı, bu tür gazların gelecekte güneş panellerinin verimleri üzerinde ne tür sonuçlara yol açabileceğine dair tahminlerin yürütülmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

#### 4. BULGULAR

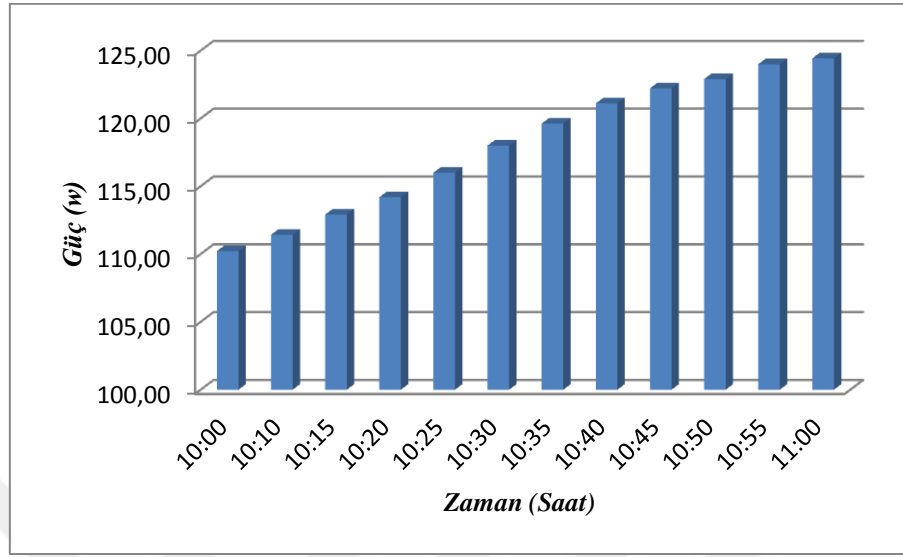
Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelir ve fotovoltaik paneller vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Güneş enerjisinin verimi arttırabilmek için fotovoltaik panellerin verimliliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve kayıpları minimize edecek yeni yöntemlerin uygulanması önemli bir gerekliliktir. Bu çalışmada, sistemin verimini etkileyen önemli faktörlerden biri olan ve güneş paneli üzerine düşen ışığın şiddetini doğrudan etkileyen bazı sera gazlarının fotovoltaik güneş panellerinin verimliliği üzerine olan etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

Sera gazları, atmosferde kızılötesi ışınları absorbe edebilen gaz bileşimleri olarak tanımlanabilir. Grup kuramı ve kuantum mekaniği, aynı tür iki atomun bağ yapmasıyla oluşan moleküllerin kızılötesi ışığı doğrudan soğuramayacağını iddia eder. Dolayısıyla atmosferde bol miktarda bulunan  $O_2$  ve  $N_2$  gazları sera etkisi oluşturmaz. Fakat ikiden fazla atom içeren moleküller veya farklı tür atomların bağ yapmasıyla oluşan iki atomlu moleküller sera etkisi oluşturabilir. Örneğin  $O_3$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ ,  $NO_2$  ve  $H_2O$  gibi gazlar, sera gazlarına örnek olarak verilebilir. Dünya'nın belirli oranda ısınmasına da katkıları olan bu gazların etkinlikleri, atmosferde bulunma miktarlarına ve kızılötesi ışığı soğurma derecelerine göre değişir. Söz konusu sera gazlarının güneş panellerinin verimlilikleri üzerine olan dezavantajları iki türdür. Bunlardan biri, yeryüzünden uzaya yayılan ısının (kızılötesi ışınım) bir kısmının yansıma yoluyla tekrar yeryüzüne dönmesini sağlayarak Dünya'nın ısınmasına ve dolayısıyla güneş panellerinin ısılarının artmasına yol açarak verimlerinin düşmesine neden olur. Diğer bir dezavantajları ise, atmosferde sera etkisi oluşturarak güneş panellerinin üzerlerine düşen ışık veya gölge miktarını etkileyerek verimlerinin düşmelerine doğrudan neden olur.

Bazı sera gazlarının güneş panellerinin verimliliği üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla gerekli deney sistemi kurulmuş ve referans değerleri belirlemek amacıyla deneysel olarak ilk ölçümler atmosferik koşullarda ve 2017 yılı Ağustos ayının ilk günlerinde alınmıştır. Alınan bu verilerin kullanılmasıyla oluşturulan *Zaman-Güç* grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere günün ilk ölçümleri *Saat: 10.00* itibariyle başlatılmış ve ortalama 5'er dakikalık periyotlarla *1 saat* boyunca gerekli ölçümler alınmıştır. Grafiğe göre, zaman ilerledikçe, panelin üretim gücünün de arttığı gözlenmiştir. Bu durum kullanılan

