

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MALATYA İÇİN GÜNEŞ PİLLERİNDEN ELEKTRİK ENERJİ ELDESİ VE
MALİYET ANALİZİ

Muhammet Mustafa KOCAASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MAYIS 2018

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MALATYA İÇİN GÜNEŞ PİLLERİNDEN ELEKTRİK ENERJİ ELDESİ VE
MALİYET ANALİZİ

Muhammet Mustafa KOCAASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MAYIS 2018

Tezin Başlığı: Malatya İçin Güneş Pillerinden Elektrik Enerji Eldesi ve Maliyet Analizi

Tezi Hazırlayan: MUHAMMET MUSTAFA KOCAASLAN

Sınav Tarihi: 27.04.2018

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri yeleri

Tez Danışmanı: **Dr. Öğr. Üyesi Apdulmutalip şAHİNASLAN**
İnönü Üniversitesi

Doç. Dr. İ. Gökhan AKSOY
İnönü Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Halit Lutfi YÜCEL
Fırat Üniversitesi

İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Malatya İçin Güneş Pillerinden Elektrik Enerji Eldesi Ve Maliyet Analizi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Muhammet Mustafa KOCAASLAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MALATYA İÇİN GÜNEŞ PİLLERİNDEN ELEKTRİK ENERJİ ELDESİ VE MALİYET ANALİZİ

Muhammet Mustafa KOCAASLAN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

51+x sayfa

2018

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Apdulmutalip ŞAHİNASLAN

Yenilenebilir enerji kaynakları, son dönemde dünya genelinde artan enerji ihtiyacını karşılamak için gereken fosil yakıtların tükenmesiyle önem kazanmıştır.

Zehirli gaz artışı dünyayı yaşanamaz hale getirmektedir. Fosil yakıtlar zehirli gazların artmasına neden olduğundan yenilenebilir enerjilere ihtiyaç her geçen gün daha çok artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının önem kazanması bilimi bu alanda yeni çalışmalara yöneltmiştir ve bu alanla ilgili sistemler üzerindeki çalışmalar son yıllarda yaygınlaşmıştır. Temiz ve sınırsız enerji sunan güneşten yararlanma ise öncelikli hale gelmiştir.

Hazırlanan bu tez çalışmasında, ülkemizdeki ve dünyadaki enerji üretim ve tüketim değerleri incelenerek alternatif enerji üretim tesisi projelendirilmiştir. Çiftliğin günlük gerekli olan elektrik enerjisi ihtiyacını (12 kWh/gün) istenen sayıda uygun maliyette ve yenilenebilir enerji elemanlarıyla karşılamanın çözümü araştırılmıştır. Proje bölgesi Malatya ili Görgü köyü bölgesi seçilmiştir. Sistem şebekeye bağlı olarak modellenmiştir. Bu sistemin yıllık enerji üretimi ve tüketimi, birim enerji maliyetleri ve toplam net maliyetleri, işletme ve yatırım maliyetleri yerinde tetkik edilmiştir.

Güneş enerjisi santralının kurulacağı bölgenin yapısı ve bir güneş enerjisi santralinde kullanılan tüm donanımlar ayrıntılı olarak irdelenmiş, enerji ve maliyet analizi tasarlanan sistemin uygulanabilirliği sağlanmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma ile kurulabilecek küçük çaplı Güneş Enerjisi Santralının (GES) yatırımcılar için ne kadar kârlı bir yatırım olmasının yanısıra sınırsız enerji kaynağı olan güneşin boşa giden enerjisinin milli ekonomiye katkısı da görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: Enerji, yenilenebilir enerji, fotovoltaik piller, güneş pilleri, maliyet analizi

ABSTRACT

MASTER THESIS

ELEVTRICITY GENERATION FROM SOLAR BATTERIES FOR MALATYA AND COST ANALYSIS

Muhammet Mustafa KOCAASLAN

İnönü University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

51+x pages

2018

Supervisor: Asistant Professor Apdulmutalip SAHINASLAN

Renewable energy resources gained importance in the recent period throughout the world due to the exhaustion of fossil fuels for world's increasing energy needs.

The increase of poisonous gas makes the earth uninhabitable. Because of fossil fuel's causing increase of toxic gases the need for renewable energy is increasing day by day. The growing importance of renewable energy sources, have led to new studies in this field of Science, and studies on the relevant systems in these areas has widened in recent years. And benefiting from the Sun which offers clean and unlimited energy has become a priority.

In this thesis, by examining the values of energy production and consumption in our country and in the world, alternative energy production facility have been projected. The solution of meeting the daily need for farm electrical energy (12kWh/day) in desired numbers with eligible costs and with renewable energy elements has been investigated. For this project, Malatya Gorgu Province was selected. The system has been modeled as connected to the network. The annual energy production and consumption of this system, unit energy costs, total net costs, investment and operating costs were investigated on-site.

In this study, it was determined that unit energy cost of main powers is much more than a network dependant photovoltaic system. In the table which is prepared for grid-tied systems, cost values are presented.

As a result, the small-scale solar energy power plant (PP) that can be established with this study is not only a profitable investment for investors but also is a contribution of the the unlimited energy source Sun's wasted energy to national economy.

KEY WORDS: Energy, renewable energy, photovoltaic cells, cost analysis

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam boyunca bana bilgilerini ve tecrübelerini aktararak yardımda bulunan danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üye. Apdulmutalip ŞAHİNASLAN' a; Sistem tasarım ve uygulamasında emeği çok olan meslektaőım Sayın Hüseyin ALAGÖZ Beyefendiye; Bütün eğitim dönemlerinde yanımda olan bana güvenen, beni destekleyen aileme, tüm kalbimle teşekkür ederim.

Bu alıőma süresince destek olan en değerlim, eőim Hatice KOCAASLAN' a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Yapılan yüksek lisans tezine konu olan alıőma, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2016/106 numaralı proje kapsamında desteklenmiőtir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Taraması	2
2. ENERJİ	6
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	6
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Dağılımı	7
2.3. Güneş Enerjisi	8
2.4. Ülkemizde Güneş Enerjisi	10
2.5. Fotovoltaik Enerji Sistemleri	12
2.5.1. Fotovoltaik Hücre Modelleri	14
2.5.1.1. Kristal Silikon Hücreler	14
2.5.1.1.1. Monokristal Hücreler	15
2.5.1.1.2. Polikristal Hücreler	16
2.5.1.2. İnce Film Hücreleri	18
2.6. Şebeke Bağlantılı Akü Yedeklemesiz Fotovoltaik Sistem	19
2.7. Fotovoltaik Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları	19
2.8. Fotovoltaik Teknolojisinin Uygulama Alanları	20
3. MALATYA'DA UYGULANACAK GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ	21
3.1. Yatırım Mahiyeti	21
3.2. Proje Yatırım Nedeni	21
3.3. Kurulacak Tesis Sahasının Özellikleri	21
3.4. Enerji Tüketim Değerleri	21
3.5. Güneş Enerjisi Potansiyeli	22
3.6. Kurulacak Tesis	25
3.6.1. Kapasite seçimi	25

3.6.2.	Optimum Kurulu Güç	25
4.	EKONOMİK ANALİZ YÖNTEMLERİ	26
4.1.	Paranın Zaman Değerine Önem Verilen Metotlar	26
4.1.1.	Net Bugünkü Değer (net present value-NPV)	26
4.1.2.	Karlılık Dizini (Profitability Index-PI)	27
4.1.3.	İç Verim Oranı (internal rate of return-IRR)	28
4.1.4.	Yıllık Eşdeğer Gider Metodu (Annual Equivalent Expense Method-AEEM)	28
4.1.5.	Net Bugünkü Değer ve İç Verim Oranı Mukayesesi	29
4.2.	Paranın Zaman Değerine Önem Verilmeyen Metotlar	30
4.2.1.	Ortalama Verimlilik Metodu (Average Productivity Method-APM)	30
4.2.2.	Geri Ödeme Süresi Metodu (payback period-PR)	30
4.3.	Güneş Enerji Santralının Maliyeti	31
5.	MATERYAL VE YÖNTEM	32
5.1.	Modül	32
5.2.	Evirici	34
5.3.	Kablolama	35
6.	EKONOMİK ANALİZ	37
6.1.	Sistem Maliyeti	37
6.2.	Sistemin Getirisi	39
6.3.	Geri Ödeme Süresi Hesabı	43
7.	SONUÇ	45
8.	KAYNAKLAR	47
9.	EKLER	49
	Ek-1 İnverter Teknik Özellikleri	49
	Ek-2 Panel Teknik Özellikleri	50
	ÖZGEÇMİŞ	51

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1 Yenilenebilir enerji kaynakları	6
Çizelge 2.1 Hücre şekillerine göre modül ve hücre verimliliği	17
Çizelge 3.1 Çiftliğin yıllık elektrik sarfiyatı	22
Çizelge 5.1 Sistemde kullanılan modül özellikleri	32
Çizelge 5.2 Sistemde kullanılan evirici özellikleri	34
Çizelge 5.3 Sistemde kullanılan kablo özellikleri.....	35
Çizelge 5.4 Sistemde kullanılan izin bilgileri	36
Çizelge 6.1 Sistemde kullanılan ekipman listesi.....	38
Çizelge 6.2 Yatırımın toplam maliyeti.....	39
Çizelge 6.3 Ocak 2017 enerji üretim değerleri	40
Çizelge 6.4 Aralık 2017 enerji üretim değerleri.....	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Dünya birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı	7
Şekil 2.2 Dünya yüzeyine gelen güneş ışınlarının dağılımı	9
Şekil 2.3 Güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşma şekilleri	10
Şekil 2.4 Avrupa kıtası güneş enerjisi dağılım haritası.....	10
Şekil 2.5 Türkiye güneş radyasyonu haritası	11
Şekil 2.6 Türkiye’de kurulu güç.....	11
Şekil 2.7 Türkiye’de enerji kurulu gücünün yıllara göre değişimi	12
Şekil 2.8 Fotovoltaik sistem çevrimi.....	13
Şekil 2.9 Fotovoltaik hücre modelleri.....	14
Şekil 2.10 Kristal silikon hücre üretim aşamaları	15
Şekil 2.11 Monokristal hücre tipleri	16
Şekil 2.12 Kaplamasız ve kaplamalı polikristal hücreler.....	16
Şekil 2.13 Polikristal ve monokristal güneş paneli	17
Şekil 2.14 İnce film hücre yapısı.....	18
Şekil 3.1 Malatya global güneş radyasyonu	23
Şekil 3.2 Malatya Yeşilyurt ilçesi global radyasyon değerleri	23
Şekil 3.3 Malatya Yeşilyurt ilçesi güneşlenme süreleri	24
Şekil 3.4 Malatya Yeşilyurt ilçesi PV tipi-alan-üretilebilecek enerji	25
Şekil 5.1 Çiftliğe kurulan güneş enerjisi panelleri	33
Şekil 5.2 Malatya’da bulunan çiftlikten genel görüntü.....	33
Şekil 5.3 Tesiste kullanılan evirici ve pano	34
Şekil 5.4 Tesisteki panellerin karkas yapısı ve kablolamalar	35
Şekil 6.1 Tesis toplam maliyet oranı.....	39
Şekil 6.2 Ocak 2017 enerji üretim değerleri	42
Şekil 6.3 Aralık 2017 enerji üretim değerleri.....	42
Şekil 6.4 2017 yılı enerji üretim değerleri	43
Şekil 6.5 Geri ödeme süresi	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AC	Alternatif Akım
DC	Doğru Akım
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel M¼d¼rl¼đ¼
E	Enerji, kWh
EİE	Elektrik İşleri Et¼t İdaresi Genel M¼d¼rl¼đ¼
EPDK	Enerji Piyasası D¼zenleme Kurumu
GEPA	G¼neř Enerjisi Potansiyeli Atlası
GES	G¼neř Enerjisi Santrali
IRR	İç Karlılık Oranı
KDV	Katma Değer Vergisi
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt saat
kWp	Kilowatt pik
MW	Megawatt
MWh	Megawatt saat
PV	Fotovoltaik
PVGIS	Avrupa Birliği Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemleri Veri Tabanı
PVsyst	Fotovoltaik sistem analiz programı
TEDAş	T¼rkiye Elektrik Dağıtım Anonim şirketi
TEİAş	T¼rkiye Elektrik İletim Anonim şirketi
W	Watt
Wp	Watt pik
YEK	Yenilenebilir Enerji Kanunu

1. GİRİŞ

Enerji iş yapabilme yeteneğidir [1]. Enerjiye olan ihtiyaç sanayi ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte artmaktadır. Enerji ihtiyacının artması özellikle elektrik enerjisi üretimi konusundaki çalışmaları da artırmıştır. Dünya genelinde kullanılan elektrik enerjisinin büyük bir bölümü fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Ancak fosil kaynakların çevreye zararı ve kaynakların zamanla tükenmesi insanları yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmektedir.

