

AĞUSTOS 2024

Yüksek Lisans Tezi - Ürün Geliştirme Ve Tasarım Mühendisliği

VAHDETTİN BAĞCI

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK ARTTIRICI
PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÜRÜN GELİŞTİRME VE TASARIM MÜHENDİSLİĞİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

VAHDETTİN BAĞCI
AĞUSTOS 2024

GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK ARTTIRICI PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gaziantep Üniversitesi

Ürün Geliştirme ve Tasarım Mühendisliği

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Sibel BAYIL OĞUZKAN

Vahdettin BAĞCI

Ağustos 2024



©2024[Gaziantep Üniversitesi]

**GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK ARTTIRICI
PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

başlıklı bu çalışma, **Vahdettin BAĞCI** tarafından hazırlanmış ve yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Gaziantep Üniversitesi Ürün Geliştirme ve Tasarım Mühendisliği'nde** Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Çiğdem AYKAÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

Prof. Dr. Züleyha DEĞİRMENCİ
Ürün Geliştirme ve Tasarım Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Doç. Dr. Sibel BAYIL OĞUZKAN
Danışman, Tıbbi Hizmetler Ve Teknikler
Gaziantep Üniversitesi

.....

Sınav Tarihi: 20 Ağustos 2024

Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Züleyha DEĞİRMENCİ
Gaziantep Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Sibel BAYIL OĞUZKAN
Gaziantep Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Halim AVCI
Kilis 7 Aralık Üniversitesi

.....

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilmek suretiyle tezde yer aldığını beyan ederim.

Vahdettin BAĞCI

ABSTRACT

EVALUATION OF EFFICIENCY-ENHANCING PARAMETERS IN SOLAR ENERGY SYSTEMS

BAĞCI, Vahdettin

M.Sc. in Product Development and Design Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sibel BAYIL OĞUZKAN

August 2024

56 pages

Solar energy systems have become preferable compared to other energy systems due to the ease of system installation and the length of time Turkey receives solar power during the year. Even if the sunbathing period has a high efficiency for Turkey, there are many different parameters that affect the system efficiency. By preventing these situations that cause energy loss in the system, more efficient energy production and use can be realized. In this study, the parameters affecting the efficiency of solar energy systems were evaluated. Factors that reduce the efficiency of the system and prevent further energy gain have been identified. Pollution affecting efficiency loss, hot spot formation, inverter effect, placement of the panel with incorrect tilt, PID(Potential Induced Distortion) effect were examined, and the analysis and test results related to these situations were examined. As a result of the test conducted by washing analysis, an increase in electricity production by 10.18% was observed after washing. After the study conducted to determine the effect of the air cycle, it was observed that the production difference between the panels installed at a height of 10 cm from the ground and at a height of 25 cm was 13.31% greater at 25 cm. Efficiency-reducing factors were minimized with washing, prevention of ghosting, thermal camera control, inverter selection, tilt control and the performance values of the installed system were increased.

Key Words: Solar Energy, Efficiency, Energy Loss.

ÖZET

GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK ARTTIRICI PARAMETRELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

BAĞCI, Vahdettin

Yüksek Lisans Tezi, Ürün Geliştirme ve Tasarım Mühendisliği

Danışman: Doç. Dr. Sibel BAYIL OĞUZKAN

Ağustos 2024

56 sayfa

Güneş enerji sistemleri sistem kurulumunun kolaylığı ve Türkiye'nin yıl içinde güneş alma süresinin uzunluğu nedeni ile diğer enerji sistemlerine kıyasla tercih edilir hale geldi. Güneşlenme süresi Türkiye için yüksek verime sahip olsa bile sistem verimini etkileyen birçok farklı parametreler olmaktadır. Sistemde enerji kaybına sebep olan bu durumların önüne geçerek daha verimli enerji üretimi ve kullanımı gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada güneş enerji sistemlerinde verimliliği etkileyen parametreler değerlendirilmiştir. Sistemin verimini düşüren ve daha fazla enerji kazanımı sağlanmasına engel olan etkenler tespit edilmiştir. Verim kaybına etki eden kirlilik, hot spot oluşumu, inverter etkisi, panelin yanlış eğim ile yerleştirilmesi, PID(Potansiyel Kaynaklı Bozulma) etkisi incelenmiş olup bu durumlar ile ilgili analiz ve test sonuçları incelenmiştir. Yıkama analizi ile yapılan test sonucu elektrik üretiminde yıkama sonrası %10.18 oranında bir artış gözlemlenmiştir. Hava çevriminin etkisinin tespiti için yapılan çalışma sonrası yerden 10 cm yükseklik ve 25 cm yükseklikte kurulan paneller arasında üretim farkının 25 cm de %13,31 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Verim düşürücü etkenler yıkama, gölgelenmenin engellenmesi, termal kamera ile kontrol, inverter seçimi ve eğim kontrolü ile minimize edilmiştir ve kurulan sistemin performans değerlerinin artması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Verimlilik, Enerji Kaybı.



"Canum aileme"

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan, Gaziantep Üniversitesi öğretim üyelerinden danışman hocam, sayın Doç. Dr. Sibel BAYIL OĞUZKAN'a sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Örneklerin toplanmasında, preparasyonunda ve teşhislerinde desteklerini benden esirgemeyen değerli iş arkadaşlarıma ve eğitim sürecine başlanmasına vesile olan ve süreç içerisinde destekleyen idari amirlerime çok teşekkür ederim.

Çalışma süresince beni hep destekleyen ve güvenen çok sevdiğim biricik annem ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ABSTRACT	i
ÖZET	ii
İTHAF.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SEMBOLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	xii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	2
1.2 Önceki Çalışmalar	3
BÖLÜM 2 ENERJİ ÇEŞİTLERİ VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİ	4
2.1 Elektrik Enerjisinin Gelişimi-Tarihçesi Ve Üretim Bilgileri	4
2.2 Türkiye ve Dünyada Yenilenebilir Enerji.....	5
2.2.1 Hidrolik Enerji.....	5
2.2.2 Jeotermal Enerji.....	6
2.2.3 Güneş Enerjisi	6
2.2.4 Biyokütle Enerjisi.....	13
2.2.5 Rüzgâr Enerjisi	14
BÖLÜM 3 GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIMI	15
3.1 Dünyada Güneş Enerjisinin Gelişimi.....	15
3.1.1 Tarihçe	15
3.2 Güneş Enerjisinin Kullanıldığı Alanlar	18
3.2.1 Elektrik Üretimi.....	18
3.2.2 Sıcak Su Üretimi	18

3.2.3 Ulaşım	18
3.2.4 Sulama Sistemleri.....	18
3.2.5 Uzay Araştırmaları	18
3.3 Milattan Önce Güneş Enerjisi Kullanımı	19
3.3.1 Güneş Saatleri.....	19
Eski uygarlıklar zamanın akışını güneş saatlerini kullanarak ölçmüşlerdir. Gökyüzünde güneşin bulunduğu konuma, yapılara düşürdüğü gölgeye bakarak gün içerisinde vakit tayini yaparak saati belirlemişlerdir.[25, 67]	19
3.3.2 Güneş Işığından Isınma	19
3.3.3 Güneş Enerjisi ile Pişirme	19
3.4 Güneş Enerjisi ile Buharlı Makineler.....	19
3.5 Güneş Enerjisinin Kullanımı ve Gelişimi.....	20
3.5.1 Güneş Enerjisi ile Su Isıtma	20
3.5.2 Fotovoltaik Etki	20
3.5.3 Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretimi	20
3.5.4 Güneş Hücreleri ve Fotovoltaik Teknolojisi	20
3.5.5 Uzay Uygulamaları	21
3.5.6 Yenilenebilir Enerji Politikaları	21
3.5.7 Ticari Güneş Enerjisi Santralleri	21
3.6 Enerji Sektöründe Güneş Enerjisinin Günümüzdeki Yeri	22
3.6.1 Türkiye’de Güneş Enerjisi	23
BÖLÜM 4 STANDARTLAR	24
4.1 PV Modüller için Standartlar.....	24
4.1.1 TS EN 61215	24
4.1.2 IEC 62804.....	24
4.1.3 IEC 61730.....	24
4.1.4 Multi-Busbar.....	25
4.2 İnverterler İçin Standartlar	25

4.2.1 EN 62019	25
4.2.2 IEC 62116.....	25
4.2.3 EN 50530	26
4.2.4 IEC 61727	26
4.2.5 TS EN/IEC 60068	27
4.2.6 TS EN/IEC 61683	27
4.2.7 IEC 62109.....	27
4.2.8 IEC 61727	27
4.3 Mekanik Konstrüksiyon İçin Standartlar	28
4.3.1 EN AW 6063	28
4.3.2 TS EN 12020	28
4.3.3 TSE EN 755.....	29
4.3.4 TSE EN 10204.....	29
4.3.5 QUALICOAT	30
4.3.6 QUALANOD	30
4.3.7 CE.....	30
4.4 Kablo İçin Standartlar	31
4.4.1 TS HD 604 S1	31
4.4.2 TS IEC 60502	31
4.5 Elektrik Panoları İçin Standartlar	31
4.5.1 IEC/EN 61439	31
4.5.2 IEC/EN 62208	32
4.5.3 IEC/60529.....	32
4.5.4 IEC 61641.....	32
4.5.5 IEC 60068.....	33
4.5.6 IEEE-693/2005.....	33
4.5.7 IEC 60364.....	33

4.5.8 IEC 62305.....	33
4.5.9 IEC 60071.....	34
4.5.10 IEC 61869.....	34
4.5.11 IEC 62446.....	35
4.6 Diğer Standartlar	35
4.6.1 TS 13381 Yenilenebilir Enerji ile Elektrik Üretim Standartı	35
4.6.2 TS EN ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi Standartı.....	35
4.6.3 TS ISO 45001 İş Sağlığı Ve Güvenliği Sistemleri Standartı	36
BÖLÜM 5 GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİ.....	37
5.1 Güneş Enerji Sistemleri Çeşitleri	37
5.1.1 Arazi Güneş Enerji Sistemleri	37
5.1.2 Çatı Güneş Enerji Sistemleri	37
5.1.3 Tarımsal Sulama İçin Güneş Enerji Sistemleri	38
5.2 GES Kurulumu İçin Gerekli Malzeme Ve İşlemler	38
5.3 Güneş Enerji Sisteminde Üretim Kaybına Sebep Olacak Etkenler	43
5.4 GES Panelleri İçin Yıkama Analizi	43
5.5 GES Panelleri İçin Yükseklik Analizi	47
BÖLÜM 6 SONUÇ	49
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ	56

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Ülkelere Göre Dünyada Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü Listesi	8
Tablo 2.2 Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü. 11	
Tablo 3.1 Günümüzde Güneş Enerjisinden En Çok Fayda Sağlayan Ülkeler.....	22
Tablo 5.1 Panel yıkama öncesi elektrik üretimi	44
Tablo 5.2 Panel yıkama sonrası elektrik üretimi	44
Tablo 5.3 10 cm yükseklik elektrik üretimi	47
Tablo 5.4 25 cm yükseklik elektrik üretimi	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü	1
Şekil 3.1 Arşimentin güneş ışığını roma ordularına karşı kullandığı tasvir.....	16
Şekil 3.2 Mouchot'un parabolik aynası	16
Şekil 3.3 Frank Shuman'ın çalışması.....	17
Şekil 5.1 Panel kurulumu öncesi iskelet sistemi (Gaziantep, 2024)	39
Şekil 5.2 Panel kurulumu öncesi iskelet sistemi (Gaziantep, 2024)	40
Şekil 5.3 Panel kurulumu öncesi iskelet sistemi (Gaziantep, 2024)	40
Şekil 5.4 Panel kurulumu (Gaziantep, 2024)	41
Şekil 5.5 Panel kurulumu (Gaziantep, 2024)	41
Şekil 5.6 Kurulum sonrası paneller (Gaziantep, 2024).....	42
Şekil 5.7 Yıkama öncesi panel (Gaziantep, 2024)	46
Şekil 5.8 Yıkama sonrası panel (Gaziantep, 2024).....	46
Şekil 5.9 Ölçüm verilerinin alındığı Scada sistemine ait ekran görüntüsü.....	48

SEMBOLLER LİSTESİ

α	Alfa
β	Beta
Ω	Ohm
π	Pi



KISALTMALAR LİSTESİ

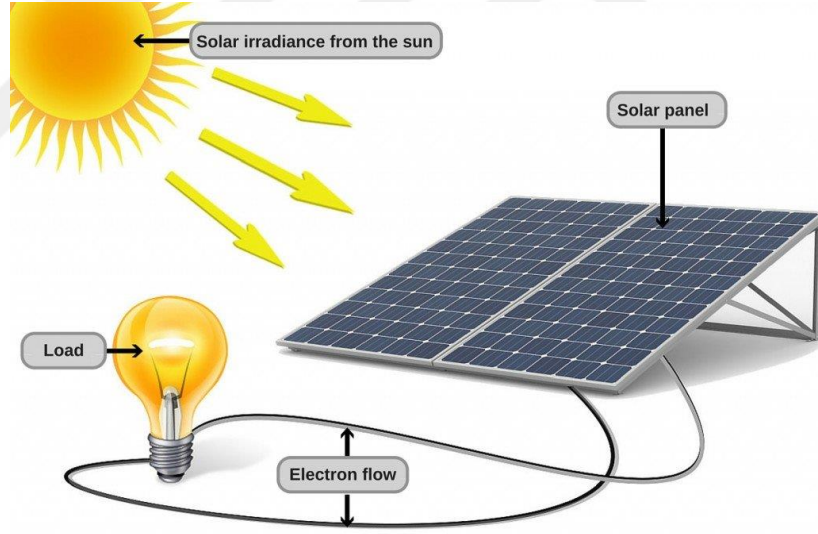
AC	Alternatik Akım
DC	Doğru Akım
kWh	Kilowatt Saat
MW	Megawatt
GW	Gigawatt
kWp	Kilowatt Peak



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Güneş çapı 1,39 milyon kilometre olan ve dünyaya ortalama mesafesi 150 milyon kilometre uzaklıkta bulunan, sıcak gazların oluşturduğu bir gaz kütesidir. Güneşin yüzeyindeki sıcaklık yaklaşık olarak 6000 °C dolaylarında bir sıcaklığa sahip olduğu görülmektedir. Güneşin sahip olduğu enerjiden dünya üzerine ulaşan güneş enerjisinin minimal bir kısmı bile insanların ihtiyaç duyduğu enerji ihtiyacını gereksinimden fazla karşılayacak seviyededir. Sahip olduğu en önemli nokta büyük potansiyel içermesi ve sürdürülebilir olmasıdır. Bu enerji, güneşin merkezinde yer alan, hidrojen gazlarının füzyon reaksiyonları sonrası helyuma dönüşmesini sağlayan çok fazla güce sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır. [1, 44]



Şekil 1. 1 Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü [2, 45]

Dünya Üzerinde Güneş Enerjisinden Faydalanma Durumu:

Dünya'nın sahip olduğu fiziksel şekil ve gezegenler arasında güneş sistemi içerisinde bulunduğu konumu, güneşten gelen ışınların dünyaya olan geliş açısına ve süresine etki etmektedir. Ayrıca gökyüzünün o anlık bulutlu olma durumu, gök olayları, havada bulunan nem miktarı, toz parçacıklar, kayaların sahip olduğu yapısal