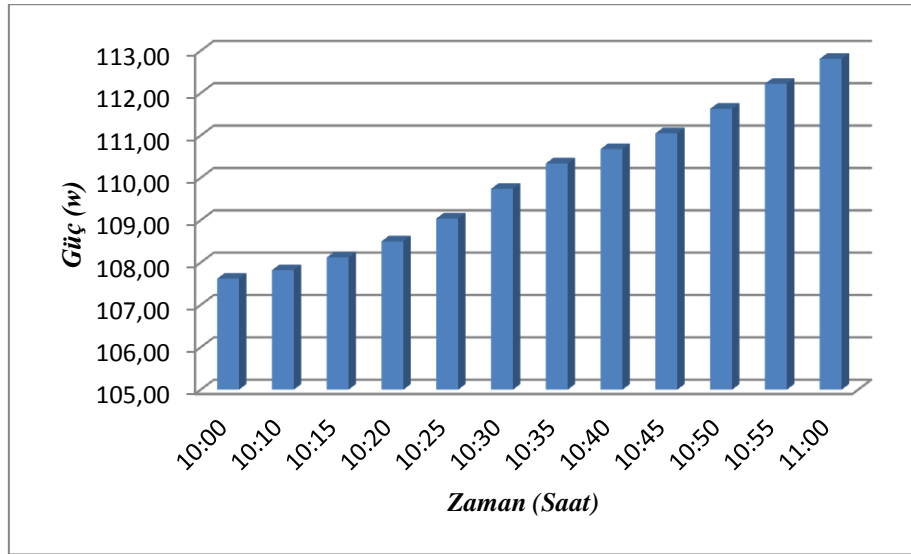


panelin sabit olarak konumlandırılması ve zaman geçtikçe güneş ışınlarının geliş açısının değişmesiyle açıklanabilir.



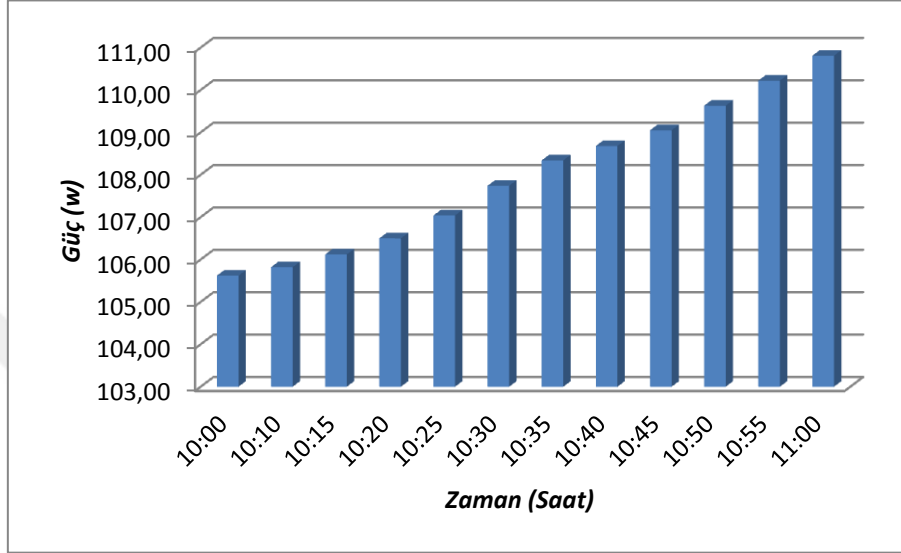
Şekil 4.1: Panelin, atmosferik koşullarda ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan Zaman-Güç grafiği

Panelin  $CO_2$  gazı ortamında alınan Zaman-Güç grafiği ise Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, aynı saat diliminde, örneğin Saat 10.25’te atmosferik ortamda ölçülen değerlere göre hesaplanan güç yaklaşık olarak  $P=115 W$  iken  $CO_2$  ortamında bu değer yaklaşık olarak  $P=109 W$  olduğu görülmüştür. Bu durum, sera gazının panel verimliliği üzerinde önemli bir etki oluşturduğunun açık göstergesidir.



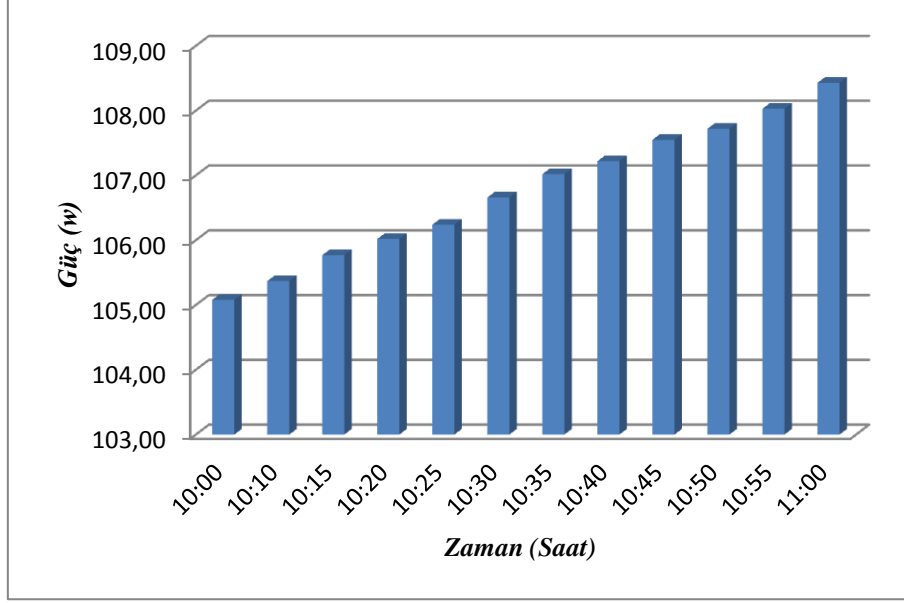
Şekil 4.2: Panelin,  $CO_2$  gazı ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan Zaman-Güç grafiği