Farklı enerji türlerinden bahsedilebilir. 2.Bölüm’de çeşitli enerji kaynakları ve türlerinden bahsedilmiştir. Genel olarak enerji çeşitleri; elektrik enerjisi, mekanik enerji, elektromanyetik enerji, nükleer enerji, kimyasal enerji ve termal enerji olarak sınıflandırılabilir.

Ülkemiz kullandığı enerjinin çok büyük bir bölümünü ithal etmektedir. Bu ise gelişmekte olan ülkemiz için büyük bir kaynak kaybı anlamına gelmektedir. Kaynak kaybını engellemek için ya kullanılan enerji miktarını azaltmamız gerekir ya da enerji üretim miktarını artırmak gerekir.

Bu bağlamda tabiatı kirleten fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı son dönemde artan devlet teşvikleriyle birlikte yaygınlaşmaya başlamıştır.

Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklı çalışmalar Enerji ve Tabii kaynaklar Bakanlığı’na bağlı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Bu kaynaklardan en verimlisi olan güneş enerjisinden faydalanmak için yurdumuzda uygun araziler ve binalar oldukça fazladır. Kaynağın da sınırsız olması güneş enerjisinden faydalanmamızın gerekliliğini göstermektedir. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmede kullanılan fotovoltaik sistemler (güneş pilleri), aktif sistemler olarak adlandırılmaktadır.

Özellikle yapılaşmanın arttığı ve bununla birlikte enerji ihtiyacının da arttığı ülkemizde güneş pillerinin yaygın kullanılması için, vatandaşlarımızın güneş enerjisinden faydalanma bilincini artırmak gerekmektedir.

1.1. Literatür Taraması

Girgin [2], yaptığı yüksek lisans tezi çalışmasında 5 MW'lık bir güneş enerjisi santrali tasarlayıp ekonomik analizini yapmıştır. Tasarım bölgesi olarak Karaman ilini seçmiştir. Çalışmasında 36 farklı fotovoltaik sistemin enerji üretim değerlendirmesi ve ekonomik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, altı farklı fotovoltaik panel çeşidi, üç montaj yapısı tipi ve iki farklı evirici modeli için enerji üretimi incelemesi gerçekleştirmiştir. Enerji üretimi incelemesi için PVsyst programı modelleme amaçlı olarak kullanılmış olup meteorolojik veriler için 4 farklı meteorolojik kaynak verisinden yararlanılmıştır. Bununla birlikte, kullanılan tüm donanımlar ve güneş enerjisi santralının kurulacağı bölgenin yapısı ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Karaman bölgesi için en verimli sistemin sabit montaj yapılı, kadmiyum tellür güneş paneli ile elde edildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte özellikle güneş takip sistemlerinin maliyet ve işletme giderlerinin son yıllarda hızla düştüğü göze alındığında bir yatırım kararı alındığında yatırım dönemi için tüm sistemler ayrıntılı olarak incelenmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Oğuz, Karakan ve Uslu [3], yaptıkları çalışmada Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Fakültesi'nin çatısına güçleri aynı olan monokristal, polikristal ve ince film güneş panellerinin verimliliğini incelemişlerdir. Güneş panellerinin boyutları incelendiğinde; monokristal güneş paneli en az yer kaplayan güneş paneli olduğu, poli-kristal güneş paneli mono-kristal güneş paneline göre %1-2 daha fazla yer kapladığını ifade etmişlerdir. İnce film güneş panelinin yaklaşık olarak mono-kristal güneş panelinin 2-3 katı yer kapladığını kaydetmişlerdir. Çalışma neticesinde elde edilen verilere göre monokristal ve polikristal güneş panellerinin üretmiş oldukları gerilimler ve güçler birbirlerine çok yakın çıkmış olup, ince film güneş paneli üretmiş olduğu gerilim monokristal ve polikristal güneş paneline göre iki kat daha büyük olmasına rağmen çıkış akımı çok düşük çıkmıştır. Bundan dolayı ince film güneş panelinin çıkış gücü monokristal ve polikristal güneş panellerinin yarısında kalmıştır. Panel fiyat ve verimleri göz önünde bulundurulduğunda polikristal güneş panellerinin kullanımının daha uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Haydaroğlu ve Gümüş [4], yaptıkları çalışmada Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesinde bir güneş enerjisi santrali kurarak tanıtım, eğitim, üretim ve analiz yapabilmeyi hedeflemişlerdir. Fotovoltaik güneş enerji santrallerinin tasarımında ve analizinde PVsyst simülasyon programından faydalanmışlardır. Bu

çalışmada Dicle Üniversitesi bünyesinde kurulmuş olan 250 kWp'lik güneş enerji santralının simülasyonu PVsyst V6.39 simülasyon programı ile yapılmış ve IEC 61724 standardında belirtilen performans kriterlerine uygun olarak performansı analiz edilmiş ve santralin Aralık 2015 ile Nisan 2016 dönemi arasındaki üretim değerleri simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre santralin yılda ortalama 380,6 MWh enerji üreteceği öngörülmektedir. Santralin gerçek üretim değerlerinin simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmasında aralık ve ocak aylarında sonuçların birbirinden daha çok uzaklaştığı görülmüştür. Şubat, Mart ve Nisan aylarında ise sonuçların %10'nun altında fark ile yakınsadığı belirlenmiştir.

Öz [5], yüksek lisans tezi çalışmasında enerji verimliliği kriterlerine göre otel tasarımı ve enerji modellemesi yaparak binalardaki enerji tasarruf potansiyelini ortaya çıkararak bir farkındalık yaratmak istemiştir. Bu bağlamda karşılaştırma yapmak için tasarımı yapılacak bina ile aynı mimari özelliklere sahip bir referans bina modellenmiştir. Tasarımı yapılan binada, kendi elektriğini üretebilecek şekilde, çatıda fotovoltaik sistemin de kullanılması öngörülmüş ve buna göre simülasyon yapılmıştır. Otel binasının güneye bakan cephesindeki çatının büyük bir bölümünün fotovoltaik panellerle kaplanacak şekilde tasarlanmıştır. Bina çatısındaki 748 m² lik alana kurulan fotovoltaik paneller ile bir yılda 167825,76 kWh enerji üretimi elde ederek sistemin elektrik ihtiyacının %15,16 lık kısmını karşılamıştır. Fotovoltaik sistemin kurulum maliyetinin yüksek olduğu ancak uzun vadeli düşünüldüğünde şebekeden alınan elektrik miktarının düşeceği ve birkaç yıl içerisinde bu maliyetin karşılanacağını ifade etmiştir.

Güven [6], Afyon ilinde bir otelin enerji ihtiyacını karşılayacak güneş enerji santralini tasarlayarak maliyet analizi yapmıştır. Fotovoltaik sistemi on-grid (şebekeye bağlı) olarak tasarlanmıştır. Hesaplamalarda PVsyst programı kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda 260 Wp güce sahip 60 modüllü monokristal Aixtec marka panel kullanılmasına karar verilmiştir. Paneller 30° eğimle yerleştirilmiştir. Elde edilen optimum sistem, yıllık enerji ihtiyacının %26,1 'ini karşılamaktadır. Geri kalan enerji ihtiyacı şebekeden karşılanmak zorundadır. Yapılan maliyet analizinde amortisman süresi 4 yıl 6 ay olarak hesaplanmıştır.

Kantaroglu [7], "Fotovoltaik Sistemler" adlı makalesinde fotovoltaik modüllerin yapısı, türleri ve özellikleri incelenerek bu panellerin kullanımıyla elde edilecek enerjiyi incelemiştir. Üretilen enerjinin maliyetinin yüksek olduğu sonucuna varmış ancak yakın zamanda teknolojinin ilerlemesiyle maliyetlerin düşeceğini ifade etmiştir. Uzun vadede bu sistemlerin enerji üretiminde ekonomik sistemler olacağını öngörmüştür.

Boztepe [8], fotovoltaik güç sistemlerinde verimliliği etkileyen parametreleri incelemiştir. Çalışmasında şebekeye bağlı bir fotovoltaik sistemin performansını, yaşam ömrünü ve ürettiği enerji miktarını etkileyen en önemli parametreleri incelemiş, onların sisteme etkileri ortaya konulmaya çalışmış, performansı yüksek tutmak için nasıl bir tasarım yapılması gerektiği hakkında önerilerde bulunmuştur. Çalışma sonucunda, fotovoltaik panellerin yerleşimine göre ışıyım kazancının değişeceği, gölgeleme faktörü göz önünde bulundurarak panel yerleşimi yapmak gerektiğini ve panel evirici uyumuna dikkat etmek gerektiğini ifade etmiştir.

Adıgüzel ve Javani [9], fotovoltaik destekli bir sistemle binalarda sıfır enerji tüketimi ve maliyetini incelemişlerdir. Bu çalışmayla iki katlı bir konutun sıcak su ve elektrik ihtiyacını güneş panelleriyle üretecekleri elektrik ile sağlamayı hedeflemişlerdir. Fotovoltaik ve termik güneş enerjisi sistemleri tasarlanmış ve bilgisayar programlarında sistem farklı senaryolarla simüle edilerek en verimli sisteme ulaşmak amaçlanmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre, termik güneş enerjisi sistemi için beklendiği üzere, vakum tüplü kolektörlerin güneydoğuya bakan çatıya yerleştirilmesi en verimli sonucu vermiştir. Ayrıca montaj yönünün elektrik enerjisi üretimine etkisinin incelenebilmesi için kuzeybatı yönlü ve güneydoğu yönlü aynı panel sayısı bulunan iki fotovoltaik sistem karşılaştırılmıştır. Güneydoğu yönlü sistemin, kuzeybatı yönlü sisteme göre %39,79 daha fazla elektrik enerjisi ürettiği hesaplanmıştır. Fotovoltaik sistem ile üretilen ihtiyaç fazlası enerji, mevzuata göre 0.133\$/kWh'tan şebekeye satımı hesaplanmıştır. Yıllık bilançoya bakıldığında, fotovoltaik sistemin kendini geri ödeme süresi 8,09 yıl olarak hesaplanmıştır.

Bilgili ve Dağtekin [10], 2016 yılında Yüreğir ovasında fotovoltaik pillerin eğim açısının üretilen enerji miktarına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada fotovoltaik panelleri 4 farklı açıda (15° - 30° - 45° ve 60°) belirli periyotlarda inceleyerek üretmiş oldukları enerji miktarını anlık, günlük ve aylık olarak kayıt altına almışlardır. Elde edilen verilere göre farklı eğim açılarındaki panellerin ürettiği enerji miktarları karşılaştırılmıştır. Buna göre panellerin yıl boyunca 15 derece eğimle konumlandırılması durumunda diğer açılara oranla yılın ilk 4 ve son 4 ayı yaklaşık %7-10 enerji kaybı gerçekleştiğini bildirmiştir. Diğer 4 ay için de bu açılı panellerin verimlerinin daha yüksek olacağını ifade etmiştir.