özellikleri vb. gibi farklı coğrafi etkenler dünyadaki her noktanın güneşten gelen ışınlardan eşit miktarda yararlanamamasına sebep olmaktadır. Dünya yüzeyine etki eden yıllık ortalama güneşten gelen radyasyon ekvator ve çevre bölgesinde ortalama 2500 kWh/m^2 ve kuzey-güney enlemlerine yaklaştıkça ortalama 1500 kWh/m^2 civarında bir değere sahip olmaktadır. Dünyada güneş enerjisinden faydalanma bakımından en verimli alan, dünyanın 40° Kuzey paraleli ile 40° Güney paraleli arasında bulunan bölgedir. Dünyanın bu bölgelerine gelen güneş ışınları dik ve neredeyse dike yakın gelmekte ve gelen bu ışınların yeryüzüne etkisi uzun süre boyunca devam etmektedir. Bu sebeplerden dolayı bu alan “Güneş Kuşağı”, “Güneş Kemer” olarak isimlendirilmektedir. Güneş üzerinden dünyaya, 150 milyon kilometre mesafe kat ederek dünya üzerine gelen güneş enerjisi, dünyada bir yıl boyunca tüketilen enerjinin neredeyse ortalama olarak 15 bin katı civarındadır. Güneşten dünyaya gelen ışınım miktarının tamamı dünya üzerine ulaşamaz bunun %30’a yakın miktarda güneş ışığı atmosferin etkisi ile geri yansıtılırken %20 civarı atmosfer yüzeyinde ve bulutlarda tutulur. Geriye kalan %50 civarı güneş enerjisi atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Güneş ışınları diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla sahip olduğu potansiyelle yenilenebilir enerji kaynağının büyük bölümünü oluşturur. [3, 46]

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu tezin amacı, son yıllarda artan enerji fiyatları ve teşvikler sonrası yaygınlaşan güneş enerji sistemlerinde verimliliği azaltan etmenlerin araştırılması, güneş panellerinde veya sistemde yapılabilecek iyileştirmelerin incelenmesini içermektedir. Güneş enerji sistemleri ülkemizin içinde bulunduğu coğrafi etkiler, teknolojik altyapı ve kullanılan ticari ürünler gözetilerek yorumlamalar yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılabilir yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer enerji kaynaklarına göre avantajları ve dezavantajları yorumlanmıştır. Kurulum aşamalarında kullanılan ürünler uyulması gereken sertifikasyonlar ve santrallerde kurulum aşamasında kullanılan malzemelerin kalitesinin ve standartlara uygunluğunun üretime olan etkisine değinilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilecek üretimin sahip olduğu verimlilik, farklı kaynakların kullanımı, kuruluş aşamasında sistem farklılıkları gözetilmiştir. Üretime etki eden değerler için baz alınan yılda, hava şartlarına, yapılan elektrik kesintilerine, kurulan santrallerin bakım ve onarım

durumlarına göre değişkenlik gösterdiği sistemi etkileyen diğer unsurların verimliliğe nasıl etki ettiğine yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

1.2 Önceki Çalışmalar

Panellerin yerleşimi ve paneller ile eviricilerin uyumu vb. gibi Fotovoltaik sisteminlerin verimliliğine etki eden parametreler incelenmiştir ve Fotovoltaik sistemin üretim potansiyelini yüksek tutmak için yapılması gerekenler ve alınması gereken önlemler üzerine tartışılmıştır. [İnalı Mahmut (2020). Güneş Pilleri Kullanarak Güneş Enerjisinin Elektriğe Dönüştürülmesi Süreci Ve Güneş Pilleri Aracılığıyla Fotovoltaik Güneş Enerjisi Sistemlerinin Üretkenlięinin Artırılması. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep]

Bir güneş enerji santralinin kurulum yapılacağı bölgenin yapısı ve sistem kurulumu sırasında santralde kullanılan donanımlar detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmanın diğer aşamasında, enerji üretim analizi yapılan sistemler için yenilenebilir enerji kaynakları yasa tasarısına uygun olarak ekonomik analiz senaryoları gerçekleştirilmiştir. Bu senaryolar için yapılan GÖS hesabı ve İç Kârlılık Oranı hesabı yöntemleri kullanılmıştır. Otuzaltı farklı sistemde yapılan hesaplamalar sonrası, çalışmaya en uygun olan sistem seçilmiştir ve bu sisteme ait olan en uygun finans değerleri çalışma esnasında gösterilmiştir. Çalışma sonucu olarak, ekonomik ve enerji analizleri gerçekleştirilen bu sistemlerin değerleri karşılaştırılmış ve yapılan analizler sonrasında birbirleriyle olan bağlantıları belirlenmiştir. [Girgin Mehmet Harun (2011). Bir Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santralinin Fizibilitesi, Karaman Bölgesinde 5 Mw'lık Güneş Enerjisi Santrali İçin Enerji Üretim Değerlendirmesi Ve Ekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul]

BÖLÜM 2

ENERJİ ÇEŞİTLERİ VE ZAMANSAL DEĞİŞİMİ

2.1 Elektrik Enerjisinin Gelişimi-Tarihçesi Ve Üretim Bilgileri

Elektrik enerjisinde olan tüketim miktarı ve üretim kaynakları ülkelerin sahip olduğu gelişmişlik seviyesini gösteren en önemli verilerden biri olmaktadır. Ondokuzuncu yüzyıl sonlarına doğru bulunan ilk başta aydınlatma ihtiyacına yönelik olarak kullanılan bu elektrik enerjisinin üretimi için zamanla artan ihtiyaç sonrasında birincil enerji kaynaklarının yanı sıra diğer yenilenebilir enerji kaynakları olan, günei, rüzgâr vb. kaynakların kullanım değerlendirmelerine başlanmıştır.

Elektrik enerjisi 19. Yüzyılda günlük yaşamda çeşitli alanlarda kullanılmaya başlanmış, kurulan ilk elektrik santrali 19. Yüzyıl sonlarında Londra’da faaliyete başlamıştır. Türkiye ilk defa elektrik üretimine, 20. Yüzyıl başında Tarsus’ta yapılan 2 kWh gücünde olan küçük çapta bir su türbini ile başlamıştır. Ülkemizde yapılan ilk büyük enerji santrali 20. Yüzyıl ilk çeyreğinde İstanbulda bulunan Silahtar Ağa bölgesinde kurulmuş 15 MW kurulu güce sahip olan termik santraldir. Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluş tarihine kadar kurulu güç 33 MW iken bugün bu değer 3272 kat artarak 107.959 MW’a ulaşmıştır. 1935 yılında, Elektrik İşleri Etüt İdaresi kurulmuştur. Bu tarihlerde elektrik enerjisi kurulu güç miktarı 126,2 MW, üretim miktarı 213 milyon kWh, elektrik verilmiş şehir merkezi 43’e ulaşmıştı. 1948 yıllarında Çatalağzında kurulan Termik Santral faaliyete girmiştir. 1952 yılında bu santralden 154 kV’luk bir iletim hattı ile İstanbul’a elektrik desteği yapılmaya başlanmıştır. Üretim aşamasında gerçekleşen olaylar iletim sırasında da gerçekleşmiş olup ülkemiz bir uçtan diğer uca ulusal elektrik iletim ağları ile birbirine bağlanmış, bu hatlar da yapıldığı zamana uygun şekilde güç ve tiplerde binlerce trafo ile donatılmıştır. 20. Yüzyıl ortalarında Devlet ve özel sektör birlikteliğiyle enerji santralları kurulmaya başlanmıştır.

1970–1980 yıllarında tüm Dünya’da gerçekleşen enerji krizinden ülkemizde etkilenmiş olup, ülkemizdeki termik santrallerde kullanılan yakıtlarının büyük kısmında dış kaynaklara bağımlı olunmasından arz ve talep dengesi ülke içerisinde bozulmuş, mecburen bu durumda zorunlu enerji kısıtlamaları yapılmıştır. Bütün

yaşanan bu olumsuzluklara rağmen, Türkiye’de bulunan kurulu enerji gücü 20. Yüzyıl sonlarında 5118,7 MW, enerji üretim miktarıda 23,3 milyar kWh seviyelerine ulaşmıştır.

Belediyelerin ve birliklerin ellerinde olan elektrik tesisleri 1982 yılında 2705 sayılı yasa gereğince Türkiye Elektrik Kurumuna devredilmiş, bu çıkan yasa gereğince tüm elektrik satışlarının Türkiye Elektrik Kurumu tarafından yapılması sağlanmıştır. 1984 yılında yürürlüğe giren 3096 sayılı yasa gereğince enerji sektöründe olan Türkiye Elektrik Kurumu tekeli kaldırılmış, gerekli izinler alındıktan sonra kurulacak özel sektör şirketlere de yapacakları enerji üretimi, iletimi ve enerji dağıtımı için imkanlar oluşturulmuştur. Bu yasa sonrasında, elektrik enerjisi sektöründe kendileri için belirlenen yasal görev bölgeleri içinde elektrik üretimi, dağıtımı ve iletimi yapabilmesi adına 10’na yakın özel sermaye şirketine görev verilmiştir.

Sonuç olarak Türkiye elektrik üretiminin yaşam düzeyini ve kalitesini doğrudan etki altına alan elektrik enerjisi üretiminin üretim kalitesinin yükseltilmesi, kullanım fiyatının düşük seviyelere getirilmesi ve oluşturduğu çevresel etkilerin en az seviyelere indirilebilmesi amacıyla yeni tesislerin ve yenilenebilir enerji kaynakları ile kurulan sistemlerin işletmeye alınması ile beraber yerli kaynaklara öncelik verilerek üretim yapılması ülkemizin geleceği için önem taşımaktadır. Enerjinin verimli kullanılması ve kayıpların önüne geçilmesi daha az kaynak tüketimi sağlayarak dünyamızı korumamızı sağlayacaktır. [4]

2.2 Türkiye ve Dünyada Yenilenebilir Enerji

Enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği ve öneminin artması ile, yenilenebilir enerji üretiminde kullanılan teknolojilerinin geliştirilmesi için yeni yöntemler ve sürekli olarak çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Dünyada en yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları; jeotermal enerji, hidrolik enerji, rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisidir.

2.2.1 Hidrolik Enerji

Hidrolik enerjinin en yaygın şekilde olan kullanım hali, nehirlerin üzerine yapılan barajlarda bulunan suyu rezervuarda biriktirmek ve biriken bu suyun potansiyel enerjisinden faydalanarak türbinler yoluyla elektrik enerjisi üretimi sağlamaktır. Bu amaçla Hidro Elektrik Santrallerinden faydalanılmaktadır. O ülke sınırları içerisinde bulunan veya denizlere kadar olan bütün doğal akışların %100 verimle

değerlendirilebilme olasılığına dayanılarak tespit edilen hidroelektrik enerji potansiyel, o ülkenin sahip olduğu brüt teorik hidroelektrik enerji potansiyelidir. Fakat sahip olunan bu enerji potansiyelinin tamamının kullanılması pek olası değildir. DSİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan verilere göre, Türkiye'nin sahip olduğu hidroelektrik enerji potansiyeli 433.000 GWh/yıl, sahip olduğu teknik potansiyel ise 216.000 GWh/yıl, ekonomik olarak potansiyeli ise 165.064 GWh/yıl olduğu tespit edilmiştir. Türkiye, sahip olduğu bu değerler ile dünya üzerinde bulunan teknik enerji potansiyelinin yaklaşık olarak %1,5'i kadarına, Avrupada bulunan ekonomik potansiyelinin yaklaşık olarak %17,6 civarına sahiptir. [5, 47]

2.2.2 Jeotermal Enerji

Bu enerji, yerküre içerisinde bulunan doğal ısı ve içinde birikmiş olan basınç altındaki sıcak akışkanların sahip olduğu termal enerji olarak ifade edilmektedir. Jeotermal enerji, hem ısıtma enerjisi amacıyla kullanılmakta hem de elektrik enerjisi üretimi için kullanılmaktadır. Türkiye sahip olduğu jeotermal enerji kapasite miktarının yarıdan fazlasını kullanılabilir seviyeye gelmiştir. Ülkemizde bulunan jeotermal enerji üretiminde tam kapasitede faydalanmak amacıyla yatırımlar yapılmaktadır. Yakın gelecekte bu kapasitenin tamamının kullanılması hedeflenmektedir. [6, 48]

2.2.3 Güneş Enerjisi

Bu enerji, güneşin merkezinde yer alan, hidrojen gazlarının füzyon reaksiyonları sonrası helyuma dönüşmesini sağlayan çok fazla güce sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneşten gelen ışınlar yoluyla dünyamıza ulaşan bu yenilenebilir enerjiden tam anlamıyla faydalanmak için güneş santralleri ve güneş enerji pilleri gibi yeni teknolojik ürünler geliştirilmiştir. Bu yeni teknoloji ürünleri sayesinde güneşten gelen enerji hem ısı enerjisi olarak hem de doğrudan ya da elektrik enerjisine dönüşümü sağlanıp dolaylı yoldan kullanılabilir. Türkiye'nin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli Avuranın güneyinde bulunan İspanya toprakları harici diğer tüm Avrupa ülkelerinden daha fazla potansiyele sahiptir. Türkiye, 1 m²'lik alandaki enerji üretim miktarı yıllık olarak ortalama 1500 kWh civarında güneş enerjisi elde edebilme olanaklarına sahip bir ülkedir. Elektrik İşleri İdaresi tarafından hazırlanan, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasına göre, ülkemizde 56.000 MW enerji üretimine sahip termik santral kapasitesine eşdeğer miktarda

güneş enerji üretimi kapasitesinin bulunduğu ve sahip olduğu bu potansiyelden tam yararlanılması durumunda yıllık ortalama olarak 380.000 GWh civarında elektrik enerjisi üretimi yapılabileceği tespit edilmiştir. Türkiye sahip olduğu güneş enerjisi kaynağında önemli bir potansiyeli olduğu halde, bu güneş enerjisinden yeteri miktarda faydalanamamaktadır. Daha önceki yıllarda elektrik üretim ve yatırım maliyetlerinin fazlaca yüksek olması nedeni ile çok fazla yatırım yapılmıyorken son yıllarda artan teşvikler ve elektrik tüketim maliyetlerindeki yükselmeler nedeniyle bu alana yatırımlar artmıştır. [7, 49]



Tablo 2.1 Ülkelere Göre Dünyada Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü
Listesi [8, 50]

S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Ara.20	254.355
2	ABD	Ara.20	75.572
3	Japonya	Ara.20	67.000
4	Almanya	Ara.20	53.783
5	Hindistan	Ara.20	39.211
6	İtalya	Ara.20	21.600
7	Avusturalya	Ara.20	17.627
8	Vietnam	Ara.20	16.504
9	Güney Kore	Ara.20	14.575
10	İspanya	Ara.20	14.089
11	Birleşik Krallık	Ara.20	13.563
12	Fransa	Ara.20	11.733
13	Hollanda	Ara.20	10.213
14	Türkiye	Haz.22	8.275
15	Brezilya	Ara.20	7.881
16	Güney Afrika	Ara.20	5.990
17	Tayvan	Ara.20	5.817
18	Belçika	Ara.20	5.646
19	Meksika	Ara.20	5.644
20	Ukrayna	Ara.20	5.360
21	Polonya	Ara.20	3.936
22	Kanada	Ara.20	3.325
23	Yunanistan	Ara.20	3.247
24	Şili	Ara.20	3.205
25	İsviçre	Ara.20	3.118

S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
26	Tayland	Ara.20	2.988
27	Birleşik Arap Emirlikleri	Ara.20	2.539
28	Avusturya	Ara.20	2.220
29	Çekya	Ara.20	2.073
30	Macaristan	Ara.20	1.953
31	Mısır	Ara.20	1.694
32	Malezya	Ara.20	1.493
33	İsrail	Ara.20	1.439
34	Rusya	Ara.20	1.428
35	İsveç	Ara.20	1.417
36	Romanya	Ara.20	1.387
37	Ürdün	Ara.20	1.359
38	Danimarka	Ara.20	1.300
39	Bulgaristan	Ara.20	1.073
40	Filipinler	Ara.20	1.048
41	Portekiz	Ara.20	1.025
42	Arjantin	Ara.20	764
43	Pakistan	Ara.20	737
44	Fas	Ara.20	734
45	Slovakya	Ara.20	593
46	Honduras	Ara.20	514
47	Cezayir	Ara.20	448
48	El Salvador	Ara.20	429
49	İran	Ara.20	414
50	Suudi Arabistan	Ara.20	409