Asetilen ( $C_2H_2$ ) gazı ortamında ölçülmüş olan verilere göre hesaplanmış olan panel güç değerlerinin zamana bağlı değişim grafiği ise Şekil 4.3'te verilmiştir. Grafikten görüldüğü gibi, aynı zaman dilimleri için hesaplanan güç değerleri  $CO_2$  gazı ortamına göre daha düşük değerlerde çıkmıştır. Grafikten de görüldüğü gibi asetilen gazının güneş panelleri açısından oluşturduğu sera etkisi karbondioksit gazına göre daha fazladır.



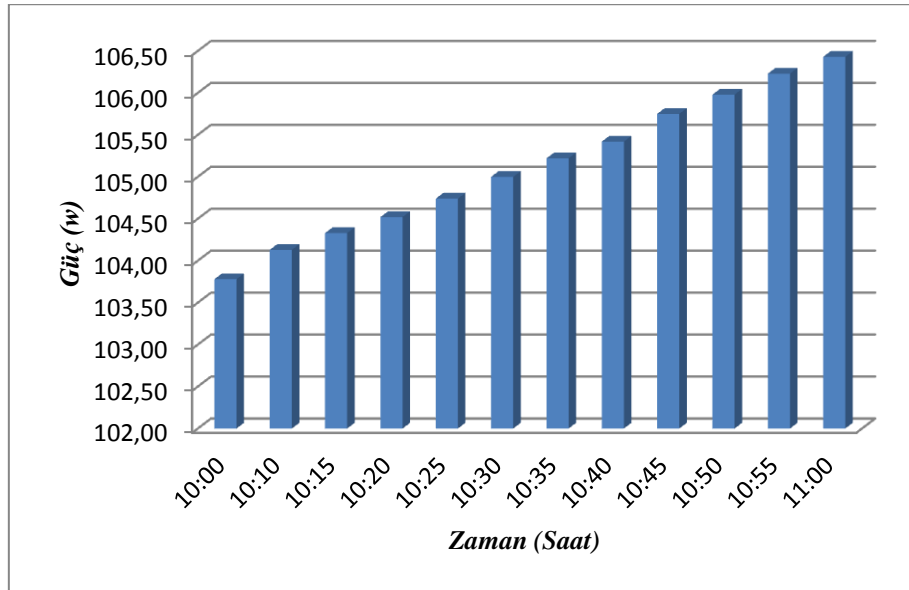
Şekil 4.3: Panelin, Asetilen ( $C_2H_2$ ) gazı ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan Zaman-Güç grafiği

Diazotoksit ( $N_2O$ ) gazı ortamında ölçülmüş olan verilere göre hesaplanmış olan panel güç değerlerinin zamana bağlı değişim grafiği ise Şekil 4.4'te verilmiştir. Grafikten görüldüğü üzere, aynı zaman dilimleri için hesaplanan güç değerleri  $C_2H_2$  gazı ortamına göre daha düşük değerlerde çıkmıştır. Diazotoksit gazının güneş panelleri açısından oluşturduğu sera etkisi asetilen ve karbondioksit gazlarına göre daha fazladır. Azot oksitleri atmosferin normal yapısı içerisinde bulunur fakat özellikle patlamalı dizel ve benzinli motorlarda yüksek sıcaklıkta yanma sonucu önemli miktarda oluşmaktadırlar. Genelde stokiyometrik orana yakın hava yakıt karışımlarında yanma sırasında ve çeşitli yanma reaksiyonları sonucunda  $N_2O$  oluşur.  $N_2O$  oluşumunu arttıran parametreler gazın sıcaklığı ve oksijen konsantrasyonudur. İçten yanmalı motorlarda yanma odasındaki sıcaklık  $1800\text{ }^{\circ}C$ 'nin üzerine çıktığında, hava içerisindeki azot ve oksijen kimyasal olarak birleşerek, azot oksit denilen, insan sağlığına ve çevreye zararlı bir gaz haline dönüşür Atmosfere diazotoksit salınımının yaklaşık üçte biri tarıma açık toprakların kullanımı, kimya sanayi ve büyükbaş hayvan yemleri yapımı sırasında gerçekleşmektedir. Bu sera gazlarının kaynakları egzoz gazları, fosil yakıtlar ve organik maddelerdir.