Nuhoğlu [11], yüksek lisans tezi çalışmasında tek eksen güneş takipli bir fotovoltaik sistem tasarlayıp, Konya ili için örnek bir uygulama yapmıştır. Çalışmasında tek eksen güneş takipli bir sistem ile sabit bir sistemin verimlerini karşılaştırmak amacıyla özdeş iki adet 255 W gücünde fotovoltaik (PV) panel sistemi yan yana kurarak aynı şartlar altında deneysel olarak incelemiştir. Her iki sistem tam güneşe bakacak şekilde yan yana kurularak anlık ışınım, akım ve gerilim değerleri kaydedilmiştir. Ölçümler Konya ili Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi mekanik atölye bahçesinde ($37^{\circ}51'56.30''K$, $32^{\circ}25'4.01''D$) 2017 yılı Nisan ayında yapılmıştır. Tek eksen güneş takipli sistemin, sabit sisteme göre nisan ayı boyunca %23 daha yüksek verime sahip olduğu tespit etmişlerdir.

Abomor [12], yüksek lisans tezi çalışmasında Şanlıurfa ili içerisinde bulunan 240 kWp kurulu güce sahip fotovoltaik santralin, AG tarafından şebekeye verdiği elektrik enerjisinin güç kalite parametreleri ve etkileri incelenmiştir. IEC 61000-4-30 ölçüm metodolojisine uygun şekilde Fluke 435 güç kalite analizörü cihazı kullanılarak ölçümler yapılmış ve bu sonuçlar TS EN 50160 güç kalite standardına göre analiz edilmiştir. Fotovoltaik santrale ait güç kalite parametrelerinin OG hattına etkisini incelemek için, DIGSILENT PowerFactory simülasyon programı kullanılmıştır. Yük akış analizi ve dinamik simülasyon yöntemleriyle enerji nakil hattının simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda üç fazda oluşan gerilim dengesizliğinin fazla olduğunu, uzun ve kısa süreli kesintiler olduğunu, eşik değerlerin standardın üzerinde gerilim harmonikleri ve akım harmoniklerine rastlamıştır.

2. ENERJİ

Enerji tüketimi, hızla gelişen teknoloji ve sanayileşme nedeniyle her geçen gün artmaktadır. Günümüz dünyasında artan bu enerji tüketimi çoğunlukla yenilenemeyen enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu tüketimin çevreye zararı ve zamanla tükenme riskinin yüksek olması nedeniyle son dönemde yenilenebilir enerjiye olan ihtiyaç önem kazanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynakları özellikle 2.Dünya Savaşı sonrası ortaya çıkan petrol sorunu nedeniyle gündeme gelmiştir.

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, kendini sürekli yenileyen, evren var oldukça varlığını sürdürecektir olan enerji türleridir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarını aşağıdaki gibi ifade edebiliriz [13].

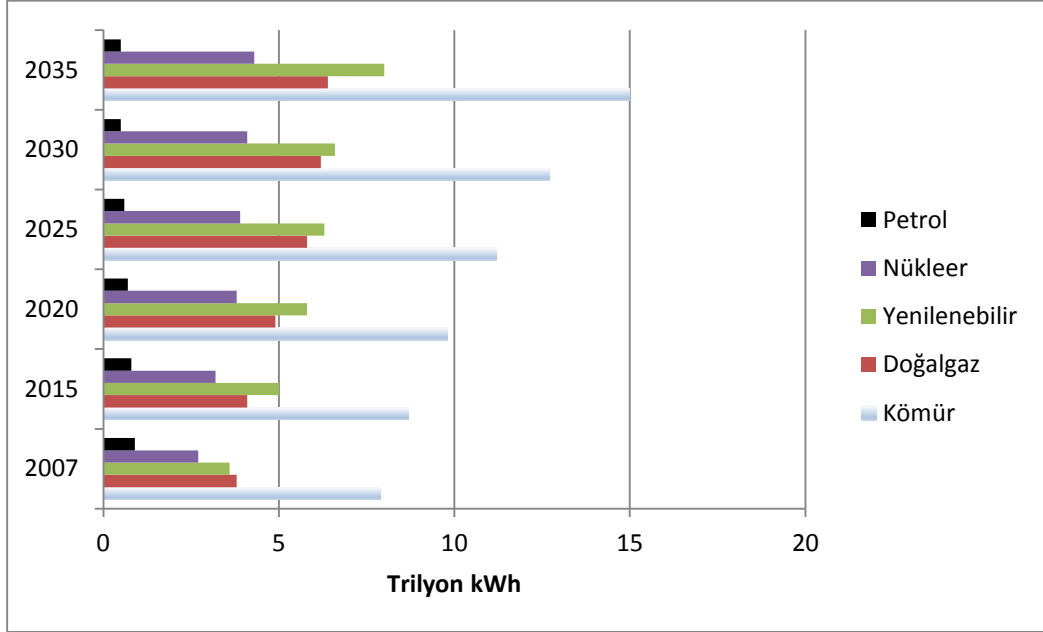
Çizelge 1.1 Yenilenebilir enerji kaynakları

Enerji Kaynağı	Yenilenebilir Enerji
Güneş	Güneş Enerjisi
Rüzgâr	Rüzgâr Enerjisi
Yer altı suları	Jeotermal Enerji
Su ve Hidroksitler	Hidrojen Enerjisi
Biyolojik artıklar	Biyokütle Enerjisi
Akarsular	Hidrolik Enerji

Fosil yakıtlar yanma sonucu, çevreye ve insan sağlığına zararlı karbondioksit, karbon monoksit gazları çıkarmaktadır. Açığa çıkan bu gazlar atmosferde birikmektedir. Biriken bu gazlar dünya ile güneş arasında yeni ve tabii olmayan bir tabaka oluşturarak, canlı yaşamında olumsuz etkilere neden olmaktadır. Son dönemde üzerinde yoğun çalışmalar yapılan bu etkiye Sera Etkisi denmektedir [14].

2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Dağılımı

Fosil yakıtların azalmasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı son dönemde oldukça arttığı görünmektedir. Devam eden bu artış tüketilen enerji miktarıyla doğru orantılıdır.



Şekil 2.1 Dünya birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı [15]

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artsa da fosil yakıtlardan olan kömürün de kullanımı artmaktadır. İlerleyen yıllarda fosil kaynakların biteceği öngörülerek yenilenebilir enerjilerden faydalanma bilincini artırmak gerekmektedir.

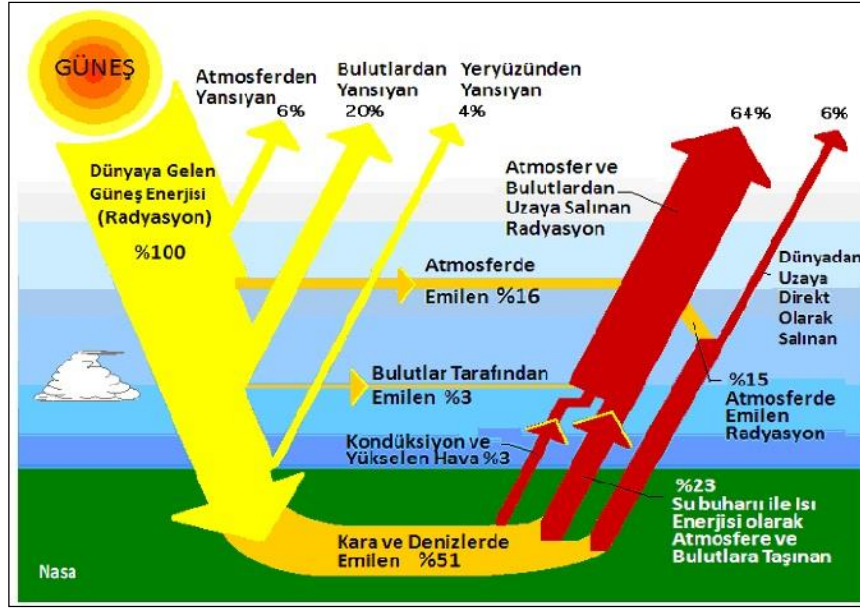
2.3. Güneş Enerjisi

Güneş sistemi, evrenin devamlılığı için hayati öneme sahiptir. Güneş dünyadaki canlılar için vazgeçilmez enerji kaynağıdır. Günümüzde kullanılan enerjinin büyük bir kısmı güneş tarafından sağlanmaktadır. Güneş enerjisiyle yeryüzü aydınlanıp ısınmakta, bitkiler fotosentez yapmakta, su döngüsü sağlanmaktadır. İnsanlar için de hayatın vazgeçilmezidir.

Dünyanın yaklaşık olarak 110 katına denk gelen güneşin çapı 1.400.000 km, kütlesi ise 2×10^{30} kg'lık bir yıldızdır. Merkezinde füzyon reaksiyonuna sebep olan hidrojen çekirdekleri bulunur ve 15-16 milyon °C sıcaklığa ulaştığı tahmin edilmektedir. Yani güneşin %90'ının hidrojenden ibaret olduğu belirtilmiştir. Hidrojen çekirdeklerinin oluşturduğu füzyon ile helyum çekirdekleri oluşmaktadır. Tepkimeler sonucu çok büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Güneşteki toplam ışıması $3,8 \times 10^{26}$ J/saniye olduğu için saniyede yaklaşık 600.000.000 ton proton, yani hidrojen tüketilmektedir. Güneşin kütlesinin %90'ına yakın kısmını protonlar oluşturduğu düşünülürse, yaklaşık 5 milyar yıllık bir sürede ancak hidrojen yakıtının tükeneceği ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan güneş, insanlık için bitmeyecek bir enerjinin kaynağıdır [16].

Dünya güneşin çevresinde eliptik bir yörünge üzerinde dönmektedir. Dünya ekseninin yörünge düzlemine eğik olması ve bu açıyla birlikte dünyanın güneş etrafındaki hareketinin en önemli sonucu mevsimlerin oluşmasıdır. Güneş dünyaya bir saniyede, yaklaşık olarak 4×10^{26} J'lük enerjisi, ışıınımlarla göndermektedir. Güneş'ten yayılan toplam enerjiye bakıldığında, bu oldukça küçük bir değerdir. Ancak bu bile, dünyada bugün kullanılan toplam enerjinin yaklaşık 15-16 bin katı olmaktadır.

Güneş'ten gelen bu enerjinin tamamı yeryüzüne ulaşmamaktadır. Bu ışınların büyük bir bölümü atmosfer tarafından soğrulurken bir kısmı da bulut engeline takılır.



Şekil 2.2 Dünya yüzeyine gelen güneş ışınlarının dağılımı [17].

Güneş ışınlarının yeryüzüne düşme şekline göre değişik isimlerle adlandırılır.

Güneşten doğrudan olarak alınan ışınım “Doğrudan Işınım” olarak adlandırılmaktadır.

Çoğunlukla güneş enerjisinden ısı elde ederken ve yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemlerinde kullanılır.

Atmosferden geçerken dağılan ışınım ve yeryüzünden yansıyan ışınımın toplamı Yayılı Işınım diye adlandırılır.

Fotovoltaik sistem hesaplarında kullandığımız toplam ışınım miktarına ise Küresel Işınım adı verilmektedir.

Güneş ışınımının yeryüzüne düşüş şekline göre aşağıda Şekil 2.3’deki gibi sınıflandırılır [18].