S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç (MW)
51	Finlandiya	Ara.20	391
52	Slovenya	Ara.16	259
53	Kıbrıs Rum Kesimi	Ara.20	200
54	Lüksemburg	Ara.16	123
55	Hırvatistan	Ara.20	85
56	Malta	Ara.16	82
57	Litvanya	Ara.16	80
58	Norveç	Ara.16	27
59	Makedonya	Ara.16	17
60	Estonya	Ara.16	10
61	İrlanda	Ara.16	5
62	Letonya	Ara.16	2
	Toplam		704.028

Tablo 2.2 Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Güneş Enerji Santrali Kurulu

Gücü [9, 51]

S.	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
1	Avusturalya	17.627	716
2	Almanya	53.783	650
3	Hollanda	10.213	596
4	Japonya	67.000	529
5	Belçika	5.646	497
6	İsviçre	3.118	370
7	İtalya	21.600	357
8	İspanya	14.089	303
9	Yunanistan	3.247	301
10	Güney Kore	14.575	283
11	Birleşik Arap Emirlikleri	2.539	257
12	Avusturya	2.220	252
13	Tayvan	5.817	247
14	Kıbrıs Rum Kesimi	200	236
15	Amerika Birleşik Devletleri	75.572	232
16	Danimarka	1.300	226
17	Lüksemburg	123	208
18	Birleşik Krallık	13.563	207
19	Macaristan	1.953	199
20	Çekya	2.073	196
21	Malta	82	191
22	Çin	254.355	180
23	Fransa	11.733	175
24	Şili	3.205	174
25	İsrail	1.439	165

S.	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
26	Bulgaristan	1.073	151
27	İsveç	1.417	141
28	Ürdün	1.359	136
29	Ukrayna	5.360	126
30	Slovenya	259	125
31	Slovakya	593	109
32	Güney Afrika	5.990	106
33	Polonya	3.936	102
34	Portekiz	1.025	99
35	Türkiye	8.275	98
36	Kanada	3.325	91
37	Finlandiya	391	71
38	Romanya	1.387	70
39	El Salvador	429	65
40	Honduras	514	58
41	Malezya	1.493	46
42	Meksika	5.644	46
43	Tayland	2.988	44
44	Brezilya	7.881	38
45	Hindistan	39.211	29
46	Litvanya	80	28
47	Fas	734	21
48	Hırvatistan	85	20
49	Mısır	1.694	18
50	Arjantin	764	17

S.	Ülke	Kurulu Güç (MW)	Kişi Başına Kurulu Güç (Watt)
51	Suudi Arabistan	409	12
52	Cezayir	448	11
53	Filipinler	1.048	10
54	Rusya	1.428	10
55	Makedonya	17	8
56	Estonya	10	8
57	İran	414	5
58	Norveç	27	5
59	Pakistan	737	4
60	İrlanda	5	1
61	Letonya	2	1

2.2.4 Biyokütle Enerjisi

İçeriğinde bulunan karbonhidrat bileşikleri ile hayvansal ve bitkisel kökenli maddelerin yardımıyla üretilen enerji kaynağıdır. Biyokütle kullanılarak üretilen enerji kaynakları biyogaz, biyoetanol ve biyodizel gibi yenilenebilir yakıt türleri elde edilmektedir. Biyodizel ve biyoetanol, çeşitli hayvansal veya bitkisel yağlar kullanılarak üretimi sağlanan yakıt türüdür. Organik maddeler tarafından oksijensiz ortamda gerçekleştirilen fermantasyon sonrası oluşan ağırlıklı olarak karbondioksit ve metan gazı içeren gaz ise Biyogazdır. AB taşımada kullanılan yakıtın 2030 yılında %30'unun biyoyakıtlardan karşılanması hedeflenmektedir. Türkiye'nin ise yıllık yaklaşık olarak 117 milyar ton biyokütle potansiyeline sahip bulunmakta olup, bu kaynaklardan elektrik enerjisi üretim potansiyeli yıllık ortalama 371,2 TWh olarak tespit edilmiştir. Bu potansiyelin içeriğindeki en büyük pay, öncelikle tek yıllık bitkilere ve daha sonra ise sırası ile orman atıkları ve çok yıllık bitkiler gelmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu hayvansal atık miktarı potansiyeline karşılık gelen üretililecek biyogaz miktarı ortalama olarak 17-23 TWh arasında olduğu tahmin edilmektedir. Ancak ülkemiz, dünyada yaygın bir şekilde kullanılan ve Türkiye'nin de önemli bir potansiyele sahip olduğu enerji kaynağı olan biyokütle enerji kaynaklarından maalesef yeterince faydalanamamaktadır. Türkiye sahip olduğu organik atıklardan, biyogaz ve biyokütlelerden enerji elde edilmesine yönelik yatırımlar son yıllarda daha fazla artmıştır. Buna en önemli etkenlerden biri Avrupa ve ülkemizde başlatılan yeşil dönüşüm ve enerji desteklerinden kaynaklanmaktadır.

Belediyelerin sahip olduğu toplanan atık çöplerin değerdendirilmesiyle kurulan yönelik atık yakma tesisleri ve bu işlem sonrası enerji üretimi sağlayan tesisler ülkemizin bir çok şehrinde kurulmaya başlamıştır. [10, 52]

2.2.5 Rüzgâr Enerjisi

Güneşten gelen radyasyonların yer yüzeyini farklı ısıtmasından dolayı hava akımları oluşmaktadır oluşan bu rüzgarlar kullanılarak üretilen enerji rüzgâr enerjisidir. Denizlerin ve havanın farklı ısınması bir basınç farkı oluşumuna, bu basınç farkı ise havanın hareketine neden olmaktadır. Yüksek basınçtan alçak basınca doğru olan havanın bu hareketi rüzgâr olarak bilinmektedir. Rüzgâr enerjisinden hem elektrik enerjisi hem de mekanik enerji üretmek için faydalanılmaktadır. Bu sistemle üretilen mekanik enerji genellikle çiftliklerde ve evlerde sulama yapılması için kullanılmaktadır. Kurulan rüzgar türbin santrallerinin daha ekonomik ve etkin yatırımlar olması için rüzgar türbinlerin kurulacağı arazi üzerinde 50 metre yükseklikte rüzgar hızının ortalama olarak minimum 7 m/s olması lazım. Ülkemizin sahip olduğu 7 m/s ve üzerinde olan karasal rüzgar potansiyeli değerdendirildiği zaman ortaya çıkan sonuçlara göre ülkemizin sahip olduğu karasal rüzgar potansiyelinden üretilebilecek ortalama enerji miktarı 48000 MW civarında olduğu, denizlerdeki rüzgar potansiyelinden üretilecek ortalama enerjinin 5300 MW civarında olduğu görölmektedir. Ülkemizin sahip olduğu kara rüzgâr potansiyelinden ortalama enerji üretiminin 48000 MW civarı olduğu düşünöldüğü zaman mevcut enerji potansiyelimizin sadece %10'nu kadarının bile üretime geçirilemediği, Türkiye'nin sahip olduğu bu mevcut enerji potansiyelinden yeterince faydalanamadığı görölmektedir. [11, 53]

BÖLÜM 3

GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIMI

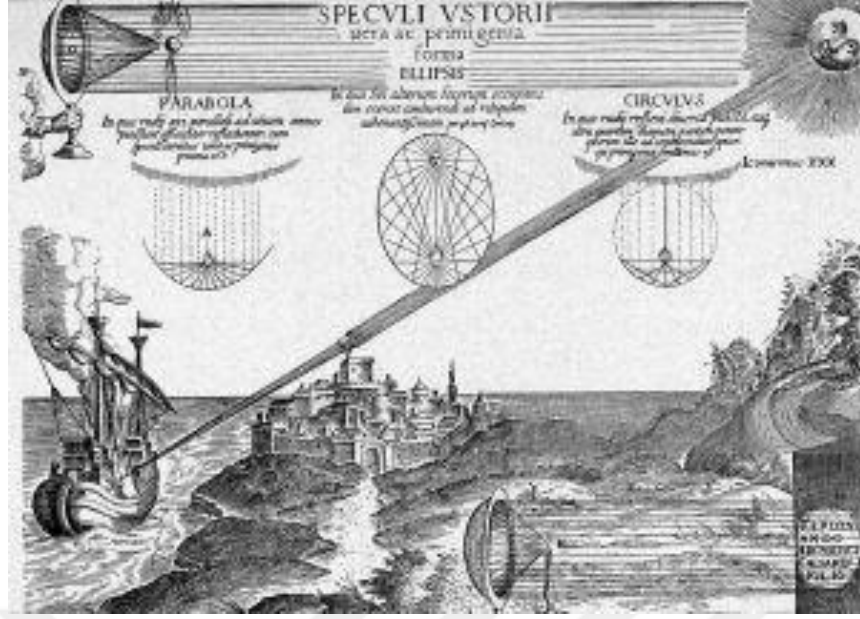
3.1 Dünyada Güneş Enerjisinin Gelişimi

Son yıllarda dünya üzerinde gerçekleştirilen güneş enerjisi kullanımının gelişimi, büyük bir gelişme ve dönüşüm yaşamıştır. Sistem kurulumu maliyet düşüşleri ve yeni teknolojik gelişmeler süreçlerin kolaylaşması güneş enerji sistemlerinin yaygınlaşmasını sağlamıştır. PV hücrelerinin enerji üretimindeki verimlilikte olan artış, kurulan sistemlerin hem daha ekonomik olmasını hem de panellerin daha verimli sistemlerin olmasını sağladı. Güneş enerjisi üretim aşamalarının geliştirilmesi çok daha büyük ölçeğe sahip GES santrallerinin kurulması bu sistemlerin daha rekabete açık yatırım yapılabilecek bir enerji kaynağı olmasını sağladı. Devletler ve özel yatırımcılar GES projelerini desteklemek kurulumlarını arttırmak için çeşitli maddi destekler ve yatırım teşvikleri sağlayarak kurumların ve kişilerin yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgisini arttırmıştır. Hem çevre dostu olan hem de sürdürülebilir enerji kaynağı olan güneş enerji sistemleri dünyada gerçekleşen iklim değişikliği ve iklim krizinde mücadele için önemli bir araç olmuştur.

Dünya üzerindeki ülkelerin neredeyse tamamı tarafından imzalanan Paris anlaşması vb. anlaşmalarla ürettikleri sera gazı emisyonlarını ve karbon miktarlarını azaltma amacıyla taahhütler vermiştir. Bu taahhütleri gerçekleştirebilmedeki en önemli yol ise yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaktır. Kurulum kolaylığı ve verim potansiyeli ile güneş enerji sistemleri bu süreçte ön plana çıkmaktadır. [12, 54]

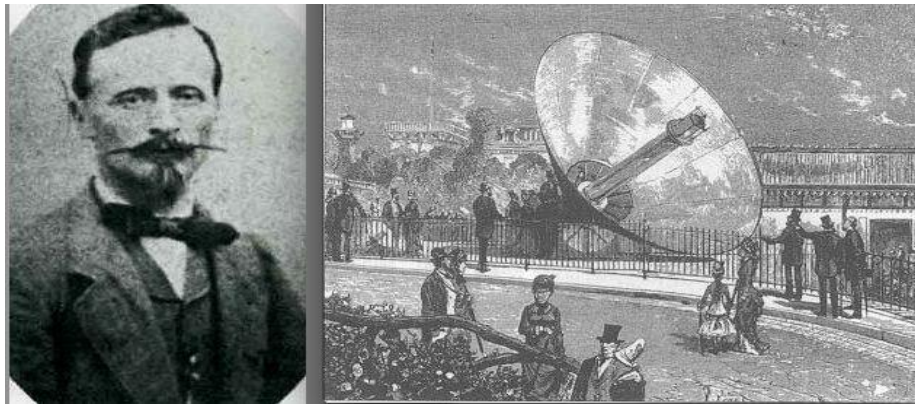
3.1.1 Tarihçe

Yunan filozof Sokrates milattan önce 400 yıllarında güneşten faydalanabilmek için insanlara evlerinin güney cephelerine koydukları pencerelerden güneşten daha fazla faydalanacaklarını belirterek bu dönemde evlerde diğer cephelere göre güney cephesinde daha fazla pencere olmasını sağladı. Millattan önce 210 yıllarına gelindiğinde ise Arşimet, İtalyanın Sirakuza şehrini Roma saldırılarından korumak için geliştirdiği içbükey aynaların yardımıyla güneş ışıklarını odaklayarak Roma ordusuna ait filoların yanmasını sağlamış ve kuşatma sırasında etkin gücü ele geçirmiştir. [13, 55]



Şekil 3.1 Arşimentin güneş ışığını roma ordularına karşı kullandığı tasvir [14, 56]

Galileo Galilei'nin 1600'lü yıllarda kullanılan mercekleri inceleyerek daha modern hale getirmesi ve bu sistemleri geliştirmesiyle güneş enerjisinden daha fazla faydalanabilmek için araştırma yapmak yeni sistemler geliştirmek ve güneşin verimli, kolay kullanımlı bir enerji kaynağı olarak kullanılmasına yönelik olumlu düşünceler arttırmıştır. Belidor 1700'lü yıllarda güneş enerjisini kullanarak çalışan bir su pompası bulmuştur. Bu gelişmeden bir yüzyıl sonra Mouchot tarafından parabolik aynaların kullanımıyla güneş ışıklarını odaklayarak çalışan buhar makinası yapmıştır.[15, 57]



Şekil 3.2 Mouchot'un parabolik aynası [16, 58]

Frank Shuman tarafından 20. Yüzyıl başlarında Amerikada gerçekleştirilen çalışmalar sonrasında güneş enerjisi kullanarak suyun ısıtılması sonrasında buhar elde edilmeye başlanmıştır.[17, 59]



Şekil 3.3 Frank Shuman'ın çalışması [18, 60]

19. Yüzyıl sonları ve 20. Yüzyıl başları arasında güneş enerjisini içeren 50'den fazla çalışma için bu alana yönelik patent alınmıştır. 20. Yüzyıl son çeyreğinde ortaya çıkan petrol krizi sonrasında toplumlar yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak için bu alana daha fazla yönelmişlerdir. Güneş enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre kısmen daha masrafsız olduğu için yapılan çalışmalar bu alana yönelmiştir. Öncelikle evlerde kullanılan suların ısıtılması amacıyla güneş enerjisinden faydalanmak için güneş topacları sistemi kullanılmıştır. İklim krizi, CO₂ emisyonlarının azaltılması ve küresel ısınmanın gündem olmasıyla temiz, sürdürülebilir olan yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artmıştır. Endüstriyel anlamda enerji üretimi ilk defa 1984 yılında Amerikada Luz Inc. nin kurduğu parabolik aynalı sistem tarafından üretilen 354 MW enerji üretimi olmuştur. 20. Yüzyıl sonlarında Amerikada 10 MW'lık, Ürdün'de ise 30 MW'lık güneş kulesi kurulmuştur. [19, 61]

3.2 Güneş Enerjisinin Kullanıldığı Alanlar

3.2.1 Elektrik Üretimi

Güneş enerjisi fotovoltaiik panaller kullanılarak elektrik enerjisine çevrilebilir. Çatı üstü güneş panelleri ile evler, büyük ölçekli güneş enerjisi santralleri ile işletmeler ve sanayi tesisleri ürettikleri elektrik enerjisi ile kendi elektrik ihtiyaçlarını karşılayabilir veya ihtiyaçtan fazla üretilen elektrik enerjisini şebekeye satarak gelir elde edebilirler.[20, 62]