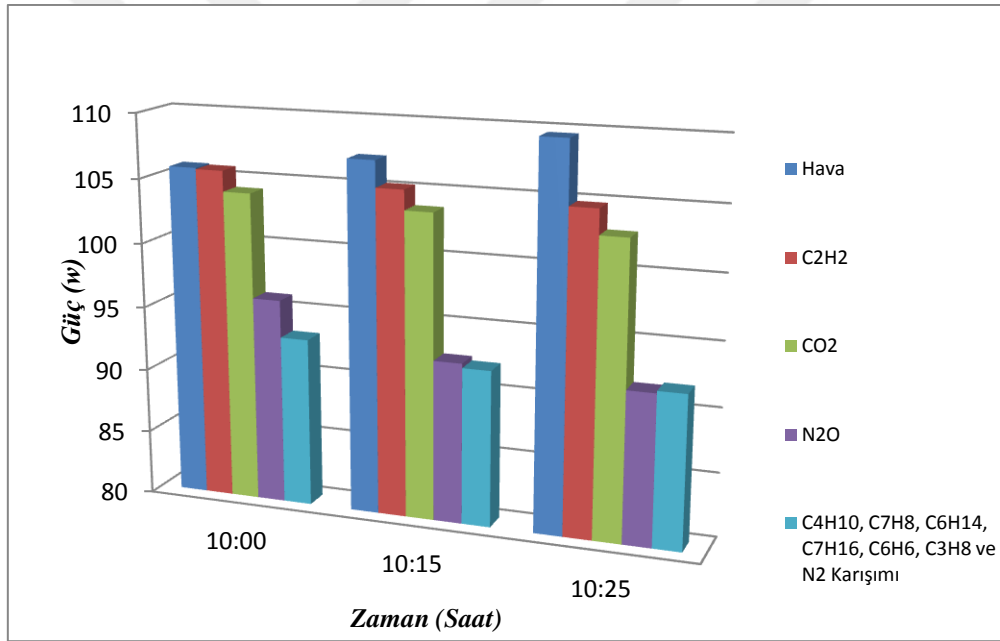
Şekil 4.4: Panelin, Diazotoksit ( $N_2O$ ) gazı ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan Zaman-Güç grafiği

Karma gazlar ( $C_4H_{10}$ ,  $C_7H_8$ ,  $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_3H_8$  ve  $N_2$  Karışımı) ortamında ölçülmüş olan verilere göre hesaplanmış olan panel güç değerlerinin zamana bağlı değişim grafiği ise Şekil 4.5'te verilmiştir. Grafikten görüldüğü üzere, aynı zaman dilimleri için hesaplanan güç değerleri diazotoksit ( $N_2O$ ) gazı ortamına göre daha düşük değerlerde çıkmıştır. Grafikten de görüldüğü gibi karma gazların ( $C_4H_{10}$ ,  $C_7H_8$ ,  $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_3H_8$  ve  $N_2$  Karışımı) güneş panelleri açısından oluşturduğu sera etkisi azot, asetilen ve karbondioksit gazlarına göre daha fazladır.



Şekil 4.5: Panelin, Karma gazlar ( $C_4H_{10}$ ,  $C_7H_8$ ,  $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_3H_8$  ve  $N_2$  Karışımı) ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan Zaman-Güç grafiği

Güneş panelinin, kullanılan tüm sera gazları ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan karşılaştırmalı *Zaman-Güç* grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekildeki grafik incelendiğinde, Saat 10.00'da yapılan ölçümde en yüksek gücün hava ortamında alındığı; en düşük gücün ise karma gazlar ( $C_4H_{10}$ ,  $C_7H_8$ ,  $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_3H_8$  ve  $N_2$  Karışımı) ortamında alındığı görülmektedir. Aynı zamanda hava ve asetilen gazı ortamlarında alınan güçler arasında kayda değer bir farkın olmadığı görülmüştür. Saat 10.15'teki ölçümde, en yüksek gücün yine hava ortamında alındığı; en düşük gücün ise karma gazlar ( $C_4H_{10}$ ,  $C_7H_8$ ,  $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_3H_8$  ve  $N_2$  Karışımı) ortamında alındığı görülmektedir. Ancak bu saatteki ölçümde hava ile asetilen gazı ortamlarında alınan güçler arasındaki farkın daha da arttığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, diazotoksit gazı ile karma gazlar ortamında alınan değerler arasındaki farkın da birbirine yaklaştığı görülmektedir. Böylece, ısınan havanın sera etkisi azalırken; ısınan azot gazının sera etkisinin artmış olduğu görülmektedir.