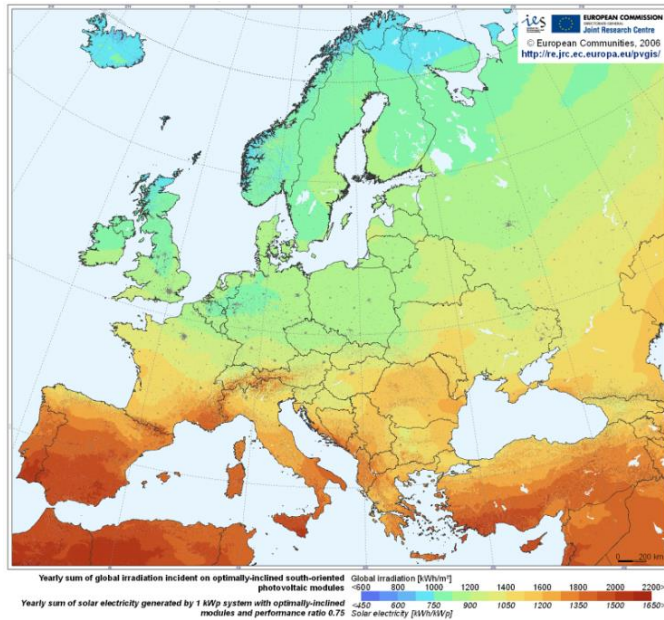


Şekil 2.3 Güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşma şekilleri

2.4. Ülkemizde Güneş Enerjisi

Ülkemiz, Güneş enerjisi potansiyeli bakımından Avrupa ülkelerine kıyasla ortalamanın çok üstündedir.

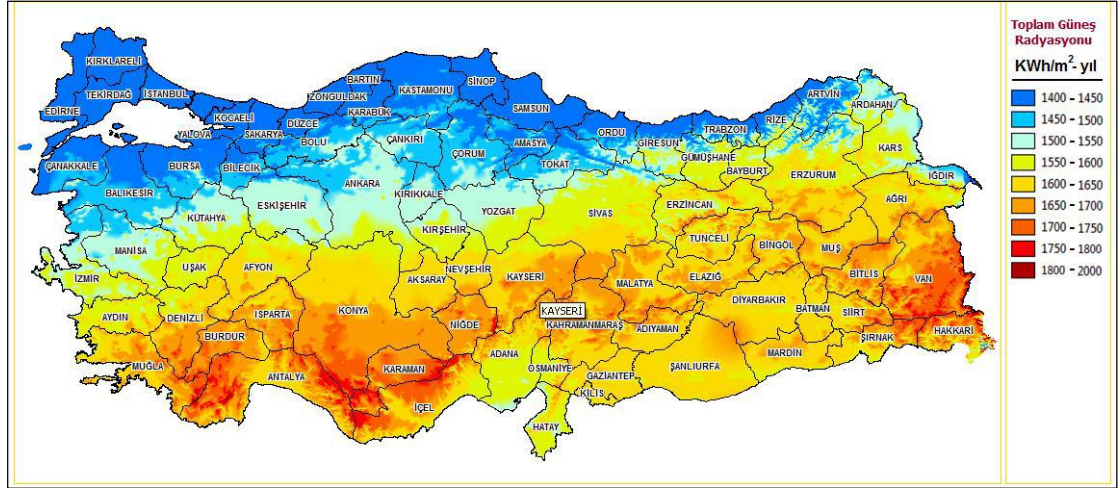
Aşağıdaki şekilde Avrupa kıtası güneş enerjisi dağılım haritasında da görülmektedir.



Şekil 2.4 Avrupa kıtası güneş enerjisi dağılım haritası

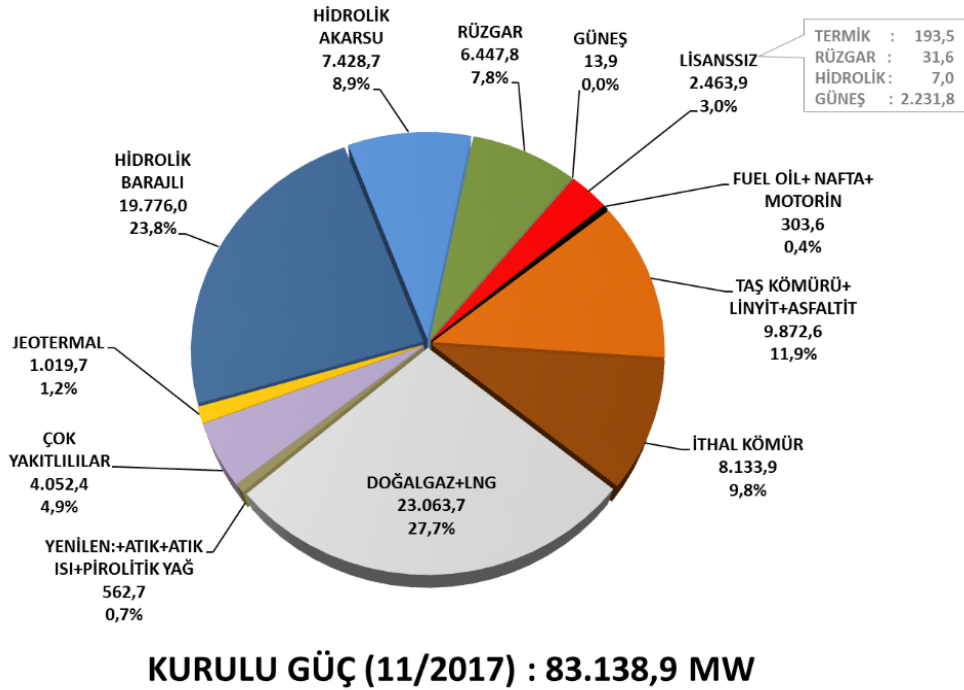
Şekil 2.4'teki gibi İtalya'nın güneyi, İspanya'nın güneyi ve Türkiye Avrupa'nın en güneşli bölgeleridir.

Yurdumuzu incelediğimizde Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Orta Anadolu bölgelerinin güneş enerjisi bakımından en uygun bölgeler olduğu şekil 2.5'te görülmektedir.



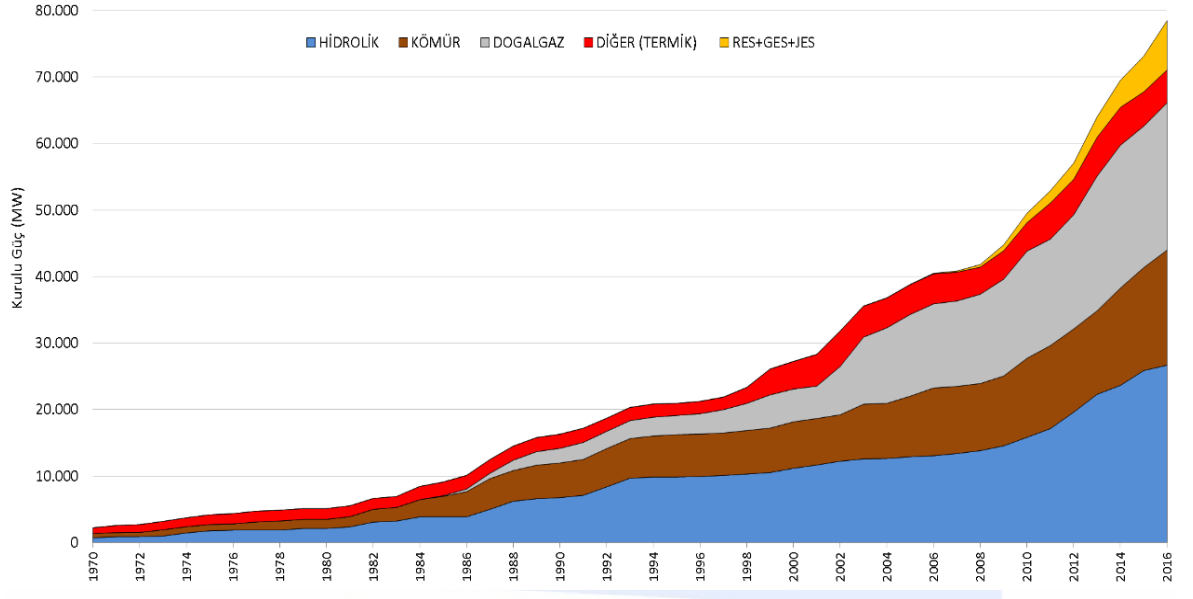
Şekil 2.5 Türkiye güneş radyasyonu haritası

Ülkemiz bol güneş alan bir konumda olsa da güneş enerjisi teknolojilerini kullanım hala çok alt düzeydedir. Şekil 2.6'da mevcut kurulu gücün dağılımı verilmiştir [19].



Şekil 2.6 Türkiye'de kurulu güç

Ülkemizdeki kurulu enerji gücünün yıllara göre değişimi Şekil 2.7’de gösterilmiştir.



Şekil 2.7 Türkiye’de enerji kurulu gücünün yıllara göre değişimi

2.5. Fotovoltaik Enerji Sistemleri

Fotovoltaik sistemleri üç kısımda inceleyebiliriz. Şebekeye bağlı, şebekeden bağımsız ve karma şekilde tasarlanabilen sistemlerdir.

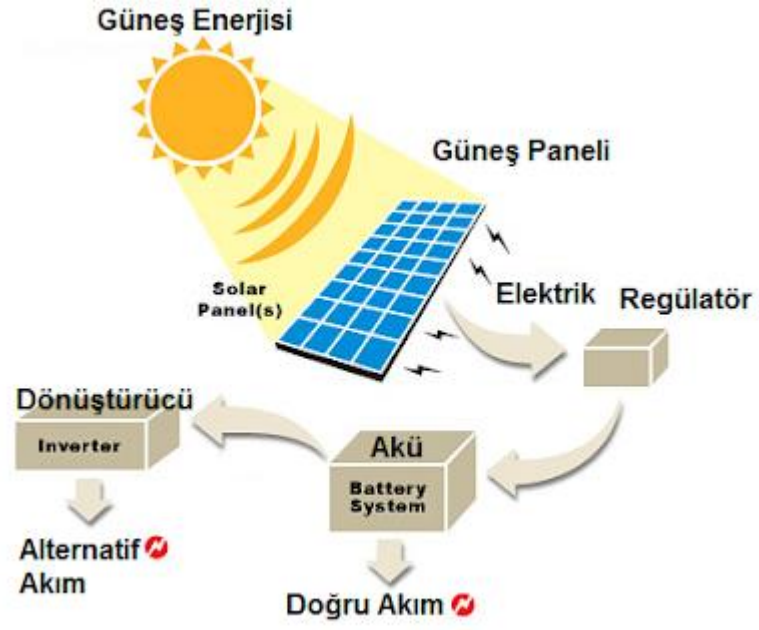
İlk kez platin tabakalar üzerinde yaptığı bilimsel çalışmalar sonucunda 1839 yılında Alexander Edmond Becquerel fotovoltaik etkiyi ortaya çıkarmıştır. Güneş pilleri prensibinde hücrelerde üretilen DC elektrik akımı ile tüketicinin ihtiyacı olan enerji sistemi beslenmektedir.

En yaygın sistem tipi olan şebeke bağlantılı PV sistemler elektrik şebekesinden yararlanmaktadır. Yalnızca gündüzleri güneşten yararlanabilen fotovoltaik sistemlerde üretilen enerji ya kullanılmakta ya da şebekeye satılmaktadır. Güneş ışığı yok ise gereken güç şebekeden alınmaktadır. Bu tür sistemlerde enerjiyi depolamaya ihtiyaç yoktur. Ancak üretilen DC gerilimin AC gerilime çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması gerekmektedir. Eğer sistem şebekeden bağımsız ise ek olarak akü ile gündüz üretilen elektrik depolanarak geceleri kullanılabilir.

Fotovoltaik sistemler başta PV hücreler olmak üzere sistemin ihtiyaçlarına bağlı olarak akü, inverter, şarj kontrol ünitesi, yedek güç kaynağı gibi ekipmanlardan oluşabilir. Güç gereksinimine bağlı olarak güneş pilleri seri veya paralel bağlanarak

fotovoltaik modüller, yine aynı şekilde fotovoltaik modüller seri veya paralel bağlanarak fotovoltaik dizinler, dizinlerin birleştirilmesi ile de birkaç Watt'dan Mega Watt değerine kadar enerji üretim kapasitelerine sahip fotovoltaik sistemler oluşturulabilir [20].