3.2.2 Sıcak Su Üretimi

Güneş panelleri aracılığıyla güneş enerjisi, sıcak su üretimi amacıyla kullanılabilir. Kullanılan sıcak su depoları ve ısıtma sistemleri ile binalar ve evler, güneş enerjisinin kullanılmasıyla tükettikleri suyu ısıtabilir ve su ısıtmasında tüketilecek ısı enerjisinden tasarruf ederler.[21, 63]

3.2.3 Ulaşım

Dünya’da hızlıca yaygınlaşan elektrikli araçların şarj ihtiyaçları için güneş enerjisi kullanılabilir. Bu anlamda kullanılan araçlar ve otobüsler güneş enerjisinin ürettiği elektrikle çalışarak hem daha düşük maliyetli ulaşım hem de çevre dostu olan bir sistem olmuş olur.[22, 64]

3.2.4 Sulama Sistemleri

Kırsal bölgelerde ve tarım alanlarında, güneş enerjisi kullanılarak çalışan verimli sulama sistemleri kurulabilir. Kurulan bu güneş panelleri, su pompa sistemlerinin çalışmasını sağlayarak tarım alanlarının sulanması için gereken elektrik enerjisinin üretimini sağlar.[23, 65]

3.2.5 Uzay Araştırmaları

Her geçen gün yatırımları artan uzay araştırmalarında güneş enerjisinin kullanılması ihtiyaç duyulan enerjinin üretilmesi için önemli bir kaynaktır. Güneş enerji panellerinden uzayda bile güneşten gelen ışınlarla üretilen enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesi uzay alanında yapılan çalışmalarda sürekliliğin olmasında ciddi bir öneme sahiptir.[24, 66]

3.3 Milattan Önce Güneş Enerjisi Kullanımı

3.3.1 Güneş Saatleri

Eski uygarlıklar zamanın akışını güneş saatlerini kullanarak ölçmüşlerdir. Gökyüzünde güneşin bulunduğu konuma, yapılara düşürdüğü gölgeye bakarak gün içerisinde vakit tayini yaparak saati belirlemişlerdir.[25, 67]

3.3.2 Güneş Işığından Isınma

Evlerin ısınması için gündüz güneş ışıklarından faydalanılmıştır. Güneşten gelen ısıdan faydalanmak için yapılan evler daha şeffaf malzemeli yapılardan ve daha açık renkli olarak inşa edilmiştir. Bu şekilde güneşten gelen ışık evlerin içine girmiş ve ısınması sağlanmıştır.[26, 68]

3.3.3 Güneş Enerjisi ile Pişirme

Yemek pişirmede ateş yerine güneş enerjisi kullanılmasına kadar güneştende faydalanma yollarına gidilmiştir. Havanın çok sıcak olduğu ve güneş ışınlarının fazla olduğu zamanlarda kullanmak amacıyla güneş enerjisi ile çalışan sistemler geliştirilmiştir. Aynı zamanda gıda ürünlerinin tüketim ömürlerini arttırmak içinde güneşten faydalanılmıştır.[27, 69]

3.4 Güneş Enerjisi ile Buharlı Makineler

Güneş enerjisi ile çalışan buharlı makineler, güneşten gelen ışınlımların kullanılmasıyla çalışan birer mekanik sistemlerdir. Güneş enerjisi ile çalışan bu sistemler, güneşin ısınıp suyu ısıtıp su buharı üretirler. Oluşan bu su buharı, makinenin türbinlerini ve pistonlarının hareket etmesini sağlayarak güneş enerjisini mekanik enerjiye dönüştürürler. Çevrimi yapılan bu enerji, su taşımada, tarımda, tahıl öğütme ile modern endüstriyel üretimlerde kullanılmıştır. Günümüzde PV güneş enerji sistemi teknolojileri, daha verimli ve daha etkin enerji üretimi kullanılmasıyla diğer sistemlere göre daha yaygın olarak kullanılır hale geldi. [28, 70]

3.5 Güneş Enerjisinin Kullanımı ve Gelişimi

18. ve 19 . yüzyıllarda güneş enerjisinin gelişimi ve ilerlemesi için önemli adımlar atılmıştır. 20. Yüzyılın başlarından sonra güneş enerjisinin gelişimi, güneş enerjisi teknolojileri ve uygulamalarının hızla ilerlemesi ve kurulum kolaylığı ile birlikte büyük bir ivme kazanmıştır. [29, 71]

3.5.1 Güneş Enerjisi ile Su Isıtma

18. yüzyılda Horace-Bénédict de Saussure tarafından geliştirilen sistemle, güneş enerjisi ile üretilen enerji ilk defa termal sistemler için uygulanmaya başlanmıştır. Saussure, tarafından geliştirilen tasarım ile yapılan bir kutu içerisine yerleştirilen bir siyah levha ile güneş ışınlarının çekilmesi ve toplanması sağlanmıştır. Bu yöntemle kutunun içerisine sıcak hava dolarak güneşten çektiği enerji ile suyun ısınmasını sağlamıştır. [30, 72]

3.5.2 Fotovoltaik Etki

19. yüzyılda Alexandre-Edmond Becquerel tarafından fotovoltaik etki bulunmuştur. İki elektrot arasında ışık altında gerçekleşen elektriksel akımın keşfini yapan Becquerel, güneş enerjisi kullanılarak üretilen enerjinin elektrik enerjisine doğrudan dönüştürülebileceğinin temellerini atmıştır. [31, 73]

3.5.3 Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretimi

Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürebilmek için 19. Yüzyılın sonlarına doğru ilk PV hücrelerin geliştirilmesi sağlanmıştır. Charles Fritts, güneş panelleri yapmak için selenyum tabakasını kullanmıştır ve bu yapılan çalışma sonrası güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretebilmek için ilk temeller atılmıştır. [32, 74]

3.5.4 Güneş Hücreleri ve Fotovoltaik Teknolojisi

20. yüzyılın son yarısında fotovoltaik teknolojinin ve güneş enerji sistemi hücrelerinin geliştirilmesi, güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi yapılabilmesi için önemli aşama olmuştur. Calvin Fuller, Daryl Chapin ve Gerald Pearson tarafından Bell Laboratuvarları'nda yapılan çalışmalar sonrasında silisyum tabanlı güneş enerjisi hücrelerini icat etmişle ve güneş enerjisini kullanarak bu enerjiyi elektriğe dönüştürmede ilk defa ortaya başarıları sonuçlar çıkmıştır. [33, 75]

3.5.5 Uzay Uygulamaları

20. yüzyıl ortalarında ABD, uydu ve uzay araçlarında kullanılan elektrik enerjisi üretimini için güneş enerjisinin kullanılması başlamıştır. Uzay araçlarının ihtiyaç duyduğu enerji ihtiyaçlarının karşılanması için ciddi oranda güneş enerji panelleri kullanılmaya başlandı. [34, 76]

3.5.6 Yenilenebilir Enerji Politikaları

20. yüzyıl son çeyreğinde meydana gelen çevre sorunları ve enerji krizleri, alternatif yenilenebilir enerji kaynakları ve güneş enerjisine olan ilgi ve yatırımları artırmıştır. Devletler, yenilenebilir enerjiyi kaynaklarını ve güneş enerji sistemlerine yatırımları teşvik etmek yatırımların çoğalmasını sağlamak için maddi destekleri içeren düzenlemelere ait yasalar ve enerji politikaları çıkararak yenilenebilir enerji sisteminin yaygınlaşması için çalışmışlardır. [35, 77]

3.5.7 Ticari Güneş Enerjisi Santralleri

20. yüzyıl sonlarından itibaren daha büyük ölçekli üretim kapasitelerine sahip ticari getiri sağlayan güneş enerjisi ile elektrik santrallerinin kurulumu hızlı bir ivme yakalamıştır. Çöl bölgelerinde daha fazla yoğunlaşan ve düzleştirilmiş aynalar kurularak çalışan güneş enerjisi ile kurulan elektrik santralleri, güneş enerji sisteminin entegre edilerek şebekeye verilen elektrik miktarının artmasında önemli etken olmuştur. Bu dönemde yaşanan diğer gelişmeler, güneş enerji sistemlerinin yeni çağda enerji üretiminde diğer enerji kaynaklarından daha önemli ve üretken bir rol oynayan sürdürülebilir ve güvenilir bir enerji kaynağı olarak kullanılmasına sebep olmuştur. [36, 78]

3.6 Enerji Sektöründe Güneş Enerjisinin Günümüzdeki Yeri

Enerji sektöründe güneş enerji sistemleri hızla büyümeye ve bu alanda yatırımlar ciddi oranda artmaya başlayarak güneş enerji sistemlerinin önemli bir noktaya gelmesi sağlanmıştır. Son 10 yılda güneş enerjisi üretim kapasitesi Uluslararası Enerji Ajansı(UEA) verilerine göre 3 kat artmış ve bu artış dünya genelinde gerçekleştirilen elektrik üretim neredeyse %2 kadarına denk gelmektedir. Kurulumda ve üretimde yaşanan bu artış hem devletlerce verilen yatırım destekleri ve teşvikler hem de güneş enerji sistemi kuruluşlarında gerçekleşen maliyetlerin düşmesi sayesinde olmuştur. Güneş enerji sistemleri sürdürülebilir olması ve çevre dostu olması ile bu sistemlerde üretilen enerji diğer enerji kaynaklarına göre daha düşük karbon salınımına sebep olmaktadır bu da karbon azaltım çalışmaları ve gelecek nesiller için daha temiz dünya hedefine olanak sağlamaktadır. Bunun yanı sıra güneş enerji sistemleri enerji dönüşümü yaparken diğer yandan da elektriğe ulaşımın zor olduğu kırsal bölgelerde enerji yoksunluğu çekilmesinin önüne geçmek içinde önemli bir araçtır. [37, 79]

Tablo 3.1 Günümüzde Güneş Enerjisinden En Çok Fayda Sağlayan Ülkeler

ÜLKE	KÜRESEL KURULU GÜÇ PAYI	GÜNEŞ ENERJİSİ ÜRETİM MİKTARI
ÇİN	%35	260 GW
ABD	%15	110 GW
JAPONYA	%9	70 GW
ALMANYA	%7	56 GW
HİNDİSTAN	%7	45 GW

3.6.1 Türkiye’de Güneş Enerjisi

Ülkemiz, güneş enerjisinden elektrik üretimi açısından potansiyeli fazla olan bir ülkedir. Tüm yıl boyunca uzun ve verimli bir güneşlenme süresine sahip ve güneşten gelen ışınların çok yoğun olduğu stratejik coğrafi konumu sebebiyle güneş enerjisinden çok daha fazla faydalanma imkanı olmaktadır.

Ülkemizde gerçekleştirilen güneş enerjisi ve bu alanda elektrik üretimini kapsayan ilk ulusal kongre, 1975 yılında düzenlenmiştir. 1975’te gerçekleştirilen bu ulusal kongre, ülkemizde bulunan güneş enerjisi ve bu enerji ile üretilecek elektrik enerjisi potansiyeline dikkat çekerek, ülkemizde çıkarılan sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji politikalarına şekil vermesi için önemli bir adım olmuştur. Türkiye’de güneş enerjisinden faydalanılması ve enerji üretimi son yıllarda ciddi bir artış göstererek önemli noktalara gelmiştir. 2024 yılı verilerine göre Türkiye’de güneş enerjisini kapsayan bazı önemli veriler, yüzdeler ve rakamlar şu şekildedir:

- ❖ Güneş enerjisinin elektrik üretimindeki payı Türkiye’nin toplam elektrik üretiminin %11,55’i kadardır.
- ❖ 2024 yılı itibariyle güneş enerjisinde Türkiye’nin kurulu gücü 12,42 GW seviyelerine yaklaşmıştır.
- ❖ Yenilenebilir enerji kaynaklarında kurulu güç bakımından Türkiye, Dünyada 12. Sırada yer alırken Avrupa’da ise 5. Sırada yer almaktadır. [38, 80]

BÖLÜM 4

STANDARTLAR

Güneş enerji sistemlerinde daha uzun ömürlü ve verimli sistem kullanımı için güneş enerji sistemi kurulumunda kullanılan malzemelerin aşağıdaki standartlara uygun şekilde üretilmiş olması gerekmektedir. Bu standartlar: [39, 81]

4.1 PV Modüller için Standartlar

4.1.1 TS EN 61215

TS EN 61215 Kristal silikon yapıda olan karasal PV modüller ve tip onayı ile tasarım yeterliliğidir. IEC 61215'in bu kısmı, IEC 60721-2-1'de tanımlandığı üzere, genel açık hava iklimlerinde uzun süreli çalışma için uygun olarak karasal PV modüllerin tasarım yeterliliği ve tip onayı için IEC gerekliliklerini ortaya koymaktadır. Bu standardın, kristal silikon modül türleri ve ince film modülleri gibi tüm karasal düz levha modülü malzemeleri için kullanılması amaçlanmaktadır. Bu standart güneş panellerinde ki performansı etkileyebilecek belirlenmiş asgari tasarım kriterlerini içerir. [40, 83]

4.1.2 IEC 62804

IEC TS 62804-1, kristalin silikon PV modüllerinde PID'nin değerlendirilmesine yönelik test yöntemlerini tanımlar. IEC TS 62804-2, ince film PV modüllerinde PID'nin değerlendirilmesine yönelik test yöntemlerini tanımlar. Gelecekte ortaya çıkacak modül teknolojileri için serideki ek teknik özellikler sunulabilir. [41, 82]

4.1.3 IEC 61730

IEC 61730'un bu bölümü PV (fotovoltaik) modüllere yönelik güvenli mekanik ve elektriksel çalışma sağlamak için beklenen kullanım süresi boyunca olması gereken temel yapı kurallarını içerir ve tanımlar. Çevresel baskılar, mekanik sorunlar ve diğer hususlardan kaynaklı olarak oluşacak yangın çıkarma tehlikesi, elektrik

çarpmaları ve bireysel yaralanmaların önlenmesi ve tedbirlerin değerlendirilmesi amacını sağlamıştır. IEC 61730'a ait bu bölüm yapım sürecine yönelik özel kurallara uygun içeriktedir. IEC 61730-2 deney kurallarını özetler. [42, 85]

4.1.4 Multi-Busbar

Multi Busbar Half Cut güneş paneli, A sınıfı bir panel olarak bilinmektedir. Dayanıklılık oranı oldukça yüksek ve verimliliği çok fazla olan mono kristal özellikli güneş hücreleri sistemi ile üretilmektedir. Ayrıca hücrelerin silikon saflığı üst düzeyde bulunmaktadır. [43, 84]

4.2 İnverterler İçin Standartlar

4.2.1 EN 62019

Bu standard; beyan gerilimi 440V a.a. ve 250V d.a.'ı ve beyan akımı 10A'i geçmeyen, ev tipi ve benzeri tesisatlar için, aşırı akım koruma devre kesicileri ve birleşik aşırı akım koruması olan veya olmayan artık akımla çalışan devre kesicileriyle ilgili (veya ilgili olması amaçlanan) yardımcı elektromekanik kontak birimlerini kapsar. [44, 90]