**Şekil 4.6:** Panelin, kullanılan tüm gazlar ortamında ölçülen değerlere göre hesaplanmış olan karşılaştırmalı *Zaman-Güç* grafiği

Saat 10.25'te alınan ölçümler incelendiğinde ise daha farklı bir durum söz konusu olmuştur. Bu durumda, daha da ısınan gazlar ile birlikte havanın sera etkisi azalmıştır ve alınan güç değeri daha fazla olmuştur. Asetilen ve karbondioksit gazları ise kararlılıklarını sürdürmüşlerdir ve sera etkileri sabit olarak kalmıştır. Diazotoksit gazı ise sıcaklığa bağlı olarak kararlılığını nispeten yitirmiştir ve sera etkisi az bir oranda artmıştır.  $C_4H_{10}$ ,  $C_7H_8$ ,  $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_3H_8$  ve  $N_2$  karışım gazları ise ilk dakikalarda az bir sera etkisi

oluştururken; zamanla sıcaklığın artışına bağlı olarak sera etkisi üstel bir fonksiyon şeklinde artmıştır. Bu durumda varılan sonuca göre sera etkisi sıcaklıktan en çok etkilenen gazın hava olduğu; en az etkilenen gazın ise karbondioksit gazı olduğu görülmüştür.

Havanın sera etkisinin sıcaklıktan daha fazla etkilenmesinin muhtemel nedeni, içerisinde çok çeşitli gazları farklı konsantrasyon oranlarında bulundurmasıdır. Isınan hava moleküllerinin genleşerek molekül aralıklarının artması sonucu, bu gazın ışığı geçirme oranı daha da artmaktadır. Dolayısıyla, gazların sera etkilerinin aynı zamanda mevsimsel sıcaklık değerlerine de bağlı olduğu söylenebilir. Benzer şekilde, yeryüzü sıcaklık değerlerinin rakımla olan ilişkisinin gazların sera etkisinin de bir fonksiyonu olabileceğini söylemek mümkündür. Ayrıca kullanılan gazların sera etkisinin, gazın konsantrasyonu açısından da değerlendirilmesinin gerekli olduğunu ve güneş panellerinin verimliliği açısından önemli bir yere sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Sera etkisinin güneş panelleri açısından diğer bir açıklaması ise, güneşin enerjisini ve sıcaklığını yakalayan metan, su buharı, azot oksit ve karbondioksit gibi bazı sera gazlarının ısıyı tuzaklaması sonucu dünya atmosferinin sıcaklığını yükseltmesidir. Bu gazların sera etkisi ne kadar artarsa, ortamın ısı da buna bağlı olarak kayda değer ölçüde artar. Bunun sonucunda, dünyanın ortalama sıcaklığı da artmış olur. Ortam ısısındaki bu artış, yeryüzündeki yarıiletken güneş panellerinin de belirli bir oranda ısınmasına ve buna karşın; elektriksel verimlerinin önemli ölçüde düşmesine yol açar.

Tez çalışmasıyla ilgili deneysel ölçümler alınırken, bol güneşli ve sıcak bir ay olan Ağustos ayı seçilmiştir. Ölçümlerdeki hata oranlarını en aza indirmek amacıyla, deneylerin ardışık günlerin aynı saatlerine denk gelecek şekilde yapılmasına özen gösterilmiştir.

Küresel ısınma ve buna bağlı kaynakların çevreye verdiği zararları bir başka açıdan ele almış olan bu çalışmanın, gelecekteki toplumlarda etkili bir çevre bilinci oluşturacağı beklenmektedir. İnsanların bilinçsizce doğaya verdiği zararın enerji verimliliği açısından tehlikeli boyutlara ulaştığını açıkça ortaya koymuş olan bu tez çalışmasının, gelecekte daha temiz ve sağlıklı bir dünyaya sahip olmamız yönüyle yeni çalışma alanlarına anahtar olabilecek bir nitelik kazanması beklenmektedir.

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, güneş panellerinin verimini doğrudan etkileyen önemli faktörlerden biri olan ve güneş paneli üzerine düşen ışığın şiddetini önemli ölçüde etkileyen bazı sera gazlarının fotovoltaik güneş panellerinin verimliliği üzerine olan etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda alınan veriler doğrultusunda varılan sonuçlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere fotovoltaik panellerin verimi, artan sıcaklığa bağlı olarak düşmektedir. Sera gazlarının dış ortam sıcaklığını artırıcı etkisi olduğundan dolayı fotovoltaik panellerin ısınmalarına yol açarak verimliliğini düşürmektedir.
- Sera gazları, atmosferde sera etkisi oluşturarak güneş panellerinin üzerlerine düşen ışık veya gölge miktarını etkileyerek verimlerinin düşmelerine doğrudan neden olur.
- Gün içerisinde zaman ilerledikçe, panelin üretim gücünün de arttığı gözlenmiştir. Bu durum kullanılan panelin sabit olarak konumlandırılmasından dolayı zaman geçtikçe güneş ışınlarının geliş açısının değişmesinin bir sonucudur.
- Deneysel çalışmalar sonucunda, sera gazlarının panel verimliliği üzerinde önemli bir etki oluşturduğu görülmüştür.
- Saf azot gazının güneş panelleri açısından oluşturduğu sera etkisi asetilen ve karbondioksit gazlarına göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Ayrıca, gazın saflığının ve konsantrasyonunun sera açısından önemli bir etken olduğu görülmüştür.
- Yapılan deneysel çalışmalarda, sera etkisi sıcaklıktan en çok etkilenen gazın hava olduğu; en az etkilenen gazın ise karbondioksit gazı olduğu görülmüştür.