Şekil 2.8'de Fotovoltaik sistem çevrim örneği gösterilmiştir.

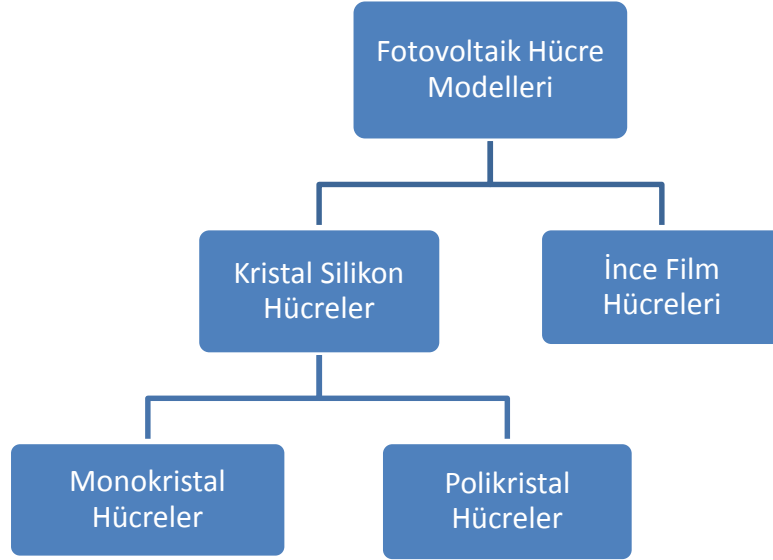


Şekil 2.8 Fotovoltaik sistem çevrimi

2.5.1. Fotovoltaik Hücre Modelleri

Fotovoltaik hücre modellerini kristal silikon hücreler ve ince film hücreler olmak üzere iki temel grupta inceleyebiliriz.

Şekil 2.9 da Fotovoltaik hücre modelleri sınıflandırılmıştır.



Şekil 2.9 Fotovoltaik hücre modelleri

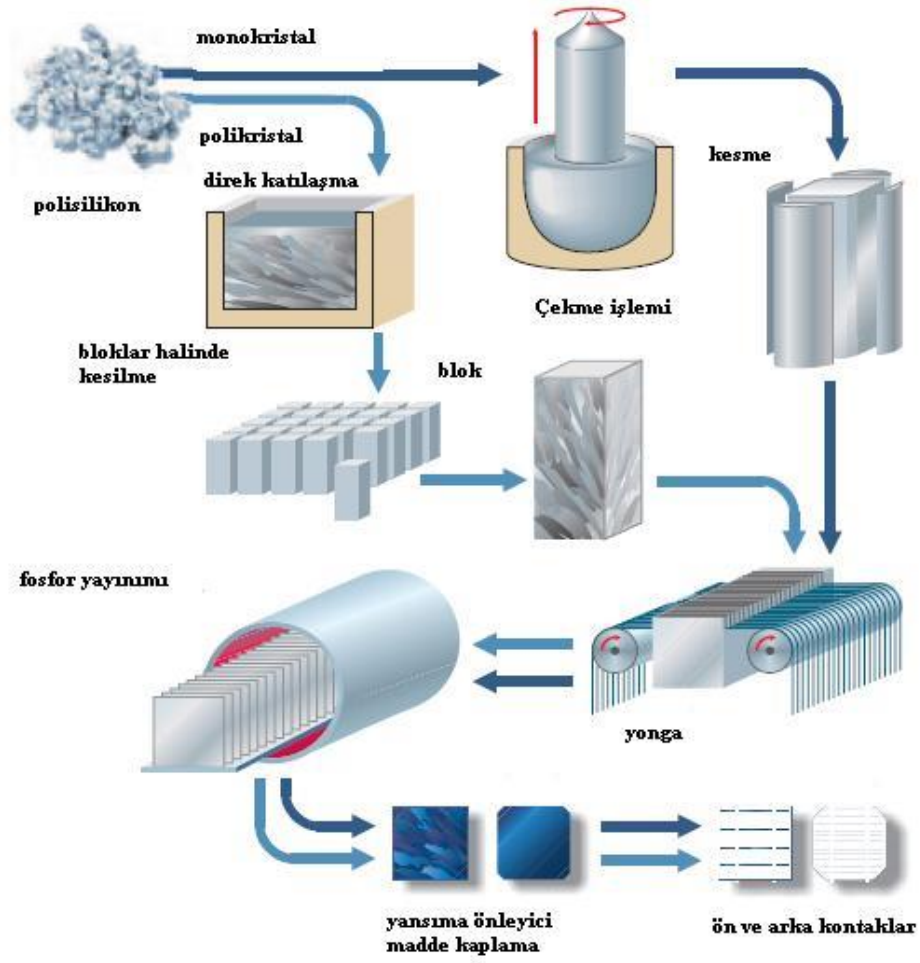
2.5.1.1. Kristal Silikon Hücreler

Kristal Silikon hücrelerin temel yapısında silisyum bulunmaktadır. Silisyum atomunun yapısal özelliklerinin zamana ve koşullara göre kolay kolay değişmemesinden ötürü popülaritesi yüksek bir üründür.

Ancak saf kristal üretiminin oldukça zor olması bu ürünün maliyetini oldukça artırmaktadır. Güneş panellerinde kullanılabilmesi için birtakım işlemlerden geçmesi gerekmektedir.

Evrende silikon dioksit bileşiği halinde bulunan silisyum yüksek sıcaklıkla ısıtılarak ayrışması sağlanır. Gerekli saflık elde edilene kadar metalürjik silikonun saflığı arttırılmaktadır [21].

Şekil 2.10'da bu aşamalar gösterilmektedir.

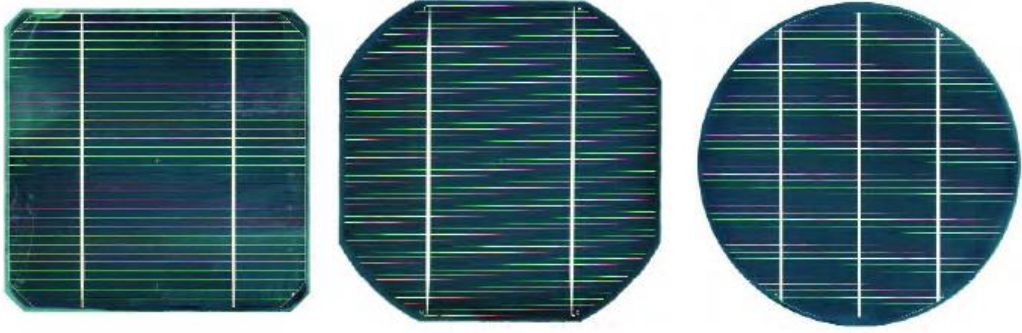


Şekil 2.10 Kristal silikon hücre üretim aşamaları

2.5.1.1.1. Monokristal Hücreler

En eski ve pahalı bir yöntemle elde edilmesine rağmen monokristal hücreler günümüzde de popülaritesi yüksek bir üründür. Gelişen teknolojiyle verimleri %20 leri bulmuştur.

Bu hücrelerin yapısı homojen olarak görülmekte ve renkleri mavi siyah karışımı şeklindedir. Kare, dikdörtgen veya dairesel olarak üretilmektedir.

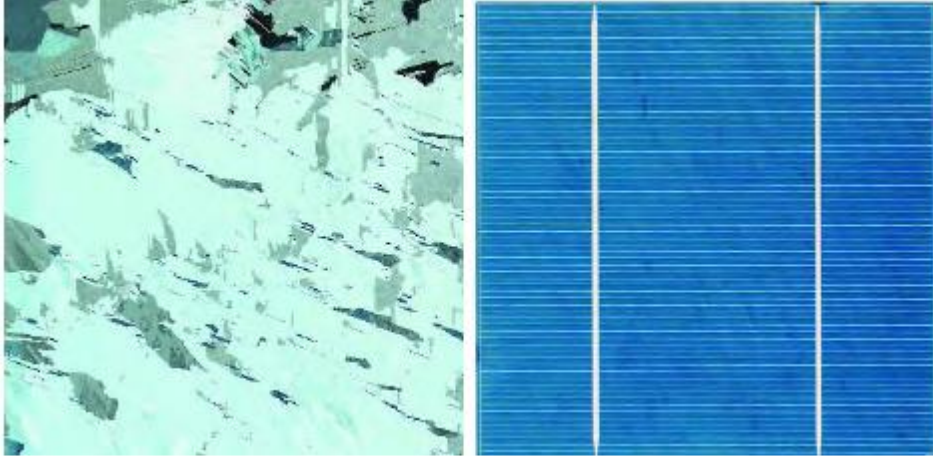


Şekil 2.11 Monokristal hücre tipleri

2.5.1.1.2. Polikristal Hücreler

Polikristal hücreler üretilirken kullanılan en yaygın yöntem “dökme” yöntemidir. Monokristal hücrelerdeki saflık derecesine ulaşmaya kadar ısıtılır daha sonra kalıplara dökülerek soğutulur. Polikristal hücreler bloklar halinde kesilerek elde edilir.

Özü gümüş renginde olup kaplama yapılarak güneş ışınlarının yansımaları engellenmektedir.

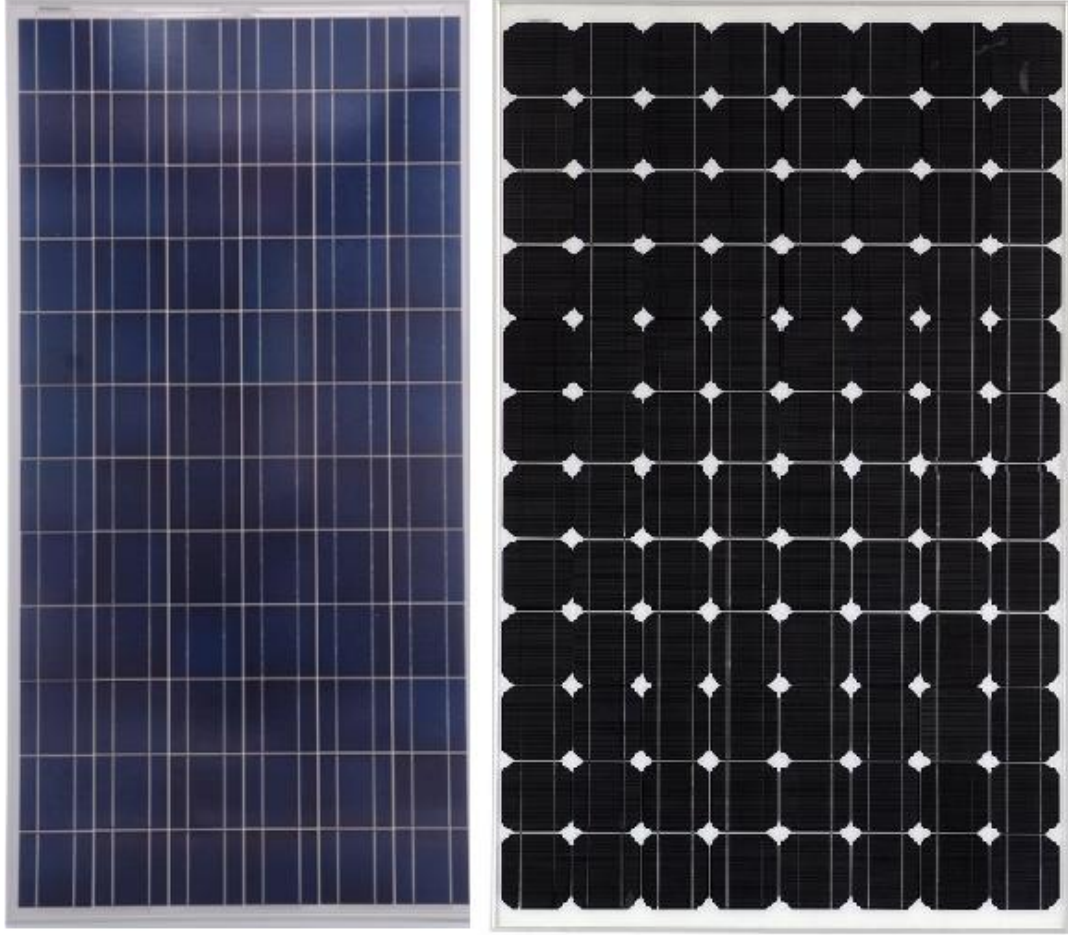


Şekil 2.12 Kaplamasız ve kaplamalı polikristal hücreler

Çizelge 2.1 Hücre şekillerine göre modül ve hücre verimliliği

Hücre Tipi	Ortalama hücre verimliliği (%)	Ortalama modül verimliliği (%)
Çok Kristal Silisyum	12-15	11-14
Tek Kristal Silisyum	13-17	12-15

Polikristal ve monokristal güneş panellerine örnek şekil 2.13'de gösterilmektedir.