4.2.2 IEC 62116

EC EN 62116, elektrik şebekesine bağlı PV sistemlerde kullanılan ada önleme tedbirlerinin performanslarını değerlendirmek için oluşturulmuş bir test prosedürü sağlamaktadır. Bu standart ile şebekeye bağlı olan çok fazlı veya tek fazlı şebeke etkileşimli FV eviricilerin içerisine veya bunlarla oluşan kurulan otomatik adalaşmanın önüne geçmek ve önleme tedbirlerinin performansının test edilmesini sağlanması için bir klavuzu açıklar. Bu açıklanan test kriterleri ve prosedürü, tekrarlanabilirliğe izin verecek minimum gereksinimlerdir. Bir önceki baskıya kıyasla yapılan büyük değişiklikler, DC güç kaynakları ve yapılan test koşulları ile ilgilidir. Bu standart, diğer şebeke bağlantılı sistemlere (örneğin, invertör tabanlı mikrotürbin ve yakıt hücreleri, indüksiyon ve senkron makineler) uygulanabilir. Ancak invertör tabanlı FV sistemler dışındaki sistemler için teknik inceleme gerekli olabilir. Standart, elektrik şebekesine bağlı olarak PV sistemlerinin güç düzenleyicisi tarafından kullanılan ada önleme önlemlerinin ve etkinliğini değerlendirmek için bir konsensüs olarak test prosedürü sağlar. Belgenin özellikle fotovoltaik sistemler için

invertörleri ele almasına rağmen, kurulum ve prosedürün bazı değişikliklerle birlikte diğer üretim kaynaklarıyla kullanılan invertörleri veya PV invertörleri veya diğer nesillerle birlikte kullanılması amaçlanan ayrı adalanma önleme cihazlarını değerlendirmek için de kullanılabileceğini unutmayın. Standardın gerekliliklerini karşılayan invertörler ve diğer cihazlar, ada dışı olarak kabul edilebilir; bu, makul koşullar altında cihazın ada koşullarını algılayacağı ve kamu elektrik güç şebekesine enerji vermeyi durduracağı anlamına gelir. EUT, bir depolama pilinden şebeke bağlantılı modda çalışabilirse, maksimum EUT giriş akımı söz konusu olduğunda DC güç kaynağı sınırlayıcı cihaz olmadığı sürece, pil yerine bir DC güç kaynağı kullanılabilir. [45, 86]

4.2.3 EN 50530

Bu Avrupa Standardı, şebekeye bağlı fotovoltaik sistemlerde kullanılan invertörlerin maksimum güç noktası takibinin (MPPT) verimliliğinin ölçümü için bir prosedür sağlar. Bu durumda invertör, nominal AC voltajı ve nominal frekansı ile düşük voltajlı bir şebekeye enerji verir. Hem statik hem de dinamik MPPT verimliliği dikkate alınır. Statik MPPT verimliliği ve dönüşüm verimliliğine dayanarak genel invertör verimliliği hesaplanır. Dinamik MPPT verimliliği ayrı olarak gösterilir. [46, 87]

4.2.4 IEC 61727

Bu Uluslararası Standart, şebekeyle paralel olarak çalışan ve DC enerjiyi AC enerjiye dönüştürmek için statik adasız invertörler kullanan şebeke ile bağlantılı olarak fotovoltaik (PV) güç sistemlerine uygulanırlar. Bu belge, tek veya üç fazlı bireysel konutlarda kullanılabilenler gibi, 10 kVA veya daha düşük değere sahip sistemler için özel tavsiyeleri açıklamaktadır. Bu standart, alçak gerilim şebeke dağıtım sistemi ile ara bağlantıya uygulanır. Standardın amacı, PV sistemlerinin şebeke dağıtım sistemine ara bağlantısı için gereklilikleri ortaya koymaktır. [47, 89]

4.2.5 TS EN/IEC 60068

Çalışma durumu ekstrem olacak durumlarda ve mevsim koşullarında elektronik cihazların bu durumlardaki davranışlarını incelemek ve oluşan çevre koşullarına yönelik testler için bu standart uygulanır. TS EN/IEC 60068 standardı bu serisi içerisinde bulunan deneyler ile ilgili bu şartları simülasyon ederek cihazların oluşacak bu şartlar altındaki çalışma durumlarının ve performanslarının değerlendirilmesi esnasında yapılacak deneylerin hangi şartlar altında gerçekleşmesi gerektiğini anlatır. Yapılacak bu testler kuru sıcaklık, ortamdaki soğukluğu, tuzlu sis ile korozyon oluşumunu, dönüşümlü yaş sıcaklık halleri ve ani sıcaklık değişimleri gibi testleri içermektedir. [48, 90]

4.2.6 TS EN/IEC 61683

Bu standard, güç şartlandırıcının çıkışında olan sabit frekanslı kararlı bir a.a. gerilimi veya kararlı bir d.a. gerilimi olduğunda güç şebeke etkileşimli (interaktif), şebekeden bağımsız ve fotovoltaik sistemlerde kullanılan güç şartlandırıcılarının verim ölçülmesine ait kılavuz bilgilerini kapsar. Verim, fabrikada giriş ve çıkış güçlerinin doğrudan ölçülmesiyle hesaplanır. Uygulanabilir olduğunda bir yalıtım transformatörü içerir. [49, 91]

4.2.7 IEC 62109

Bu standart, enerji kaynaklı tehlike, mekanik, elektirik çarpması, yangın ve oluşabilecek diğer tehlike durumlarına karşı koruma yöntemlerine ve önlemlerine yönelik güç dönüştürme ekipmanının (PCE) üretim ve tasarımında gerekli olan minimum ihtiyaç ve gereksinimleri tanımlar. Fotovoltaik güç sistemlerinde kullanılan güç dönüştürücülere yönelik güvenlik önlemlerini açıklayan bir standardıdır. DC'den AC'ye invertör ürünleriyle ilgili özel güvenlik gereksinimlerini kapsar. [50, 88]

4.2.8 IEC 61727

Bu Standart, şebekeyle beraber paralel çalışan ve DC enerjiyi AC enerjiye dönüştürmek için statik adasız invertörler kullanan şebeke ile bağlantılı olan fotovoltaik güç sistemlerine uygulanır. Standart, tek veya üç fazlı bireysel konutlarda

kullanılabilenler gibi, 10 kVA veya daha düşük değere sahip sistemler için özel tavsiyeleri açıklamaktadır. Bu standart, alçak gerilim şebeke dağıtım sistemi ile ara bağlantıya uygulanır. Bu standardın amacı, PV sistemlerinin şebeke dağıtım sistemine ara bağlantısı için gereklilikleri ortaya koymaktır. Standartta ayrıntıları verilen standartları karşılayan tip sertifikasına sahip bir invertörün, başka bir teste gerek kalmadan kurulum için kabul edilebilir olduğu kabul edilmelidir. Bu standart EMC veya adalanmaya karşı koruma mekanizmalarıyla ilgilenmez. Arayüz gereksinimleri, depolama sistemleri birleştirildiğinde veya PV sisteminin çalışması için kontrol sinyalleri yardımcı program tarafından sağlandığında farklılık gösterebilir.[51]

4.3 Mekanik Konstrüksiyon İçin Standartlar

4.3.1 EN AW 6063

Kaynak kabiliyeti çok iyi olan, korozyona dayanımı yüksek, T4 ısıtım işlem formunda iken iyi soğuk şekillenebilir özelliği kapsayan, yorulma dayanım durumu yüksek olan, çok karmaşık haldeki parçalar için uygunluk. EN AW 6063 düşük yoğunluğa sahip, alüminyum alaşımlı hafif bir malzemedir. Yaklaşık olarak $2,7 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğa sahiptir. Sahip olduğu bu özellik sayesinde fazla ağırlık oluşturmaz ve teknik yapısı sebebi ile iyi derecede termal iletkenlik özelliği bulunur. [52, 92]

4.3.2 TS EN 12020

TS EN 12020-1 Bu standard EN AW 6063 ve EN AW 6060 alaşımlarıyla ve ekstrüzyonla, ısıtım bariyersiz olarak ve ısıtım bariyerli olarak imal edilmiş olan ve daha sonra yüzey işlemine tâbi tutulmayacak olan hassas profillerin olması gereken teknik muayene ve teslim şartlarını kapsar. Bu standardın kapsamındaki hassas profiller EN 755-9 kapsamındaki ekstrüzyonla imal edilmiş genel uygulama amaçlı profillerden şu özellikleriyle ayrılır. Esas olarak mimarlık uygulamaları içindir; Görülebilir yüzeylerin yüzey durumlarıyla ilgili daha sıkı şartlara tabidir; - En büyük çevresel çemberin çapı, CD, 300 mm'dir. Daha dar boyut ve şekil toleranslarıyla imal edilir. Tasarımlarının karmaşık olması sebebiyle imalâtları ve tanımlanmaları zor olan profiller söz konusu olduğunda, müşteri ile imalâtçı arasında özel anlaşmalar yapılmalıdır. Isıtım bariyer (termik engel) malzemelerinin boyut toleransları üzerine etkisi EN 12020-2 standardının kapsamındadır, ancak ısıtım bariyer malzemenin

kendisi söz konusu standardın kapsamında değildir. TS EN 12020-2 bu standard EN AW 6063 ve EN AW 6060 alaşımlarından ekstrüzyonla, termal bariyersiz olan ve termal bariyerli olarak imal edilen hassas profillerin olduğu boyut ve şekil toleranslarını kapsar. Bu standard daha sonra yüzey işlemi yapılması düşünülmeyen ekstrüzyonla imal edilmiş mamullere de uygulanır. Bu standardın kapsamındaki hassas profiller EN 755-9 kapsamındaki ekstrüzyonla imal edilmiş genel uygulama amaçlı profillerden şu özellikleriyle ayrılır. Esas olarak mimarlık uygulamaları içindir; Görülebilir yüzeylerin yüzey durumlarıyla ilgili daha sıkı gereksinimleri karşılar; En büyük çevresel çemberin çapı, CD, 350 mm'dir. Daha dar boyut ve şekil toleranslarıyla imal edilir. [53]

4.3.3 TSE EN 755

Alüminyum ve alüminyum alaşımları, boru ve profiller – muayene, ekstrüde çubuk-çubuk ve teslimat için teknik koşullar içeren test standartlarıdır. Alüminyum ekstrüzyonlar otomotiv, inşaat, genel kullanımlar ve havacılık dahil olmak üzere çok farklı sektörlerde kullanılabilmektedir. Hazırlanan standart, yapılan bu tür ürünlerin muayenesi ve teslimatı için teknik koşulları belirler. Genel mühendislik uygulamalarında alaşımlı ekstrüde çubuk/çubuk ve dövme alüminyum, boru ve profillerin teslimi ve muayenesi için teknik koşulları belirler. Revize olmuş bu standart, üretim süreçleri, sipariş süreçleri, kimyasal bileşim limitleri, kalite kontrol, numune alma ve test prosedürleri ile ilgili yönergeleri içermektedir. Bu standard ile biçimlenebilen alüminyum alaşımı tellik çubuk/çubuk ve alüminyum, boru ve profiller için genel mühendislik uygulamaları ile teslim şartlarını ve teknik muayene koşullarını kapsar. [54]

4.3.4 TSE EN 10204

Bu standart sipariş sonrası tespit edilen şartlara uygun şekilde yapılan ve üretim metodu ne olursa olsun metal malzemelerden imal edilmiş bütün ürünlerin üretim sonrası tesliminde alıcıya verilen farklı tipteki deney ve muayene belgelerini

kapsamaktadır. Çelik (v.d.) ürünler için denetim belgeleri standardıdır. EN 10204'e göre üretilen sertifikalar, tedarikçilerin çeliğin kimyasal ve mekanik özelliklerine ilişkin yasal ve düzenleyici gereksinimlerin karşılandığını göstermelerini sağlar. [55]

4.3.5 QUALICOAT

Teknik olarak, QUALICOAT standardı, gelişmiş uygulamalar için ön işlem süreci içindeki minimum aşındırma gerekliliklerini belirlediği ve filiform korozyon direnci için düzenli olarak bitmiş toz boyalı yüzey laboratuvar testlerini içerir. [56, 93]

4.3.6 QUALANOD

QUALANOD Avrupa Eloksalcılar Birliği tarafından 1974 yılında, Avrupa Biçimlenebilir Alüminyum Birliği ile belirli Avrupa ülkelerindeki eloksalcıların beraber oluşturduğu dernekler tarafından kurulumu yapılmış bir kalite belgelendirme kuruluşu olmakla beraber amacı ise eloksal ile kaplanmış alüminyum ürünlerin kalitesinin geliştirilmesi ve devamının sağlanmasıdır. ESTAL (Avrupa Alüminyum Yüzey İşlem Birliği) olarak adı 1994 yılından itibaren değişmiştir. Bu Spesifikasyon, EN 12373 ve diğer konu ile ilgili standartlarla birlikte paralel olarak QUALANOD kalite markasının esaslarını oluşturur. Bu markaya sahip olan ve sahip olmak isteyen kuruluşlar için uygulanması zorunlu bir standarttır. Özetlenen durumlara özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Eloksal tesislerinin yükümlülüğüne, eloksal kalınlığı sınıflandırmasına, eloksal sonrasında ürünün şekillendirilmesine, Kontrol edilecek ürünlerin tanımlanmasına, Taşeron eloksalcıya iş yaptırmada taşeron yükümlülüklerine. [57, 94]

4.3.7 CE

Avrupa Birliğini, CE işareti ile teknik mevzuat uyumu çerçevesinde malların serbest olarak dolaşımının tam anlamıyla sağlanması için yapılan ürünlerin teknik yapılarına ait olarak mevzuatı genel anlaşılır ve daha da basit hale getirmek için benimsediği Yeni Yaklaşım Politikası kapsamında 1985 yılında hazırlanan Yeni Yaklaşım Direktiflerini kapsayan ürünlerin bu direktiflere uygun şekilde olduğunu ve ihtiyaç duyulan gerekli bütün uygunluk değerlendirme gerekliliklerinden geçtiğini güvenlik, sağlık ve çevrenin ve tüketicilerin korunması gerekliliklerine uygunluğunu gösteren kısaltması Conformité Européenne kelimelerinin baş harflerini kapsayarak

oluşturulan bir Birlik işaretidir. Üreticinin sunduğu bir garanti beyanı olan ve diğer anlamda da üretilen ürünün pasaportu olarak ifade edilen CE işareti sanıldığı gibi bir kalite belgesi değildir. CE işareti, üzerinde bulunduğu ürünün, hayvan, insan, bitki güvenliği ve sağlığı ile çevreye zarar vermeyeceğini teminat eden ve garanti altına almakta olup, bunun amacı Avrupa Ekonomik Alanı kapsayan bu genelde tek bir işaretin kullanılmasını amaçladır. Tüketicilerin insanlar tarafından daha emniyetli olarak sınıflandırılmış ürünleri tespit edilmesini kolaylaştırmakta ve bu CE işaretini taşıyan ürünler, tüketicilere aldıkları ürünün daha yüksek kaliteli ürünler sınıfında sunulmasını sağlamak amacıyla güvenli, etiket ve ambalajla ilgili standartlara uygunluğunu CE işareti ile gösterilmektedir. [58, 95]

4.4 Kablo İçin Standartlar

4.4.1 TS HD 604 S1

Bu standard, beyan gerilimi 1,9/3,3 kV yada U_0/U 0,6/1 kV olan sabit olan tesisler için bükülgen ve rijit iletkenli kabloları kapsamaktadır. Kablolar, güç istasyonlarında kullanılan özel yangın performanslı güç kabloları, beyan gerilimleri 1,9/3,3 kV yada U_0/U 0,6/1 kV'dır. [59, 96]

4.4.2 TS IEC 60502

Bu standard, endüstriyel tesisler veya dağıtım şebekeleri gibi sabit tesisler için tespit edilen beyan gerilimi 3 kV ve 1 kV olan ekstrüzyonla çekilmiş katı yalıtımlı olan güç kablolarının boyutunu, yapılışını ve sahip olduğu deney özelliklerini kapsamaktadır. [60, 97]

4.5 Elektrik Panoları İçin Standartlar

4.5.1 IEC/EN 61439

Bu standard, kontrol düzeni panoları ve alçak gerilim anahtarlama için işletme şartlarını, yapılış kurallarını ve tarifleri ile doğrulama kurallarını ve teknik özellikleri kapsamaktadır. [61, 98]