### 5.2. Öneriler

Konuyla ilgili gelecekte yapılması muhtemel çalışmalar olarak; gazların sera etkilerinin mevsimsel sıcaklık değerlerine bağlılıklarının araştırılması isabetli olacaktır. Ayrıca, yeryüzü sıcaklık değerlerinin rakımla olan ilişkisinin gazların sera etkisinin bir fonksiyonu olabileceğine dair araştırmaların yapılması gerekir. Kullanılan gazların sera etkilerinin, gazların konsantrasyonları açısından da incelenmesinin isabetli olacağı düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Aktaç, M. Y., 2016. Rüzgâr Güç Yoğunluğunun Yapay Sinir Ağı İle Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, *Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Siirt, 49-50.
- Alonso-P. j., Garcia-P, M., Romero M. P. and Ferre A.J., 2012. Performance Analysis and Neural Modelling of a Greenhouse Integrated Photovoltaic System, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 4675–85.
- Arif, M. S., 2013. Residential Solar Panels and Their Impact on the Reduction of Carbon Emissions Mashail, *Reduction of Carbon Emissions using Residential Solar Panels*, 1–18.
- Berber, N., Boru, A., 2013. Adaptif ağ yapısına dayalı bulanık çıkarım sistemi ile hava tahmini, *Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği*, 13.
- 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, 2.
- Bulut, H., 2009. Bina enerji analizi ve güneş enerji sistemleri için eğimli yüzeylere gelen toplam güneş ışınım şiddeti değerlerinin hesaplanması, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, Tepekule, İzmir, 437.
- Caudill, M., 1987. Neural Network Primar Part 1, *AI Expert*, December, pp47.
- Chand, S. Lan, M., 1990. Neural Network Augmented Control for Nonlinear Systems, *Proc. of the 29th Conf. CDC*, Honolulu, HI, 1732-1734.
- Cossu, M., Cossu, A., Ledda, L., Li, Z., Fatnassi, H., Poncet, C. and Yano, A., 2018. Assessment and Comparison of the Solar Radiation Distribution inside the Main Commercial Photovoltaic Greenhouse Types in Europe, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 94(July), 822–34.
- Cossu, M., Ledda, L., Urracci, G., Sirigu, A., Cossu, A., Murgia, L., Pazzona, A. And Yano, A., 2017. An Algorithm for the Calculation of the Light Distribution in Photovoltaic Greenhouses, *Solar Energy* 141, 38–48.
- Çakıt, E., 2008. El Becerisine Etki Eden Faktörlerin Değerlendirilmesine Yönelik Bulanık Mantık Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 52-53.
- Derse, M. S., 2014. Batman'ın İklim Koşullarında Eğimli Düzleme Gelen Güneş Işınımının Farklı Açılış Değerlerinde Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bingöl-Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Batman, 7.
- Doğan, O., 2012. Talep Tahmininde Sinirsel Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Yöntemi (ANFIS) Kullanımı Ve Yalın Yapay Sinir Ağı Metodu ile Karşılaştırmalı Bir Uygulama, Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir, 52-72.

- Dükkancılar, Ş., 2010. Yenilenebilir enerji kaynakları ve elektriği depolamak, *Solar Future 2010 Bildiriler Kitabı*, 168-172.
- Eastwood R, Lipton M. (2010). The impact of changes in human fertility on poverty. *J Dev Stud* 1999;36:1-30
- Elmas, Ç., 2003. Bulanık mantık denetleyiciler, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara.
- Elmas, Ç., 2003. Yapay Sinir Ağları, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara. Sayfa: 192.
- Elmas, Ç., 2011. Yapay Zeka Uygulamaları (Yapay Sinir Ağları-Bulanık Mantık-Genetik Algoritma) (2.Baskı), *Seçkin Yayıncılık*, Ankara
- Ergezer, H., Dikmen, M., ve Özdemir, E., 2003. Yapay sinir ağları ve tanıma sistemleri, *Pivolka*, 6, 14-17.
- Fatnassi, H., Poncet,C., Bazzano, M. M., Brun, R. and Bertin, N., 2015. A Numerical Simulation of the Photovoltaic Greenhouse Microclimate, *Solar Energy* 120,575–84.
- Grossberg, S., 1986. The Adaptive Brain I: Cognition, Learning, Reinforcement and Rhythm, and The Adaptive Brain II: Visions, Speech, Language and Motor Control, *Elsevier*, Amsterdam.
- Gürbüz, A., (2009). Enerji piyasası içerisinde yenilenebilir (temiz) enerji kaynaklarının yeri ve önemi, 5. *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, Karabük.
- Ham, M., F., Kostanic, I., 2001. Principles of Neurocomputing for Science and Engineering, *Mcgraw – Hill Companies*, New York, USA.
- Hamzaçebi, C., 2011. Yapay Sinir Ağları: tahmin amaçlı kullanımı Matlab ve Neurosolutions uygulamalı, *Ekin Basım Yayın Dağıtım*, Bursa, 133.
- Hansen J, Ruedy R, Glascoe J, Sato M. 1999 GISS analysis of surface temperature change. *J. Geophys. Res.* 104, 30997.
- Hassanien, R. H. E., Li, M. and Yin F., 2018. The Integration of Semi-Transparent Photovoltaics on Greenhouse Roof for Energy and Plant Production, *Renewable Energy* 121, 377–88.
- Haykin, S., 1999. Neural networks: A comprehensive foundation, *Prentice-Hall Inc. (2nd ed.)*, Englewood Cliffs, NJ.
- Hopfield, J. J., 1982. Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective.
- Houghton.J. (1997). *Global Warming: The Complete Briefing*. New York: Cambridge University Press.
- Jang, J.-S. R. 1993. ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 23, (3): 665-685.