Şekil 2.13 Polikristal ve monokristal güneş paneli

2.5.1.2. İnce Film Hücreleri

Fotoaktif yarı iletken malzemelerin cam yüzeylere ince film şeklinde kaplanmasıyla elde edilen bu sistem 20.yüzyılın ortalarında kullanılmaya başlanmıştır.

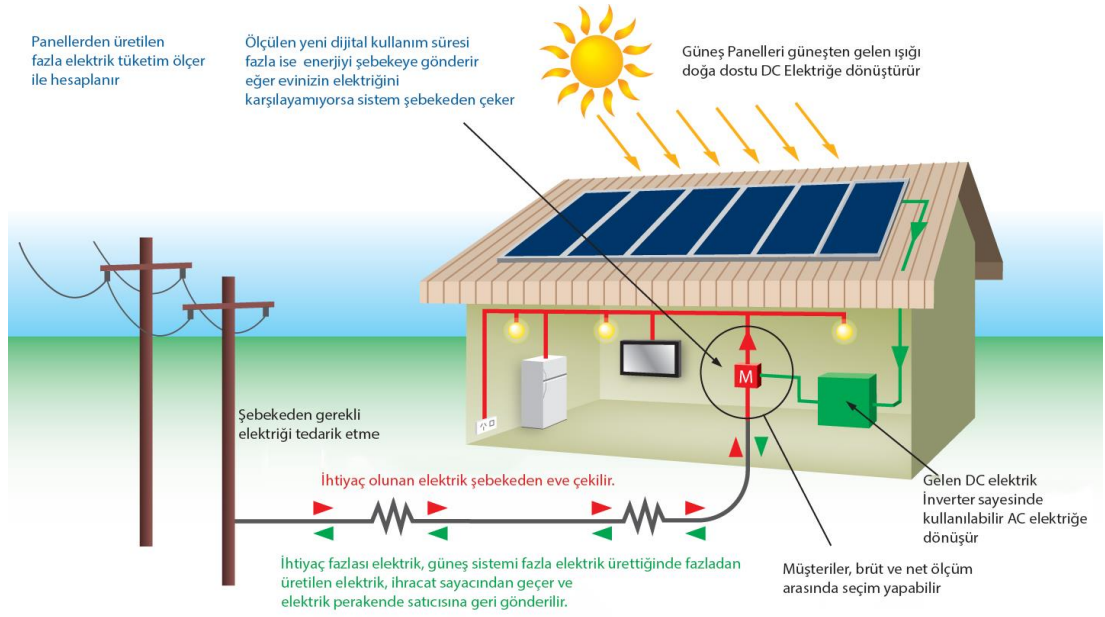
İnce film hücreleri çoğunlukla çok kristalli malzemelerden seçilmektedir ve kalınlıkları nanometrelerle ölçülecek cinstendir. Üretiminde kullanılan temel yapılar, Amorf Slikon, Kadminyum tellür (CdTe) olarak bilinmektedir. Bu yapıların ortak özelliği güneş ışımalarını yüksek oranda soğurmasıdır. İnce film yapısı şekil 2.14'de gösterilmektedir.



Şekil 2.14 İnce film hücre yapısı

2.6. Şebeke Bağlantılı Akü Yedeklemesiz Fotovoltaik Sistem

Şebeke bağlantılı akü yedeklemesiz sistemde ana elemanlar fotovoltaik panel ve eviricilerdir. Günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sistemin mantığında paneller vasıtası ile üretilen doğrudan akım enerjisi eviricilere aktarılır ve eviriciler aracılığıyla alternatif akıma dönüştürülür. Çift yönlü sayaç ile şebekeye aktarılır. Üretilen enerji kullanım fazlasıysa şebekeye aktarılır, eksik ise şebekeden enerji ihtiyacı karşılanır. Sayaç tarafından ölçülen değerler hesaplanarak alınan ve satılan enerji miktarları bulunur. Şekil 2.15'te sistem örneği gösterilmiştir [22].



Şekil 2.15 Şebeke bağlantılı akü yedeklemesiz sistem örneği

2.7. Fotovoltaik Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları

Fotovoltaik sistemlerin avantajları ve dezavantajlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

Avantajları:

- Enerji kaynağı sonsuz ve ücretsizdir
- Uzun ömürlüdür
- Sistemler modülerdir ve kolaylıkla kolayca monte edilebilir.
- Bakım ve temizliği rahattır
- Çevreye ses ve zararlı gaz salınımı yoktur.

Dezavantajları:

- Enerji kaynağı olan güneş sabit değildir
- Enerjiyi depolama sistemi ekonomik değildir.
- İlk yatırım maliyeti yüksektir.

2.8. Fotovoltaik Teknolojisinin Uygulama Alanları

- Uzay Uygulamaları
- Tekstil Uygulamaları
- Bina Çatı veya Cepheleri
- Sokak Lambaları
- Güneş Arabaları
- Trafik Uyarı Lambaları

3. MALATYA'DA UYGULANACAK GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ

Tezimizde incelediğimiz güneş enerjisi santrali 12 kWh kurulu güç olarak planlanmıştır. Santralin kurulumu için seçilen bölgemiz Malatya Görgü köyü dür.

3.1. Yatırım Mahiyeti

Malatya'da yapılacak olan yatırım, dünyanın enerji kaynağı olan güneşten gelen ışınımlardan elektrik üretecek olan enerji üretim tesisi olacaktır. Güneş enerjisinden elektriğe dönüşüm sağlayan güneş pillerinden faydalanılacaktır.

3.2. Proje Yatırım Nedeni

Kurulması planlanan 12 kWh gücündeki güneş enerjisi santralinin kurulma amacı, çiftliğin enerji ihtiyacını karşılamak ve artan miktarını şebekeye doğrudan elektrik enerjisi satmaktır. Yatırımcı için üreteceği her kW enerji için devletin belirlediği teşvik rakamlarından alacağı ödemediği dolaylı cazip olan yatırım, bölge için öncü bir hareket olacaktır.

3.3. Kurulacak Tesis Sahasının Özellikleri

Tesisin kurulacağı alan Malatya ili merkez ilçelerden olan Yeşilyurt sınırlarında olan Görgü köyündedir. Köy 38° 15' 49.44" kuzey enlemi ve 38° 6' 39.28" doğu boylamı arasında yer almaktadır. Görgü Köyü Malatya şehir merkezine mesafesi ise yaklaşık 22 kilometredir. Çevresinde doğuda Elâzığ ve Diyarbakır, batıda Kahramanmaraş, güneyde Adıyaman, kuzeyde Sivas ve Erzincan illeri ile çevrilidir.

3.4. Enerji Tüketim Değerleri

Malatya ilinde kurulacak olan bu tesis ile besi, konut ve çevre aydınlatma sisteminin elektrik ihtiyacını karşılanması planlanmaktadır. Kullanılan cihaz ve ekipmanların, aşağıda belirtilen çizelgede de görüldüğü gibi kullanım süreleri ve tüketim miktarları göz önüne alındığında günlük yaklaşık 12 kWh elektrik ihtiyacı olmaktadır.

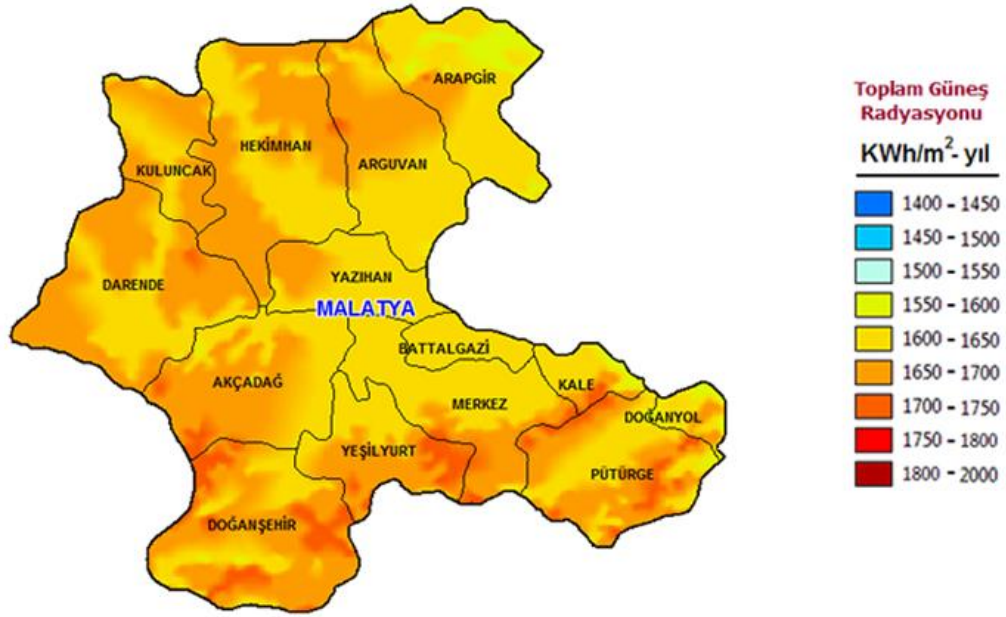
Çizelge 3.1'de Çiftlik için gerekli elektrik enerjisi gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Çiftliğin yıllık elektrik sarfiyatı

Elektrikli Cihaz	Güç (W)	Günlük Kullanım Süresi (saat)	Günlük Tüketim (Wh/gün)	Gün/Hafta	Yıllık Tüketim (Wh/yıl)
TV	75	6	450	7	163800
Buzdolabı	100	24	2400	7	873600
Çamaşır makinesi	350	2	700	2	72800
Elektrikli süpürge	150	1	150	2	15600
Bulaşık makinesi	600	2	1200	3	187200
Ütü	800	2	1600	2	166400
Klasik ampul (6 adet)	150	6	900	7	327600
Süt Sağma Makinesi	180	2	360	7	131040
Besi Aydınlatma	250	3	750	7	273000
Çevre Aydınlatma	300	10	3000	7	1092000
Havalandırma Fanı	80	4	320	7	116480
TOPLAM			11.830 Wh/gün		2.765.880 Wh/yıl

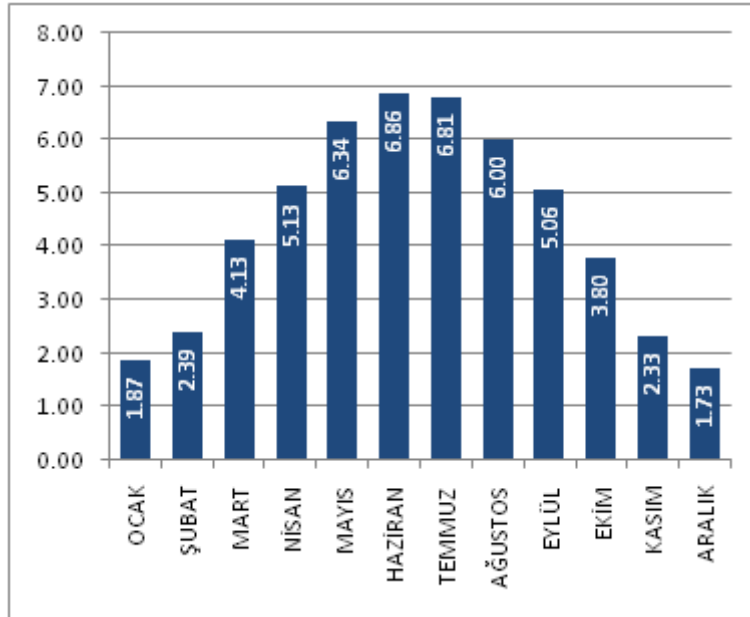
3.5. Güneş Enerjisi Potansiyeli

Bir bölgenin güneş enerjisinden maksimum faydalanmasındaki temel etken Global Güneş Radyasyonudur. Malatya, güneş enerjisi bakımından oldukça yüksek potansiyeline sahip illerimizden birisidir. Malatya için yıllık toplam güneş radyasyonu yaklaşık 1700 kWh/m² olduğunu Şekil 3.1’de Malatya için global güneş radyasyonu haritasında görebilmekteyiz.