4.5.2 IEC/EN 62208

Hazırlanan bu standard ile kullanıcı tarafından, kontrol bileşenleri ve anahtarlama yerleştirilmeden önce hazırlanan, mahfaza imalatçısı tarafından yapımı sağlanan boş mahfazaları kapsamaktadır. IEC 62208:2023, pano üreticisi tarafından sağlanan, anahtarlama donanımı ve kontrol donanımı bileşenlerinin montaj üreticisi tarafından dahil edilmesinden önce boş muhafazalar için geçerlidir. Bu standart, anma gerilimi 1000 V'u aşmayan, şalt ve kontrol donanımı düzeneklerinin bir parçası olarak kullanılacak muhafazaların (örneğin, IEC 61439 serisindeki ürün standardına uygun olarak) genel tanımlarını, sınıflandırmalarını, özelliklerini ve test gerekliliklerini belirtir. AC veya 1 500 V DC ve hem dış mekanlarda hem de iç mekan uygulamalarında genel kullanıma uygundur. [62, 99]

4.5.3 IEC/60529

Ingress protection rating dış etkenlere karşı koruma derecesi manasına gelen bu terim (P koruma derecesi), içeriğinde elektrikli bileşenleri barındıran bir gövdenin çeşitli nesnelere, istenmeyen temaslara, toza ve suya karşı ne derecede koruma sağladığını değerlendiren uluslararası bir standarttır. IP koruma derecesi, AB'nin EN 60529 standardına göre belirlenmektedir. Bu IP kodu, her zaman IP (Ingress Protection) harfleri ile başlar ve bu harfleri iki rakam ve belli durumlarda bir harf takip eder. İki rakam ve son harf, koruma sınıflarını tanımlar. [63, 100]

4.5.4 IEC 61641

Bu standart, montajların koşullar altında test edilme yöntemi hakkında rehberlik sağlar. Bu standart kapsamında yapılan iç ark deneyi gerçekleştirmekteki olan amaç, standarta uygun olarak tip testlerini tamamlamış mahfazalı üniteler için, iç hata ile oluşan ark koşulları altında olan performansları belirlemektir. Bu amaçla iç ark deneyi gerçekleştirmek için standardın izin vermiş olduğu ölçülerde iletken bir tel vasıtası ile fazlar kısa devre edilir. İç ark deneyi esnasında ürünü üreten imalatçı beyanı doğrultusunda, alınan deney numunesi etrafına indikatörler yerleştirilir. Yerleştirilen bu indikatörler normal işletme anı için operatörü temsil etmektedir. İç ark deneyi esnasında, bu oluşan iç hata durumunda alınan deney numunesi

etrafındaki indikatörlere herhangi bir zarar gelmemesi için dikkat edilmesi gerekmektedir. [64, 101]

4.5.5 IEC 60068

Standarta tabi olan elektronik cihazların çalışma koşulu ekstrem olabilecek şartlardaki veya mevsim şartlarındaki davranışlarını gözlemlemek için çevre koşullarını test etmek amacıyla bu standart uygulanmaktadır. Bu standart serisi içerisinde yapılan deneyler bu şartları en uygun şekilde simülasyon ederek cihazların o şartlar altındaki çalışma performanslarının değerlendirilmesi esnasında deneylerin hangi şartlar altında gerçekleşmesi gerektiğini anlatır. Bu testler tuzlu sis ile korozyon oluşumu, ani sıcaklık değişimleri, kuru sıcaklık, ortam soğukluğu ve dönüşümlü yaş sıcaklık testleri gibi testleri içermektedir. [65, 102]

4.5.6 IEEE-693/2005

Bu standart trafo merkezi binalarının, yapılarının ve ekipmanlarının sismik tasarımına yönelik öneriler içerir. Elektrikli güç ekipmanlarının sismik yeterliliğine yönelik entegre bir gereksinimler standardı olarak tasarlanmıştır. [66, 103]

4.5.7 IEC 60364

Bu standart doğrultusunda alçak gerilim elektrik tesisatları için kullanılan koruma ve anahtarlama cihazları ürün standartları, bireysel olarak ürünlerin özelliklerine ve testlerine odaklanmakta olup, alçak gerilim elektrik tesisatlarında, elektrik çarpmasına karşı koruma, aşırı akıma karşı koruma, aşırı gerilime karşı koruma gibi farklı ihtiyaçlar için kullanılacak ürünlerin doğru bir şekilde seçilmesi ve kullanılması, bu standart maddelerine tabi olmaktadır. [67, 104]

4.5.8 IEC 62305

Bu standard, insanlarda olduğu gibi aynı şekilde tesisleri ve bunların içindeki yapıların dahi yıldırımlara karşı olan korunması için takip edilmesi gereken genel prensipleri kapsamaktadır. Bu standart, yıldırımın ve yıldırım düşmesi sonrasında oluşan etkilerin son 20 yılda artan bilimsel anlayışını yansıtmaktadır. Elektronik sistemlerin ve teknolojinin günlük faaliyetlerimiz üzerindeki son yıllarda artan etkisini değerlendirmektedir. Bu standart dört farklı bölümden oluşmaktadır, genel

ilkeleri, yapılara verilebilecek fiziksel hasar, risk yönetimi ve oluşabilecek hayati tehlike ile sahip olunan elektronik sistemlerin korunmasıdır. Bu standartın anahtarı, yıldırımlardan korunma ile ilgili olan tüm gerekliliklerin yapılan tam kapsamlı ve karmaşık bir risk değerlendirmesi tarafından yönlendirilmesi ve yapılan bu değerlendirmenin sadece sistemde korunacak yapıyı değil, aynı zamanda yapının bağlı olduğu hizmetleri de hesaba katarak yapmasıdır. Bu standartın temelinde, artık yapısal yıldırım koruması tek başına düşünülemez olduğu gibi bununla beraber geçici aşırı gerilimlere veya elektrik dalgalanmalarına karşı koruma standartın vazgeçilmez bir parçası olmaktadır. [68, 105]

4.5.9 IEC 60071

Standart, 1 kV'un üzerindeki ekipmanlar için en yüksek gerilime sahip üç fazlı AC sistemleri için geçerlidir. Ekipmanın ve bu sistemlerin kurulumunun fazdan toprağa, fazdan faza ve boylamasına izolasyonu için beyan dayanım gerilimlerinin seçimine ilişkin prosedürü kapsar. Ayrıca nominal dayanım gerilimlerinin seçildiği standart dayanım gerilimlerinin listesini de verir. Bu belge, seçilen dayanım gerilimlerinin ekipman için en yüksek gerilimle ilişkili olduğunu açıklamaktadır. Bu dernek yalnızca yalıtım koordinasyonu amaçlıdır. İnsan güvenliğine yönelik gereklilikler bu belgenin kapsamına girmemektedir. Bu belgenin ilkeleri iletim hattı yalıtımına da uygulanırsa da, dayanım gerilimlerinin değerleri standart anma dayanım gerilimlerinden farklı olabilir. Cihaz komiteleri, bu belgedeki tavsiyeleri dikkate alarak, anma dayanım gerilimlerini ve ilgili ekipmana uygun test prosedürlerini belirlemekten sorumludur. IEC 60071-2'de, bu belgede verilen yalıtım koordinasyonuna ilişkin tüm kurallar, özellikle de standart nominal dayanım gerilimlerinin ekipman için en yüksek gerilimle ilişkilendirilmesi ayrıntılı olarak gerekçelendirilmiştir. Ekipman için aynı en yüksek gerilimle birden fazla standart nominal dayanım gerilimi seti ilişkilendirildiğinde, en uygun setin seçimi için rehberlik sağlanır. [69, 106]

4.5.10 IEC 61869

IEC 61869-1:2023, nominal voltajın 1 kV AC veya 1,5 kV DC'den yüksek olduğu, ölçüm, koruma ve kontrol amacıyla analog veya dijital ikincil sinyale sahip uygulamalar için tasarlanan yeni üretilmiş ölçü transformatörlerine 15 Hz ila 400 Hz

arası nominal frekanslar veya DC uygulamaları için uygulanabilir. Standart, 15 Hz ile 100 Hz'lik beyan frekanslarına sahip elektrikli ölçüm aletleri ve/veya elektrikli koruma cihazları ile kullanıma yönelik yeni üretilen endüktif akım transformatörleri için geçerlidir. Bu standard, 15 Hz ile 100 Hz arasındaki frekanslarda elektriksel ölçme aygıtlarıyla ve elektriksel koruma düzenleriyle birlikte kullanılması amaçlanan yeni endüktif gerilim transformatörlerini de kapsar. [70, 107]

4.5.11 IEC 62446

Bu standart güvenliliği doğrulamak için beklenen devreye alma testleri, muayene kriterleri ve belgeler sistemin kurulumu ve doğru çalışması. Ayrıca periyodik yeniden test için de kullanılabilir. Bu standart kurulan güneş enerji santrallerinin performanslarını ölçümlemek ve denetleyebilmek amacıyla kullanılır. Akım gerilim ölçümü (Curve), performans ölçümü, izolasyon testi, elektrolüminesans (EL) testi, , topraklama testi ve drone ile termal testler yapılır. [71]

4.6 Diğer Standartlar

4.6.1 TS 13381 Yenilenebilir Enerji ile Elektrik Üretim Standartı

Bu standard, Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile elektrik enerjisi üreten sistemler yetkili servislerinin belgelendirme, yapısal özellik, işletmecilik, çalışanların özellikleri ve teknik donanım ile ilgili kurallarını kapsamaktadır. [72]

4.6.2 TS EN ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi Standartı

Bir kuruluşun müşteriden gelen talepleri, sistemde yapılacak iyileştirilmeleri ve müşteriyle mevcut yürürlükteki olan mevzuat şartlarına uyulduğu ve düzenlemelerin yapıldığı güvencesinin verilmesi için sürece dahil olan prosesler de olmak üzere sistemin işleyişinin verimli uygulanması yoluyla müşteri şikayetlerinin de değerlendirilmesi, şikayetler konusunda aksiyonlar alarak düzeltici faaliyetlerde bulunarak müşteri memnuniyetinin artırılması amacına yönelerek sürekli iyileştirmelerin yapılması için bu standart maddeleri önem arz etmektedir. [73]

4.6.3 TS ISO 45001 İş Sağlığı Ve Güvenliği Sistemleri Standartı

İSG standartı ile kuruluşlarda gerçekleşen işe dayalı yaralanma ve mestek hastalıklarını önlemek amacıyla işçiler ve tüm personeller için daha sağlıklı, güvenli ve ergonomik çalışma ortamları hazırlanması ve buna olanak sağlaması ile birlikte önceden önlemler ve aksiyonlar alarak iş güvenliği performanslarını arttırmalarına imkân vermek amacıyla işletmede katılımın olduğu aktif bir iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin içermesi gereken şartlarını belirtmektedir. Bu sistemin kullanımı uygulanması ve devamlılığı için rehberlik yapan bir standarttır. Bu standart maddeleri oluşabilecek tehlikeli durumları, riskleri, sistemsel kaynaklı oluşabilecek güvenlik tehditlerini ve uzun süre maruz kalınma sebebi ile yaşanabilecek meslek hastalıklarının önüne geçerek tedbir almaktır. Bu kapsamda risk analizleri yapılarak işletmenin sahip olduğu riskler tespit edilir. Tespit edilen riskler sonrasında kurumda ilgili konuyu içeren birimlere düzeltici faaliyetler açılarak yapılan düzeltmelere ait aksiyonların tespiti ve ispatı istenir. İSG süreçlerine tüm işletmenin katılması dikkat etmesi ve kurallara önem göstermeleri istenir. Saha sürekli kontrol edilerek oluşabilecek risklerin önüne geçilmelidir. Üretimde oluşacak risk faktörleri ve kazalar olası üretim kayıplarına ve mali yüklere sebep olmaktadır. Bu standart oluşabilecek olumsuzlukların önüne geçilmesinde tedbir alınması için önem arz etmektedir. [74]

BÖLÜM 5

GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİ

5.1 Güneş Enerji Sistemleri Çeşitleri

5.1.1 Arazi Güneş Enerji Sistemleri

- ❖ Çakım Sistemler: Arazi yapısının çakım derinliği yapmaya müsait olan arazilerde uygulanan işlemlerdir. Statik projelerle, kullanılacak malzeme derinliğine karar verilir.
- ❖ Beton Üstü Sistemler: Arazi yapısının çakılmaya uygun olmadığı durumlarda (gevşek zemin vb. arazi) uygulanan sistemlerdir. İstenen açı ile sistem kurulabilmektedir. Genel de C profillerden oluşmakta olan montaj sehbarlarında, özel bağlantı elemanları kullanılmaktadır. [75, 107]

5.1.2 Çatı Güneş Enerji Sistemleri

- ❖ Kiremit Çatı: Kiremit çatı kancası ile yükseklik ayarı yapılan ve alt çatı aşığına bağlanan sistemlerdir. Kanca üzerine ray profile yandan veya alttan bağlantı olarak seçilebilmektedir.
- ❖ Membran Çatı: Yapıştırma sisteminin ısıtılarak uygulandığı montaj yapıldığı sistemlerdir. Montaj uygulanacak zemin, öncelikler temizlenir. Sıcak hava desteği ile kaynak yapılır. Özel bir rulo desteği ile membranın daha iyi yapışması sağlanır. Membranın üzerine yapılan diğer bağlantılar, çatı montaj sistemine benzer sistemlerdir.
- ❖ Sandviç Çatı: Sandviç panel ve trapez sac kaplı çatılar için uygulanan hatve üstü bağlantı, çatı aşığına ankraj yapılan sistemlerdir. Aşık ray profilleri tam boy, parçalı ve/veya hatve üstü bağlantı profile olarak seçilebilmektedir. Farklı yüksekliklerde çatı profilleri vardır. [76, 108]

5.1.3 Tarımsal Sulama İçin Güneş Enerji Sistemleri

Güneş panelleri tarafından üretilen elektrik enerjisi ile motorların ve su pompalarının çalıştırılması amacıyla kullandığı bu sistemlere solar(güneş enerjili) sulama sistemleri diye isimlendirilmektedir. Güneş enerjisi ile tarımsal sulama sistemi olarak da isimlendirilen bu sulama sistemleri sayesinde elektrik enerjisinin olmadığı iletimin zor olduğu enerji yoksunluğu çeken bölgelerde üreticilere hem alternatif bir yöntem hem de enerjiye ulaşım yolu sunmaktadır. Sürekli artan enerji zamları ve dağıtım maliyetleri nedeniyle yüksek gelen elektrik faturalarına kıyasla faturalara göre çok daha az bir maliyete sahip olan bu sulama sistemleri, ilk kurulum maliyeti harici ufak bakım giderleri ile tüketicide kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Kurulan sistem belirli sürelerde sistemin periyodik kontrollerinin yapılması yeterlidir. Yüzey sulama, damla sulama ve yağmurlama gibi birçok sulama türüyle tarımsal sulama sistemleri kurulabilir. Güneş enerjili tarımsal sulama sistemleri faydasıyla hem eldeki suyun daha etkin kullanılması hem de daha az sulama maliyeti ile çifte kazanç sağlanmaktadır. Güneş enerji sistemi ile çalışan tarımsal sulama sistemlerinin ülkemiz koşullarında ortalama ekonomik ömürleri 25 ile 30 yıl arasındadır. Türkiye'nin coğrafi ve iklim koşulları göz önünde alındığı zaman tarımsal alanların sulanmasında en fazla sulamaya bahar mevsimleri olan Nisan ve Eylül ayları arasında ihtiyaç duyulmaktadır. Sulama ihtiyacı olan bu aylarda olan bulutlu hava durumlarına rağmen enerji üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Güneş enerjisi ile sulama sistemlerinde günlük bazda değerlendirildiğinde güneşli bir günde kesintisiz olarak sistem ortalama 9 saate yakın şekilde verimli çalışabilmektedir. Güneş enerji sistemi hiç bir şebekeye bağlanmadan, elektrik ya da yakıt fiyatlarında gerçekleşen dalgalanmalardan etkilenmeden ve piyasa fiyatlarına bağımlı olmadan kullanılmakta ve bakım maliyetleri diğer sistemlere göre düşüktür. Tarımsal alana kurulan güneş enerjisi ile çalışan tarımsal sulama sistemlerinin kurulum yatırım maliyetinin geri dönüş süresi kısa olup kendisini kısa sürede amorti etmektedir. [77, 109]