- Jang, J.-S.R., Sun, C.-T., Mizutani, E., 1997. Neuro- Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence, *First Edition, Prentice Hall*, 614s.
- Joudi, K. A. and Farhan, A. A. 2015. A Dynamic Model and an Experimental Study for the Internal Air and Soil Temperatures in an Innovative Greenhouse, *Energy Conversion and Management* 91, 76–82.
- Kalogirou, S. A., 2004. Environmental Benefits of Domestic Solar Energy Systems, *Energy Conversion and Management* 45(18–19), 3075–92.
- Katiyar, K., Kumar, A., Pandey, C. K., Das, B., 2010. A comparative study of monthly mean daily clear sky radiation over India, *International Journal of Energy and Environment* 1: 177–182.
- Kaypmaz, C., Yıldırım, T., Tırıs, M., Gülbahar, L., 2010. Pv üretim teknikleri – temel bileşenler, *Solar Future 2010 Bildiriler Kitabı*, 50-54.
- Kendall, M. G., Stuart, A., 1963. The Advanced Theory of Statistics, *Griffin Pres.*, London.
- Khan, Z. A., 2017. Causes and Consequences of Greenhouse Effect & Its Catastrophic Problems for Earth, *International Journal of Sustainability Management and Information Technologies*, 3(4), 34-39.
- Kiyan, M., Bingöl, M., Melikoğlu, M. and Albostan, A., 2013. Modelling and Simulation of a Hybrid Solar Heating System for Greenhouse Applications Using Matlab/Simulink, *Energy Conversion and Management* 72, 147–55.
- Kocabaş, Ş., 1999. Yapay Zekâ Ders Notları, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul.
- Kohonen, T., 1987. State of the art in neural computing, *IEEE First International Conference on Neural Networks*, Vol. 1, pp. 79-90.
- Köse, R., Özgür, M. A., 2003. Dumlupınar Üniversitesi kampus alanında rüzgâr enerjisi potansiyelinin araştırılması, *DPÜ Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı 5, 187-196.
- Krauter, S. and Rütther, R., 2004. Considerations for the Calculation of Greenhouse Gas Reduction by Photovoltaic Solar Energy *Renewable Energy*, 29(3), 345–55.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, D. H., Avcı, E. D. 2005. Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Bildiriler.
- L. El Zein, A. and Chehayeb N.A., 2015. The Effect of Greenhouse Gases on Earth’s Temperature, *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 3(2), 74-79.
- Mantar, S., Karakılçık, M., 2010. Güneş havuzunda güneş ışığının teorik olarak depolanmasının incelenmesi, *Solar Future 2010 Bildiriler Kitabı*, 156-158.

- Mc Culloch, W. S., Pitts, W.H., 1943. A logical calculus of the ideas immanent in neural nets, *Bull., Math., Biophys., Mechanisms, Spartan Boks*, Washington DC-USA, 5, 115-133.
- Minsky, M.L., Papert, S.A., 1969. *Perceptron*, Expanded Edition, Cambridge, *MIT Pres*.
- Özçalık, H.R., Uygur, A.F., 2003. Dinamik Sistemlerin Uyumlu Sinirsel- Bulanık Ağ Yapısına Dayalı Etken Modellenmesi, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 6(1): 36-46.
- Özerdem, B., 2003. Türkiye’de rüzgâr enerjisi uygulamalarının gelişimi ve geleceği, Türkiye 9.Enerji Kongresi, *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi*, İzmir, 65-73.
- Öztemel, E., 2003. Yapay Sinir Ağları, *Papatya Yayıncılık*, İstanbul.
- Öztemel, E., 2006. Yapay Sinir Ağları, *Papatya Yayıncılık Eğitim*, İstanbul.
- Öztemel, E., 2012. Yapay Sinir Ağları, *Papatya Yayıncılık*, İstanbul.
- Öztürk, H. H., 2013. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 28-32.
- Peng, J., Lu,L. and Yang, H., 2013. Review on Life Cycle Assessment of Energy Payback and Greenhouse Gas Emission of Solar Photovoltaic Systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 19, 255–74.
- Rosenblatt, F., 1962. Principles of Neuradynamics: Perceptrons and The Theory of Brain.
- Rumelhart, D. E., Mc Clelland, J.L., 1986. PDP Research Group, Paralel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, *MIT Pres*, Cambridge.
- Sağıroğlu, Ş., Beşdok, E. ve Erler, M., 2003. Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-I Yapay Sinir Ağları, *Ufuk Kitap Kırtasiye-Yayıncılık Tic. Ltd. Şti.*, Kayseri.
- Saraç, T., 2004. Yapay Sinir Ağları, *Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Seminer Projesi*, Ankara.
- Solmaz, Ö., Kahramanlı, H., Kahraman, A., Özgören, M., 2010. Prediction of daily solar radiation using anns for selected provinces in turkey, *International Scientific Conference*, 19 – 20 november 2010, Gabrovo.
- Sumithira, T.R., Kumar, A.N., 2012. Prediction of Monthly Global Solar Radiation Using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Technique Over the State of Tamilnadu (India): a Comparative Study, *Applied Solar Energy*, 2012, Vol. 48, No. 2, pp. 140–145.
- Şen, Z., 2004. Yapay sinir ağları ilkeleri, *Su Vakfı yayınları*.
- Taalas, P., Kaurola, J., Kyllie, A., Shindell, D., Sausen R., Dameris, M., Grewe, V., Herman, J., Damski, J., Steil, B., 2000. The Impact of Greenhouse Gases and Halogenated Species on Future Solar UV Radiation Doses, *Geophysical Research Letters*, 27(8), 1127–30.