Şekil 3.1 Malatya global güneş radyasyonu [23]

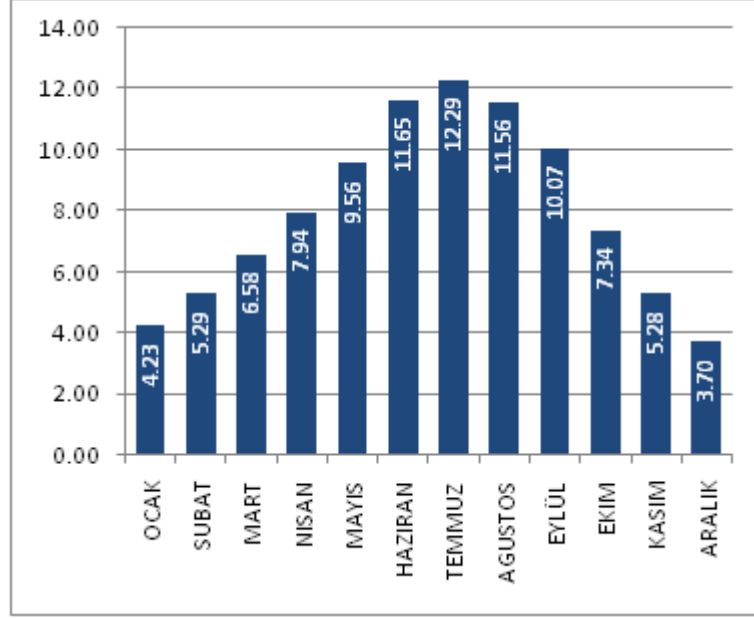
Kurulu tesisin bulunduğu bölge olan Malatya ili Merkez ilçesi için global radyasyon değerleri Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Malatya Yeşilyurt ilçesi global radyasyon değerleri (kWh/m²-gün) [23]

Şekil 3.2’de verilen değerler incelendiğinde proje alanının içinde bulunduğu alanda metrekareye düşen güneş radyasyon değerinin en fazla olduğu aylar haziran ve temmuz olurken en düşük olan aylar ise ocak ve aralıktır. Ocak veya aralık ayındaki değerler göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalar, sistemin minimum kapasitesini elde etmede yardımcı olacaktır.

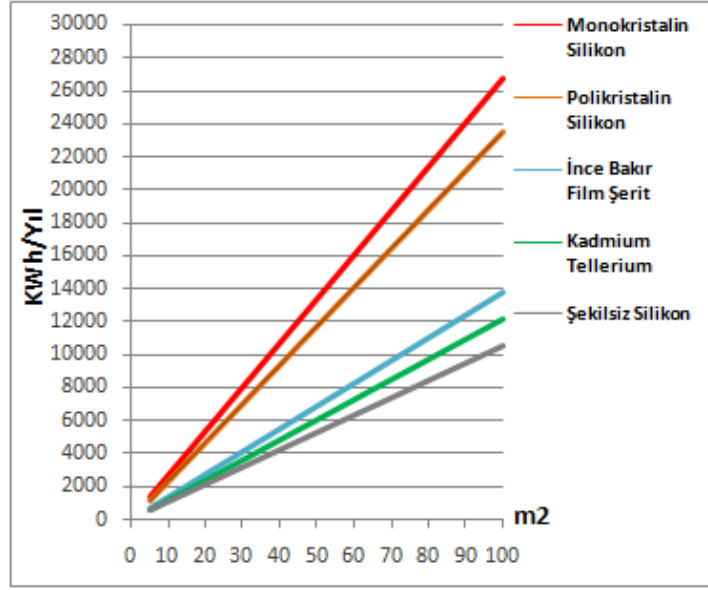
Elektrik enerjisi elde etmede güneşlenme süresi çok önemli bir diğer etkidir. Güneşin gökyüzünde görüldüğü süre güneşlenme süresi olarak adlandırılmaktadır. Malatya merkez için Şekil 3.3'te ortalama güneşlenme süreleri belirtilmiştir.



Şekil 3.3 Malatya Yeşilyurt ilçesi güneşlenme süreleri (Saat) [23]

Malatya merkezde temmuz ayında bir gün içerisinde güneşin görünme süresi 12 saati geçerken aralık ayında bu rakam 4 saatin altına inmektedir.

Üretilecek olan enerji miktarı kullanılan fotovoltaik panel türüne değişim göstermektedir. Proje bölgemiz için ortalama üretim miktarları aşağıda Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Malatya Yeşilyurt ilçesi PV tipi-alan-üretilebilecek enerji (KWh-Yıl) [23]

Fotovoltaik panel türlerinin metrekare bazlı yıllık elektrik üretim değerlerinden de görüldüğü üzere monokristal silikon ve polikristal silikon esaslı paneller diğer panel türlerine göre çok daha yüksek kapasitede enerji toplamaktadır.

Polikristal Silikon esaslı panellerin üretim teknolojisi ve kullanımı daha yaygın olduğundan projemizde polikristal silikon esaslı paneller tercih edilmiştir.

3.6. Kurulacak Tesis

3.6.1. Kapasite seçimi

Çiftliğin ihtiyacı olan yenilenebilir enerji santrali için 12 kW'lık kurulu güç seçilmiştir. Bu seçimde tesisin enerji ihtiyacı belirleyici olmuştur. İhtiyaç olan enerjinin hangi alanlarda kullanılacağı yukarıdaki Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Bu çizelgeye göre proje alanında konut, besi ve çevre aydınlatma yükleri hesap edilerek toplam kapasite seçimi yapılmıştır.

3.6.2. Optimum Kurulu Güç

12 kW'lık bir kurulu güç ihtiva edecek olan tesis için yapılan çalışmalarda farklı fotovoltaik paneller kullanılacağı için bunlara göre değişik adetlerde güneş panelleri olacaktır. Buna ek olarak, polikristal teknolojiye güneş panelleri 200-230 Wp aralığında olduğundan tesiste minimum 40 adet güneş paneli gerektiği hesaplanmıştır.

4. EKONOMİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Ekonomik analiz, projelerin hayata geçirilip geçirilmeyeceğine, alternatif projelere yönelmenin gerekliliğine karar verme noktasında yardım sağlayan yöntemlerdir [24].

Bu yüksek lisans tezimizde işlediğimiz fotovoltaik enerji sisteminin verimliliğini değerlendirmek için ekonomik analiz yöntemlerini irdeleme gereği duyulmuştur.

Bu yöntemleri aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz:

Paranın Zaman Değerine Önem Verilen Metotlar

- Net Bugünkü Değer (net present value-NPV)
- Karlılık Dizini (Profitability Index-PI)
- İç Verim Oranı (internal rate of return-IRR)
- Yıllık Eşdeğer Gider Metodu (Annual Equivalent Expense Method-AEEM)
- Net Bugünkü Değer ve İç Verim Oranı Mukayesesi

Paranın Zaman Değerine Önem Verilmeyen Metotlar

- Ortalama Verimlilik Metodu (Average Productivity Method-APM)
- Geri Ödeme Süresi Metodu (payback period-PR)

4.1. Paranın Zaman Değerine Önem Verilen Metotlar

4.1.1. Net Bugünkü Değer (net present value-NPV)

Önceden belirlenen bir iskonto sınırı üzerinden, yatırım harcamalarını ve yatırımın sağlayacağı nakit girişlerini aynı zaman noktasına indirgeyerek aralarındaki farkın hesaplanması olarak bu yöntemi tanımlayabiliriz.

Mevcutta bir proje var ise NPV'nin artı (pozitif) olması kabul için zorunludur.

Ancak değerlendirilen proje sayısı birden fazla ise, bu durumda NPV'si en büyük olan proje tercih edilecektir. Diğer farklılık arz eden bir durum da yapılması

zorunlu olan fakat NPV <0 olan projeler mevcut ise bu durumda projelerden NPV'si sifira en yakın olan proje tercih edilmelidir.

Bu yöntemin kullanılmasında en önemli ve zor konu iskonto oranının belirlenmesidir. Genel olarak iskonto oranının kullanımında sermaye maliyeti kullanılmaktadır.

Sermaye maliyetini yatırımın finansmanında kullanılan ağırlıklı ortalama maliyeti şeklinde ifade edilebilir. Bunun dışında sermaye maliyeti olarak kullanılabilen oranlar aşağıda kısaca belirtilmiştir. Ayrıca iskonto oranı belirlenirken ülkedeki enflasyon oranı, cari faiz haddi ve beklenen riskler de hesaba katılmalıdır.

4.1.2. Karlılık Dizini (Profitability Index-PI)

Önceden belirlenmiş bir iskonto oranı ile yatırım harcamalarını ve yatırımın sağlayacağı nakit girişlerini aynı zaman düzeyine indirgeyerek, indirgenmiş nakit girişlerinin indirgenmiş yatırım harcamalarına Karlılık indeksi denmektedir.

Bu yöntem NPV'nin farklı bir şekilde uygulaması olarak ortaya çıkmaktadır.

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+i)_t}}{C_t} \quad (4.1)$$

$PI \geq 1$ Kabul

$PI < 1$ Red

C_t = Yatırım tutarı.

A_t = Yıllık net nakit akışları.

i = Sermaye maliyeti.

Tek bir yatırım projesi değerlendiriliyorsa $PI \geq 1$ kabul edilir. Alternatif projelerin değerlendirmesi söz konusu ise, PI daha büyük olan proje tercih edilir.

4.1.3. İç Verim Oranı (internal rate of return-IRR)

İç Verim Oranı, yatırımın gerektireceği para çıkışı ile ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı para girişini eşit kılan iskonto oranı olarak tanımlanmaktadır. İç verim oranı, bir yatırım projesinin NPV'sini sifıra eşitleyen iskonto oranı olarak da tanımlanmaktadır.

$$IRR = \sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+r)_t} = C_t \quad (4.2)$$

$r \geq k(i)$ Kabul

$r < k(i)$ Red

$r =$ İç Verim Oranı.

Yatırımın NPV 'sini sifıra eşitleyen bir (r) oranı tespit edilir. Bu yöntemde NPV = 0'dır. Bu projede bizim sermaye maliyetimiz olan (i = k) IRR'den küçük olma durumunda proje kabul edilebilir bir proje olur.

Projenin verimliliği (r), sermaye maliyetinden büyükse kabul edilir. Alternatif projelerde ise verimliliği (r) büyük olan proje tercih edilir.

Yatırım projelerinde iç verim oranı, nakit akımlarının zaman içindeki dağılımına uygun olan çeşitli iskonto oranları ve sürelerle göre hazırlanmış faiz faktörleri yardımı ile deneme yanılma yöntemi ile hesaplanmaktadır.