5.2 GES Kurulumu İçin Gerekli Malzeme Ve İşlemler

- ❖ Solar Panel
- ❖ İnverter
- ❖ Uzaktan izleme sistemi

- ❖ Montaj sistemi
- ❖ Solar Tip Kablo (1x6 , 1x10)(%2 gerilim düşümü hesap edilmeli)
- ❖ MC4 Konnektör
- ❖ TEDAŞ proje hazırlanması ve geçici Kabul yapılması
- ❖ AC ana toplama panosu
- ❖ İnverter ile GES AC ana toplama panosu arası bağlantıda kullanılacak AC kablolar
- ❖ Kablo tavaları
- ❖ Topraklama

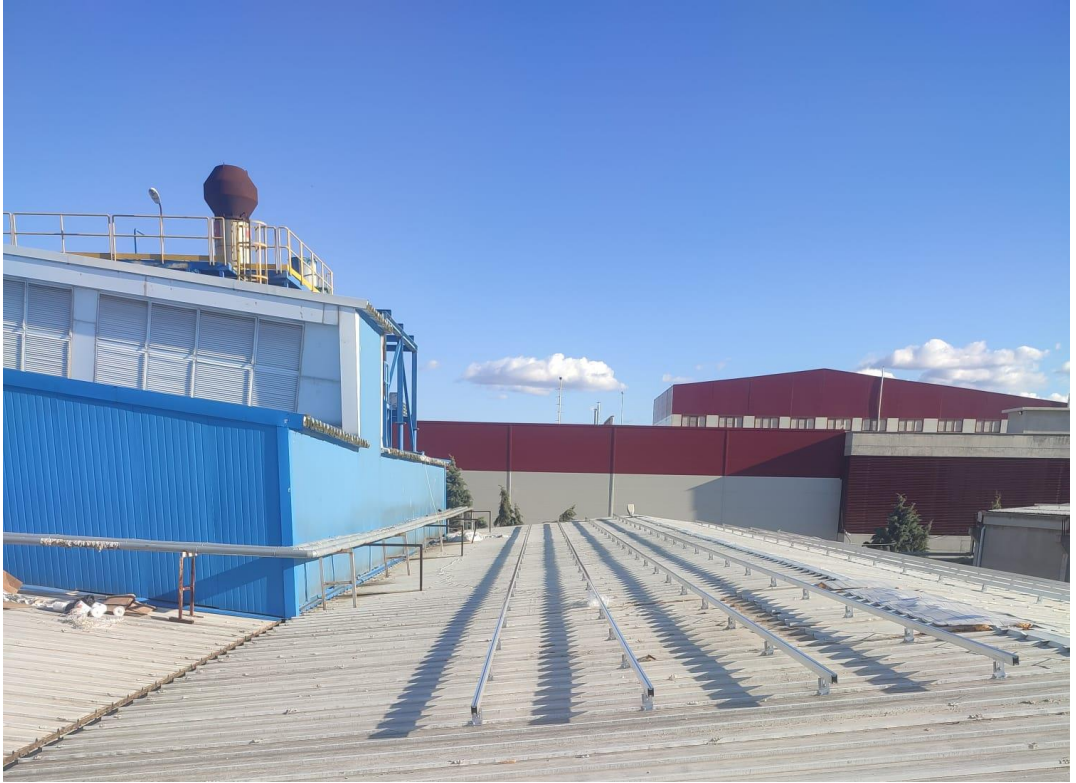
Bu tez kapsamında saha çalışması yapılan alana ait fotoğraflar :



Şekil 5.1 Panel kurulumu öncesi iskelet sistemi (Gaziantep, 2024)



Şekil 5.2 Panel kurulumu öncesi iskelet sistemi (Gaziantep, 2024)



Şekil 5.3 Panel kurulumu öncesi iskelet sistemi (Gaziantep, 2024)



Şekil 5.4 Panel kurulumu (Gaziantep, 2024)



Şekil 5.5 Panel kurulumu (Gaziantep, 2024)



Şekil 5.6 Kurulum sonrası paneller (Gaziantep, 2024)

5.3 Güneş Enerji Sisteminde Üretim Kaybına Sebep Olacak Etkenler

- ❖ Hava olayları
- ❖ Elektrik dağıtım şirketi tarafından önceden haber verilen planlı veya plansız şebeke kesintilerinden kaynaklı veya diğer sebeplerden dolayı inverter çıkış barasında enerjinin olmadığı haller
- ❖ Mücbir sebeplerden kaynaklanan üretimdeki azalmalar veya kesintiler
- ❖ Oluşabilecek fiziksel ve mekanik ekstra dış etkiler ve gölgelenmeler
- ❖ İşletmede olan elektrik kesintileri veya arızalar
- ❖ Rutin bakımların yapılmaması
- ❖ GES'e uygun sistem temizliğinin yapılmaması ve panellerin kirli olması
- ❖ Sisteme yapılacak dış müdahale sonucu ve içeriden sistemin kapatılması
- ❖ Santralde kullanılan ekipmanların arıza ve değişim süreçlerinde yedek parçanın tedarik edildiği süre boyunca şebeke kesintilerinin sebep olan kullanılmama durumu
- ❖ Santral bakımı ve temizlik esnasında oluşacak elektrik kesintileri
- ❖ Hırsızlık olayları veya sisteme uygulanacak saldırılar sonucu sistemin zarar görmesi
- ❖ Resmi denetimler (sigorta şirketi, devlet kurumları, yasal talepler vb.) esnasında uygulanabilecek kesinti durumu
- ❖ Koruma rölelerinin aktifleşmesine sebep olacak şebeke parametrelerinde dalgalanma durumu (aşırı voltaj veya frekans dalgalanması vb.)

5.4 GES Panelleri İçin Yıkama Analizi

Test yapılan işletmede bulunan 3500 kW AC, 4333 kWp gücünde, 8536 adet çatı üstü, 942 adet sundurma üstü ve 155 adet depo üstü olmak üzere toplamda 9633 adet panel ile ilgili 14.12.2023 tarihinde panel yıkamasının etkilerini ölçmek amaçlı test

edilmiştir. Yıkama öncesi ve yıkama sonrası analizi yapabilmek adına inverter bazlı analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu işlem için, su hattına en yakın olan yerde panelleri bulunan 30 numaralı inverter seçilmiştir. 30 numaralı inverter 8 dizi ve toplamda 258 adet panele bağlıdır. İnverter 30'a ait bu panellerin hepsi yıkanmıştır. Yıkama analizini yapmak adına, yıkamadan önce ki 4 gün ve yıkamadan sonra ki 4 günün üretim ve ısıtım değerleri gözlemlenmiştir.

Aşağıda yıkama öncesi 10.12.2023 – 13.12.2023 tarihlerine ait günlük toplam ısıtım ve inverter 30'un ürettiği günlük elektrik miktarları gösterilmiştir.

Tablo 5.1 Panel yıkama öncesi elektrik üretimi

GÜN	TOPLAM ÜRETİM (kWh/Gün)	TOPLAM IŞINIM (kWh/m ² /Gün)	(1 kWh/m ² /Gün) / (kWh/Gün)
10.12.2023	69,92	8,94	7,821
11.12.2023	20,45	3,47	5,893
12.12.2023	186,46	21,80	8,553
13.12.2023	29,48	4,37	6,745
TOPLAM	306,29	38,58	7,939

14.12.2023 tarihinde yıkama gerçekleştirilmiştir. Yıkama sonrası 15.12.2023 – 18.12.2023 tarihlerine ait günlük, toplam ısıtım ve inverter 30'un ürettiği günlük elektrik miktarları gösterilmiştir.

Tablo 4.2 Panel yıkama sonrası elektrik üretimi

GÜN	TOPLAM ÜRETİM (kWh/Gün)	TOPLAM IŞINIM (kWh/m ² /Gün)	(1 kWh/m ² /Gün) / (kWh/Gün)
15.12.2023	50,00	6,52	7,668
16.12.2023	196,37	22,55	8,708
17.12.2023	215,59	23,73	9,085
18.12.2023	214,23	24,5	8,744
TOPLAM	676,18	77,3	8,747

Alınan veriler analiz edildiği durumda, yıkamadan önce alınan veri sonuçları ile 38,58 kWh/m² ısıtım değerine karşılık paneller toplamda 306,32 kWh elektrik üretmişlerdir. Yıkamadan sonraki değerlere bakıldığında 4 gün için toplam 77,3 kWh/m² ısıtım değeri elde edilmiştir.

Yıkamadan önce ki değerlere göre $77,3 \text{ kWh/m}^2$ ısıtım için üretilmesi gereken elektrik enerjisi miktarı:

$$(306,29 \cdot 77,3) / 38,58 = 613,68 \text{ kWh}$$

Yıkama sonrası alınan değere bakıldığında elektrik üretiminin toplam $676,22 \text{ kWh}$ olduğu görülmüştür.

$$(676,18 \cdot 100) / 613,68 = 110,18$$

Bu sonuçlar neticesinde yıkama sonrası elektrik üretiminde %10.18'lik artış olduğu gözlemlenmiştir.

Tesisin kurulduğu bölgenin coğrafi konumuna ve fiziki özelliklerine göre tozlanma süresi değişmektedir. Gözle görülür şekilde olan kirlenmelerde anlık temizlik yapılması önerilmektedir. Eğer belirli bir kirlilik etkeni görünmüyor ise aylık periyotlar ile panel temizliği yapılmasının uygun olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 5.7 Yıkama öncesi panel (Gaziantep, 2024)



Şekil 5.8 Yıkama sonrası panel (Gaziantep, 2024)

5.5 GES Panelleri İçin Yükseklik Analizi

Panellerin kurulum yükseklikleri soğutma çevrimini etkilemektedir. Panellerin alt açıklık alanında olan hava sirkülasyonu panellerin daha iyi soğumasını ve verim performansını etkilemektedir. Panellerin yere yakınlığı arttıkça hava çevrimi daha az olur bu tür durumlarda ısınan panellerin soğuma hızı düşer. Panellerin yerden yükseklikleri ideal seviyeye getirilirse oluşan hava akımı panellerin aşırı ısınmasını etkileyerek enerji üretim verimini yükseltmektedir. Panellerin yerden standart kurulumdan yüksek yapılması maliyet sebebi ile daha az tercih edilmektedir lakin elektrik satın alma maliyetleri sebebi ile sistem ortalama 2,5 yılda kendisini amorti etmektedir. Bu kapsamda yerden yüksekliği 10 cm olan bir seri panel ve 25 cm olan panel serileri arasındaki 4 günlük enerji verimi kıyaslanmıştır ve tablo 5.3’de ve tablo 5.4’de sırasıyla sunulmuştur.

Tablo 5.3 10 cm yükseklik elektrik üretimi

GÜN	TOPLAM ÜRETİM (kWh/Gün)	TOPLAM İŞİNİM (kWh/m ² /Gün)	(1 kWh/m ² /Gün) / (kWh/Gün)
1.Gün	307,91	34,76	8,86
2.Gün	225,74	33,83	6,67
3.Gün	344,78	35,60	9,69
4.Gün	280,72	36,75	7,64
TOPLAM	1157,06	140,93	8,21

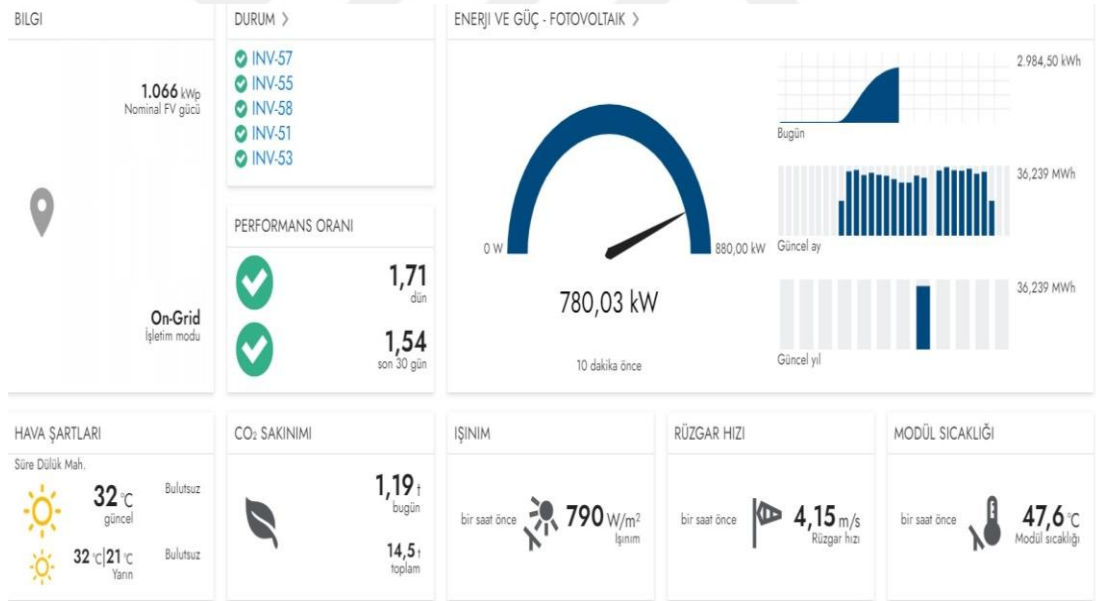
Tablo 5.4 25 cm yükseklik elektrik üretimi

GÜN	TOPLAM ÜRETİM (kWh/Gün)	TOPLAM İŞİNİM (kWh/m ² /Gün)	(1 kWh/m ² /Gün) / (kWh/Gün)
1.Gün	348,70	34,76	10,03
2.Gün	255,65	33,83	7,56
3.Gün	390,47	35,60	10,97
4.Gün	317,92	36,75	8,65
TOPLAM	1311,01	140,93	9,30

Tablo 5.3 ve tablo 5.4’de sunulan veriler analiz edildiğinde, 10 cm yükseklikteki panellerden 140,93 kWh/m² ısıtım değerine karşılık paneller toplamda 1157,06 kWh elektrik üretmişlerdir. 25 cm yükseklikteki panellerdeki değerlere bakıldığında 4 gün için toplam 1311,01 kWh/m² ısıtım değeri elde edilmiştir.

Bu sonuçlar neticesinde yerden olan yükseklik farkı ile oluşan hava çevrimi kaynaklı soğutma etkisinin elektrik üretiminde %13,31’lik fark oluşturduğu gözlemlenmiştir.

İşletmelerde kurulan çatı üstü güneş enerji santrallerinde, 25 cm üzerinde panel kurulumu yapılması durumunda bu etken hem maliyet olarak ciddi bir artışa neden olmakta hem de ergonomik açıdan uygun olmamaktadır. Kurulum sonrasında periyodik olarak yapılacak panel temizliği ve bakım, onarım kolaylığı düşünülmelidir. Bu nedenle sistemde 10 cm ve 25 cm yükseklikte kurulan panellerin performans değerleri incelenmiştir.