- Toktaş, İ., 2003. Mekanik sistemler için bir kavramsal tasarım modelinin geliştirilmesinde yapay sinir ağlarının kullanılması, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 24-26.
- Trypanagnostopoulos, G., Kavga, A., Souliotis, M. and Tripanagnostopoulos, Y. , 2017. Greenhouse Performance Results for Roof Installed Photovoltaics, *Renewable Energy* 111, 724–31.
- Url-10 <<http://www.intechopen.com/>>, [Ziyaret Tarihi: 10 Haziran 2016].
- Url-11 < [http://jdcruzan.tripod.com/DCWeb\\_LinearFunctions](http://jdcruzan.tripod.com/DCWeb_LinearFunctions)>, [Ziyaret Tarihi: 10 Haziran 2016].
- Url-12 <<http://radio.feld.cvut.cz/matlab/toolbox/nnet/logsig.html>>, [Ziyaret Tarihi: 10 Haziran 2016].
- Url-13 <[http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/24154/7/08\\_chapter%203.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/24154/7/08_chapter%203.pdf)>, [Ziyaret Tarihi: 20.06.2016].
- Url-3 <<http://www.solarcellcentral.com/>>, [Ziyaret Tarihi: 3 Haziran 2016].
- Walia, N., Singh, H., Sharma, A., 2015. ANFIS: Adaptive neuro-fuzzy inference system- a survey, *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 123 – No.13, 32-38
- Wang, T., Wu, G., Chen, J., Cui, P., Chen, Z., Yan, Y., Zhag, Y., Li, M., Niu, D., Li, B. and Chen, H., 2017. Integration of Solar Technology to Modern Greenhouse in China: Current Status, Challenges and Prospect, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 70, 1178–88.
- Widrow, B., Hoff, M., 1960. Adaptive Switching Circuits, *Ire Wescon Convention Record*, 4, 96-104.
- Yano, A.,Kadowaki, M.,Furue, A.,Tamaki, N.,Tanaka, T.,Hiraki, E.,Kato, Y.,Ishizu, F., Noda, S., 2010. Shading and Electrical Features of a Photovoltaic Array Mounted inside the Roof of an East-West Oriented Greenhouse, *Biosystems Engineering* 106(4), 367–77.
- Yano, Akira, Onoe, M. and Nakata, J., 2014. Prototype Semi-Transparent Photovoltaic Modules for Greenhouse Roof Applications, *Biosystems Engineering* 122, 62–73.
- Yurtoğlu, H., 2005. Yapay Sinir Ağları metodolojisi ile öngörü modellemesi: bazı makroekonomik değişkenler için Türkiye örneği, *DPT Uzmanlık Tezleri*, DPT 2683.
- Yücel, A., Güneri, A. F., 2010. Application of adaptive neuro fuzzy inference system to supplier selection problem, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 224-234.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Abdurrahman BATUR  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Eruh, 16.08.1976  
**Telefon** : 0 532 463 62 79  
**E-posta** : abdurrahmanbatur@hotmail.com

### EĞİTİM

<u>Derece</u>		<u>Bitirme Yılı</u>
Lise	: Eruh Lisesi, SİİRT	1994
Üniversite	: İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,	2002

### İŞ DENEYİMLERİ

<u>Yıl</u>	<u>Kurum</u>	<u>Görevi</u>
2004-2013	TEDAŞ Siirt İl Müdürlüğü	Elektrik-Elektronik Mühendisi
2013-Devam	DHMI Siirt Havalimanı	Elektrik-Elektronik Mühendisi

**UZMANLIK ALANI:** Elektrik Tesisleri

**YABANCI DİLLER:** İngilizce (Başlangıç seviyesi)