Şekil 5.9 Ölçüm verilerinin alındığı Scada sistemine ait ekran görüntüsü

(Gaziantep,2024)

BÖLÜM 6

SONUÇ

Toplumların yerleşik hayata geçmesi ve kurulan yerleşim alanlarında nüfus yoğunluğunun artması ile toplumlarda ihtiyaç gereksinimleri değişime uğramıştır. Bu ihtiyaçları karşılamak için hızlı, kolay ve maliyeti düşük alternatif arayışları zaman içerisinde devam etmiş ve bulunan sistemler sürekli olarak geliştirilmiştir. Bu sistemlerden biri de güneşten gelen enerjiyi kullanarak toplumsal ihtiyaçların karşılanmasıdır. Tarihsel süreç içerisinde güneş enerjisi besinlerin kurutulması uzun ömürlü olması, yemeklerin pişirilmesi, gölgeler ile saat ve zaman diliminin öğrenilmesi, buhar üretilmesi ve daha sonrasında buharlı makinelerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Son 2 asırda ise güneş enerjisinin elektrik üretiminde de kullanılabileceği fark edilerek bu alanda sistem geliştirici çalışmalar yapılmıştır. Daha verimli enerji üretmek için güneş enerjisi sistemine ait parçalar sürekli olarak geliştirilmekte hem kurulum maliyetleri düşürülmekte hem de daha fazla enerji üretimi sağlanabilmektedir.

Güneş enerji sistemi kurulumu yaparken, kurulum yapılacak bölgede güneşlenme, gölgelenme, eğim ve hava olayları ile ilgili doğru hesaplamaların yapılması, sistem kurulumu yapılırken kullanılan malzemelerin kalitesi ve uygunluğu sistemden elde edilen güneş enerjisi verimi için ciddi önem arz etmektedir. Doğru kurulan sistemde verim yüksek olurken, sistem kurulum maliyetinin amorti süresi ise daha kısa olmaktadır.

Üretim ve hizmet sektöründe en önemli kalemlerden biri enerji ihtiyacıdır. Bu kapsamdaki kurumların piyasadaki fiyat dalgalanmalarından, enerji kesintilerinden çok fazla etkilenmemek, sürekliliği sağlamak ve maddi artı sağlamak için enerji üretimine dahil olmaları gerekmektedir. Enerji üretiminde hem kurulum kolaylığı hem yenilenebilir olması hem de maliyetleri düşürücü etkisi nedeniyle güneş enerji sistemi ön plana çıkmaktadır.

Güneş enerji sisteminde elektrik enerjisi üretiminde verimliliği etkileyen bir çok parametre bulunmaktadır. Yapılan bu tez çalışmasında bu parametrelerden panel kirliliği ve panellerin kurulum esnasında yerden olan yüksekliğinin sistemin enerji üretimine olan etkileri üzerine test çalışması yapılmıştır. Paneller kirliliği olduğu zaman yapılan enerji üretimi ile paneller temizlendikten sonra yapılan enerji üretim verileri kıyaslanmıştır. Panelde yapılan temizliğin enerji üretimine etkisi tespit edilmiş, temizlik işlemi sonrası güneş enerji sisteminin elektrik enerjisi üretim miktarının %10,18 oranında arttığı gözlemlenmiştir. Panellerin yerden yüksekliğinin etkisini ölçmek amaçlı yerden yüksekliği 10 cm olan paneller ile yerden yüksekliği 25 cm olan panellerin elektrik enerjisi üretim değerleri kıyaslanmıştır. Elektrik enerjisi üretiminde 25 cm yükseklikte olan panellerin 10 cm yükseklikte olan panellere göre %13,31 oranında daha fazla enerji ürettiği gözlemlenmiştir. Yükseklik farkında olan enerji üretiminin miktarındaki farklılık soğutma çevrimi kaynaklıdır, yüksek olan paneller daha iyi hava akışı sağladığı için paneller ve sistem kabloları fazla ısınmamakta, sistem daha stabil ve verimli çalışmaktadır.

Bu tez çalışmasında güneş enerji sistemlerinde verimliliği etkileyen ve sistemin enerji üretim kapasitesini olumlu veya olumsuz etkileyebilecek parametrelerin değerlendirilmesi, tespit edilen durumlara karşı alınabilecek tedbirlerin ve yapılabilecek çalışmaların tespiti amaçlanmıştır. Sahada yapılan çalışma sonrası verimliliği etkileyen en kritik durum panel performansı olmuştur. Panel performansını panelin güneş alma miktarı ve panele ait teçhizatın yüksek verimde çalışması etkilemektedir. Bu tez çalışması sonrası elde edilen sonuçlara göre panelin yeteri kadar güneş almaması ve panel üzerinde oluşan kirliliğin elektrik enerjisi üretimini azaltıcı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Panel ve sistemin kurulum teçhizatında olan parçaların fazla ısınması sonrasında sistemin performansının düştüğü gözlemlenmiştir. Güneş enerji sistemlerinden daha verimli enerji üretimi sağlayabilmek için güneş panellerinin ve sisteme ait parçaların bulunduğu bölgenin fiziki koşullarına göre periyodik olarak temizliğinin yapılması, bakım periyotlarına uygun şekilde bakımlarının yapılması ve sistemde daha iyi soğutma çevrimi olması için yere yakın seviyede sistemin kurulmaması gerektiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] İ. Akova, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Nobel Yayınevi, 2008.
- [2] A. Tanoğlu, Enerji Kaynakları, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1972.
- [3] H. Doğanay, Enerji Kaynakları, Ankara: Pegem Yayın Evi, 2020.
- [4] Y. Karabulut, Enerji Kaynakları, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, 1999.
- [5] N. Altıntop ve N. Erdemir, «Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerjisi ile İlgili Gelişmeler,» *Mühendis ve Makine Dergisi*, cilt 54, no. 639, pp. 69-77, 2013.
- [6] K. K. Erdem Koç, «Enerji Kaynakları - Yenilenebilir Enerji Durumu,» *Mühendis ve Makine Dergisi*, cilt 56, no. 668, pp. 36-47, 2015.
- [7] E. T. K. İsmail Kavaz, «Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji,» *Analiz*, no. 197, pp. 12-18, Nisan 2017.
- [8] F. Dinçer, «Türkiye’de güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme,» *KSU Mühendislik Dergisi*, no. 14, pp. 8-17, 2011.
- [9] M. C. Ş. Erdem Koç, «Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme,» *Mühendis ve Makina*, cilt 54, no. 639, pp. 32-44, 2013.
- [10] E. Koç, «Dünyada ve Türkiye’de Genel Enerji Durumu-I Dünya Değerlendirmesi,» *Termodinamik Dergisi*, no. 187, pp. 70-80, 2008.
- [11] E. Koç, «Dünyada ve Türkiye’de Genel Enerji Durumu-II Türkiye Değerlendirmesi,» *Termodinamik Dergisi*, no. 188, pp. 106-118, 2008.
- [12] M. Doğan, *Marmara Coğrafya Dergisi*, no. 23, pp. 36-52, Ocak 2011.
- [13] «Worldwide Wind Energy Statistics 2012-Half Year Report,» Bonn, Almanya, 2012.
- [14] M. Yılmaz, *Enerji Kaynakları Ders Notları*, Ankara: Ankara Üniversitesi, 2023.
- [15] S. Doğan ve M. Tüzer, «Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri,» *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, cilt 12, pp. 17-28, 2011.
- [16] M. Türkeş, «Kyoto Protokolü ve Türkiye,» *İklim Değişikliğiyle Savaşım*, no. 259, pp. 101-131, 2008.

- [17] A. Gürbüz, «Enerji Piyasası İçinde Yenilenebilir (Temiz) Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi,» %1 içinde *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, Karabük, Mayıs 2009.
- [18] Z. Şen, «Türkiye'nin Temiz Enerji imkânları,» *Mimar ve Mühendis Dergisi*, no. 33, pp. 6-12, Nisan 2004.
- [19] F. Gökgöz ve Y. Çınar, «Karapınar İlçesi'nde Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesisi Yatırımları için Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi Kurulmasına Yönelik Fizibilite Raporu,» Konya, 2010.
- [20] M. Ilı, «Güneş Enerji Santrali (GES) Geliştirme,» *Geomatik*, no. 3, pp. 1-21, 2018.
- [21] M. Cansız, «Türkiye'de Organize Sanayi Bölgeleri Politikaları Ve Uygulamaları,» *Devlet Planlama Teşkilatı*, no. 2808, 2010.
- [22] A. Kalogirou, *Solar Energy engineering Process and Systems*, Elsevier, USA, 2009.
- [23] E. Lorenzo, *Solar Electricity Engineering of Photovoltaic Systems*, Madrid, Spain: Artes Graficas Gala, 1994.
- [24] «Dünyada ve Türkiye'de Güneş Enerjisi,» *Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Yayını*, 2009.
- [25] «Elektrik ve Enerji Bölümü Enerji Kaynakları ve Dönüştürme Sistemleri,» [Çevrimiçi].
- [26] Y. S. Saral, «Fotovoltaik Panel Verimliliği ve Maksimum Güç Noktası İzleme,» *Anadolu Bil Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, cilt 18, no. 67, pp. 1-25, 2023.
- [27] M. Boztepe, «Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler,» İzmir, 2018.
- [28] E. Çetin, «Fotovoltaik Enerji Dönüşüm Sistemlerinde Kullanılabilecek Bir Seri Rezonans İnvörtör Devresinin İncelenmesi,» *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, no. 10, pp. 339-346, 2011.
- [29] Ö. Demir, «Effect of Components on A Solar Panel System Efficiency,» %1 içinde *Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET)*, 2014.
- [30] X. Zhang, «An Automotive Thermoelectric–Photovoltaic Hybrid Energy System Using Maximum Power Point Tracking,» *Energy Conversion and*

- Management*, pp. 641-647, 2011.
- [31] N. Yörükeren, «Fotovoltaik Enerji Sistemlerinin Modellenmesi, Benzetimi ve Uygulaması,» *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, no. 3, pp. 9-23, 2014.
- [32] H. Öztürk, Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi: Fotovoltaik Teknoloji, Kocaeli: Umuttepe Yayınları, 2013.
- [33] İ. Ceylan ve A. E. Gürel, Güneş Enerjisi Sistemleri Tasarımı Kitabı, Bursa: Dora Yayıncılık, 2017, pp. 74-78.
- [34] İ. Çetiner, «Fotovoltaik Sistemlerde Performans Değerlendirmesi,» %1 içinde 6. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, Bursa, 2012.
- [35] A. Hüseyin, «Faz değiştiren malzemelere dayalı sistemleri entegre eden PV soğutma ve verimlilik geliştirmedeki son gelişmeler– Kapsamlı bir inceleme,» *Güneş Enerjisi*, no. 197, pp. 163-198, 2020.
- [36] H. Çelik, «Rüzgar-güneş hibrit güç sistemi tasarımı ve uygulaması,» %1 içinde 1. *In 6th International Advanced Technologies Symposium*, 2011.
- [37] M. Boztepe, «Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler,» *EMO İzmir Şubesi Aylık Bülteni*, no. 321, pp. 13-17, 2017.
- [38] E. Köse, «Fotovoltaik Sistemlerin Sıcaklığa Bağlı Enerji Verimliliği Performansının Analiz Edilmesi,» *Dünya Multidisipliner Araştırmalar Dergisi*, pp. 39-53, 2018.
- [39] H. Yağlı, « Kuantum Noktalı Güneş Hücreleri,» *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, pp. 174-182, 2018.
- [40] H. Okumuş, «Güneş Pili Modülünün Matlab/Simulink ile Modellenmesi ve Simülasyonu,» *EMO Bilimsel Dergi*, pp. 17-25, 2013.
- [41] P. Prudhvi, «Efficiency improvement of solar PV panels using active cooling,» %1 içinde 11th *International Conference on Environment and Electrical Engineering*, 2012.
- [42] J. Wang, «Fill factor in organic solar cells,» *Physical Chemistry Chemical Physics*, no. 15, pp. 8972-8982, 2013.
- [43] V. Bağcı ve S. B. Oğuzkan, «Güneş Enerji Sistemlerinde Verimlilik Arttırıcı Parametrelerin Değerlendirilmesi,» %1 içinde 7. *Uluslararası Mühendislik Bilimleri ve Multidisipliner Yaklaşımlar Kongresi*, İstanbul, 25-26 Mayıs 2024.
- [44] <https://slideplayer.biz.tr/slide/13928026/>

- [45] <https://www.gunesenerjisipaneli.com/gunes-paneli-ile-elektrik-uretimi/>
- [46] https://www.emo.org.tr/ekler/0082ac261d74f5a_ek.pdf
- [47] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1099827>
- [48] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1099827>
- [49] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1099827>
- [50] <https://www.enerjiatlasi.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>
- [51] <https://www.enerjiatlasi.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html>
- [52] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1099827>
- [53] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1099827>
- [54] <https://nexten.com.tr/tr/gunes-enerjisi-tarihi>
- [55] <https://nexten.com.tr/tr/gunes-enerjisi-tarihi>
- [56] <https://nexten.com.tr/tr/gunes-enerjisi-tarihi>
- [57] <https://nexten.com.tr/tr/gunes-enerjisi-tarihi>
- [58] <https://nexten.com.tr/tr/gunes-enerjisi-tarihi>
- [59] <https://nexten.com.tr/tr/gunes-enerjisi-tarihi>
- [60] <https://nexten.com.tr/tr/gunes-enerjisi-tarihi>
- [61] <https://nexten.com.tr/tr/gunes-enerjisi-tarihi>
- [62] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [63] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [64] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [65] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [66] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [67] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [68] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [69] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [70] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [71] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [72] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [73] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [74] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [75] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [76] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [77] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [78] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>

- [79] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [80] <https://www.piagrid.com/rehber/gunes-enerjisinin-zamanla-gelisimi>
- [81] <https://unitedsolar.com.tr/tr/standartlar>
- [82] <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/23938>
- [83] <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard>
- [84] <https://www.gunesdukkani.com/multi-busbar-half-cut-gunes-paneli>
- [85] <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard>
- [86] <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/20105>
- [87] <https://www.vde-verlag.de/standards/0100188/>
- [88] <https://webstore.iec.ch/en/publication/6470>
- [89] <https://webstore.iec.ch/en/publication/5736>
- [90] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [91] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [92] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [93] <https://www.qualicoat.net/main/specifications.html>
- [94] <https://www.qualanod.net/how-to-get-a-licence.html>
- [95] https://tr.wikipedia.org/wiki/CE_i%C5%9Fareti
- [96] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [97] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [98] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [99] <https://webstore.iec.ch/en/publication/67906>
- [100] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [101] <https://webstore.iec.ch/en/publication/5680>
- [102] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [103] <https://standards.ieee.org/ieee/693/949/>
- [104] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [105] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [106] <https://intweb.tse.org.tr/Standard>
- [107] <https://smigrup.com/wp-content/uploads/2023/09/KATALOG.pdf>
- [108] <https://smigrup.com/wp-content/uploads/2023/09/KATALOG.pdf>
- [109] <https://smigrup.com/wp-content/uploads/2023/09/KATALOG.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Vahdettin BAĞCI

Eğitim Bilgileri:

Yüksek Lisans Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi – Ürün Tasarım ve Geliştirme Mühendisliği (2024)

Lisans Mersin Üniversitesi – Çevre Mühendisliği (2017)

Lise Özel İdare Anadolu Lisesi (2009)

İş Deneyimleri:

Bağcılar Tekstil ve İnşaat Ltd. Şti.	Hakediş Uzmanı (2010-2017)
Çevre Danışmanlık ve Laboratuvar Hizmetleri	Çevre Mühendisi (2018-2020)
Melike Tekstil San. Ve Tic. A.Ş.	Çevre Mühendisi (2020-2023)
Merinos Halı San. Ve Tic. A.Ş.	Çevre Mühendisi (2023-)

Akademik Yayınlar:

Bağcı, V., & Oğuzkan, S. B. (2024). Güneş Enerji Sistemlerinde Verimlilik Arttırıcı Parametrelerin Değerlendirilmesi. *7. Uluslararası Mühendislik Bilimleri ve Multidisipliner Yaklaşımlar Kongresi*. İstanbul.

Gönüllü Kuruluşlar:

TEGV, LÖSEV