4.1.4. Yıllık Eşdeğer Gider Metodu (Annual Equivalent Expense Method-AEEM)

Birbirinin yerine geçebilen projeler arasında seçim yapılırken söz konusu yatırım projelerinin giderlerinin bu günkü değeri karşılaştırılabildiği gibi, bu projelerin yıllık eş giderleri de karşılaştırılabilir. Bir yatırım projesinin yıllık giderleri ile yatırım tutarının bir yıla düşen payı toplamına eşittir. Yıllık gider en düşük olan proje seçilir. Ancak, böyle bir karşılaştırmanın yapılabilmesi için, projelerin gerek yatırım gerek işletme giderlerinin yıllık eş gider şekline dönüştürülmesi gerekir. Projelerin tahmini yıllık işletme giderleri bilindiğine göre, sorun yatırım tutarının her yıla karşılık gelen gider payının hesaplanmasıdır.

4.1.5. Net Bugünkü Değer ve İç Verim Oranı Mukayesesi

Net Bugünkü Değer Varsayımları

- Sermaye maliyeti sabittir.
- Kredi kısıtı yoktur. Cari faiz haddinden kredi sağlanabilir.
- Proje gelirleri, başka alanlara yatırılması halinde, bunların minimum gelir oranı sermaye maliyetidir.

İç Verim Oranı Varsayımları

- Proje gelirleri başka alanlara yatırılınca, buralardan elde edilecek gelir oranı (r) kadardır. Bu oran düşük veya yüksek olabilir.
- (r) verim oranı sabit değildir. Her proje için ayrı birer (r) oranı bulunabilir.

NPV ve IRR 'nin Farklı Sonuç Verme Durumları

- Yatırım maliyetleri (C) çok farklı olduğu durumlar,
- Proje ömürleri çok farklı olduğu durumlarda sonuçlar da farklı olur.

NPV yönteminde her zaman daha büyük NPV'li projeler tercih edilir. Buna karşılık küçük tutardaki fakat daha karlı yatırım projeler göz ardı edilir. Proje ömürleri çok farklı olması durumunda da NPV ömrü uzun fakat NPV si de büyük olanı tercih eder yine kısa süreli fakat çok karlı projeler göz ardı edilir.

Sermaye kısıdımız yok ise NPV 'yi tercih etmek daha doğrudur. Sermaye kısıdımız var ise, daha küçük fakat daha verimli projeleri seçmek daha mantıklı olabilir.

4.2. Paranın Zaman Değerine nem Verilmeyen Metotlar

4.2.1.Ortalama Verimlilik Metodu (Average Productivity Method-APM)

Bu yöntem, projelerin ortalama verimliliklerini ölçmektedir. İki alternatif proje karşılaştırmasında verim oranı yüksek olan proje seçilir. Tek proje olması durumunda istenilen oran elde edilen oranla karşılaştırılmalıdır.

- Bu yöntemin yararı basit olması ve muhasebe verilerinden yararlanmasıdır.
- Sakıncası ise, net nakit akımları yerine muhasebe verilerine dayalı kar (gelir) kavramlarını esas alması ve ayrıca nakit çıkış ve girişlerinin zamanlamasına önem vermemesidir.

4.2.2.Geri deme Süresi Metodu (payback period-PR)

Başlangıçta yatırılan paranın, ileri yıllarda elde edilecek nakit akışları ile kaç yılda geri alınacağını ler. Bu yöntemde geri ödeme süresi kısa olan proje tercih edilir. Tek proje varsa bizim zaman kısıdımız kararımızı belirleyecektir. Geri deme süresi, bizim kısıdımızın altında ise bu proje kabul edilebilir.

Yöntemin Sakıncaları

- Geri deme döneminden sonraki yıllarda oluşabilecek muhtemel net nakit akışlarını dikkate almaz. Oysa bu tarihten sonraki net nakit akışları karar sürecini etkileyebilir. Örneğin geri ödeme sresinden sonraki yıllarda çok büyük net nakit akışları red edilebilir veya daha düşük net nakit akışları olan proje tercih edilebilir.
- Paranın zaman değerini dikkate almaz.

Kullanılması

- Geri deme Süresi kısaldıkça proje riski azalır ve likiditesinin yüksek olduğu kabul edilir.

Ekonomik analizler incelendiğinde projemiz için ideal analiz yöntemi Geri Ödeme Süresi hesabıdır.

12 kWh'lık güneş enerjisi santralının ekonomik analizini yaparken, proje gelirleri, giderleri ve maliyetleri ile ilgili genel durumun tespitiyle geri ödeme süresi Bölüm 6'da hesaplanmıştır.

4.3. Güneş Enerji Santralının Maliyeti

Güneş Enerji Santrali ile ilgili olarak yatırım bedelini oluşturan temel ögeler aşağıdaki gibidir.

- Mühendislik çalışmaları
- Makine ve ekipman
- Arazi değeri
- Devreye alma
- Saha ve inşai işler
- Finansman giderleri
- Faaliyet giderleri
- Yatırım dönemi genel gider
- Beklenmeyen giderler bulunmaktadır.

5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1. Modül

Fotovoltaik sistemlerde üretim kolaylığı ve fiyat avantajlarından dolayı çoğunlukla polikristal yapıli modüller tercih edilmektedir. Çiftliğin havuzunun çatısına yapılacak olan sistem için maksimum 44 panel yerleştirilebileceği hesaplanmıştır.

Üretici firma tarafından yapılan hesaplamalar sonucu, proje bölgesindeki panel eğim açısı 32° olması gerektiği belirtilmiştir. Buna uygun olarak sahada montajı yapılmıştır.

Projemizde kullandığımız güneş pillerinin özellikleri Çizelge 5.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.1 Sistemde kullanılan modül özellikleri

MODÜL	
ÜRETİCİ FİRMA	SOLİMPEKS
TİPİ	POLY-KRİSTAL
MAKSİMUM MODÜL GÜCÜ	250 W _p (WATT-PEAK)
BOYUTLAR	1640x992x45 mm
TOPLAM MODÜL SAYISI	44 ADET
İZİN VERİLEN ÇALIŞMA SICAKLIĞI	(-40) – (+85)
İMALAT YILI	2016

Çiftliğin enerji ihtiyacını karşılamak için kurulan bu sistemde, güneş enerjisi panellerinin yerleşimi Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Çiftliğe kurulan güneş enerjisi panelleri



Şekil 5.2 Malatya'da bulunan çiftlikten genel görüntü

5.2. Evirici

Projemizde paneller aracılığıyla üretilen doğru akım elektrik gücünü alternatif akıma çeviren bir adet Evirici kullanılmıştır. Güneş paneli sistemlerinde panellerden elde edilen güç ile inverter gücü birbirine uyumlu olmalıdır. Kurulum noktası, model yerleşimi kullanılan ekipmanların teknolojilerine bağlı olarak panel sisteminden elde edilen güç ile inverter gücü arasında \pm -%25 bir fark olabilmektedir.

Sistemde kullanılan evirici özellikleri Çizelge 5.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 5.2 Sistemde kullanılan evirici özellikleri

EVİRİCİ	
ÜRETİCİ FİRMA	GOODWE
TİPİ	GW15K-DT
TOPLAM EVİRİCİ SAYISI	1 ADET
MAKSİMUM GİRİŞ GERLİMİ	1000 V (DC)
ÇIKIŞ GÜCÜ	15,4 KW
İMALAT YILI	2016

Tesiste kullandığımız evirici ve panoya ait fotoğraf Şekil 5.3 olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.3 Tesiste kullanılan evirici ve pano

5.3. Kablolama

Projede paneller ile evirici arasında ve evirici ile pano arasında kullanılacak kablo özellikleri Çizelge 5.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.3 Sistemde kullanılan kablo özellikleri

SIRA NO	GERİLİM	UZUNLUK	AÇIKLAMA
1	1000V DC	4 mm ² PV1*F, 76 m	Paneller ile evirici arasında kullanılacak Solar Kablo
2	0,4 kV	5x6 mm ² NYY, 2 m	Evirici ile AC DC Pano arası kullanılacak kablo

Panellerin yerleşiminde kullanılan karkas sistem yapısı ve kablolar Şekil 5.4'te görülmektedir.



Şekil 5.4 Tesisteki panellerin karkas yapısı ve kablolar

Projemizdeki paneller 2 paralel dizin üzerine kurulumu yapılmıştır. Çizelge 5.4'te bu dizin bilgileri yer almaktadır.

Çizelge 5.4 Sistemde kullanılan dizin bilgileri

DİZİN BİLGİLERİ				
Dizi No	Uzunluk (m)	Kablo Kesiti(mm²)	Panel Sayısı (adet)	Toplam Güç (W)
1	25	4	22	6000
2	21	4	22	6000
DCT	46	4	44	12000

6. EKONOMİK ANALİZ

Ekonomik analiz yöntemlerini Bölüm 4’te irdelenmiştir. Bu yöntemlerden geri ödeme süresi hesabını yapabilmek için öncelikle gider kalemleri ve miktarları belirlenmelidir. Daha sonra gelir miktarı hesaplanmalıdır. Elde edilen veriler yardımıyla sistemin geri ödeme süresi hesaplanacaktır.

6.1. Sistem Maliyeti

Toplam maliyeti elde etmek için sistem kurulumu için gerekli tüm ekipmanların maliyeti, Sistem bağlantı bedeli, kurulum aşamasındaki yakıt, yemek vb. faaliyet giderleri ve öngörülmeleyen giderler de hesap edilmelidir.

Projemizde kullanılan ekipman ve fiyatları çizelge 6.1’te belirtilmiştir.

Çizelge 6.1 Sistemde kullanılan ekipman listesi

SIRA NO	EKİPMAN LİSTESİ	MİKTAR	BİRİM	BİRİM FİYAT (\$)	TOPLAM FİYAT (\$)
1	250 W FOTOVOLTAİK PANEL	44	ADET	187,50	8250,00
2	15 kW On-Grid INVERTER	1	ADET	2680,50	2680,50
3	ÇİFT YÖNLÜ SAYAÇ	1	ADET	300,00	300,00
4	TEK YÖNLÜ SAYAÇ	1	ADET	45,00	45,00
5	4 mm ² SOLAR KABLO	200	MT	2,40	480,00
6	4x10 mm ² NYK KABLO	13	MT	2,25	29,25
7	4 mm TOPRAKLAMA KABLOSU	50	MT	1,50	75,00
8	16 mm TOPRAKLAMA KABLOSU	50	MT	3,75	187,50
9	Ø 20 TOPRAKLAMA ÇUBUĞU (1.5M)	8	ADET	75,00	600,00
10	AC PARAFUDUR	1	ADET	187,50	187,50
11	DC PARAFUDUR	2	ADET	150,00	300,00
12	12A DC SİGORTA	2	ADET	11,25	22,50
13	4x40 A (300mA) KAÇAK AKIM RÖLESİ	2	ADET	30,00	60,00
14	3x32 A SİGORTA	2	ADET	7,50	15,00
15	3x40 A TERMİK MANYETİK ŞALTER	4	ADET	112,50	450,00
16	BARA (30x5)	4	KG	15,00	60,00
17	30x3,5 mm GALVANİZ ŞERİT	120	MT	2,00	240,00
18	PANO	1	ADET	150,00	150,00
19	ŞEBEKE KORUMA RÖLESİ	1	ADET	1500,00	1500,00
20	KONTAKTÖR	1	ADET	50,00	50,00
21	KONSTRÜKSİYON MONTAJ SETİ	44	ADET	20,00	880,00
22	SARF MALZEMELER	1	ADET	375,00	375,00
23	İŞÇİLİK VE MONTAJ	1	ADET	525,00	525,00
24	PARATONER	1	ADET	900,00	900,00
25	50 mm ² BAKIR İNDİRME İLETKENİ	60	MT	11,25	675,00
26	PROJE VE ONAY BEDELİ	1	ADET	2500,00	2500,00
				TOPLAM (\$)	21537,25

Çizelge 6.1’de görüldüğü üzere ekipman listesinde en büyük maliyeti fotovoltaik paneller ve inverter oluşturmaktadır.

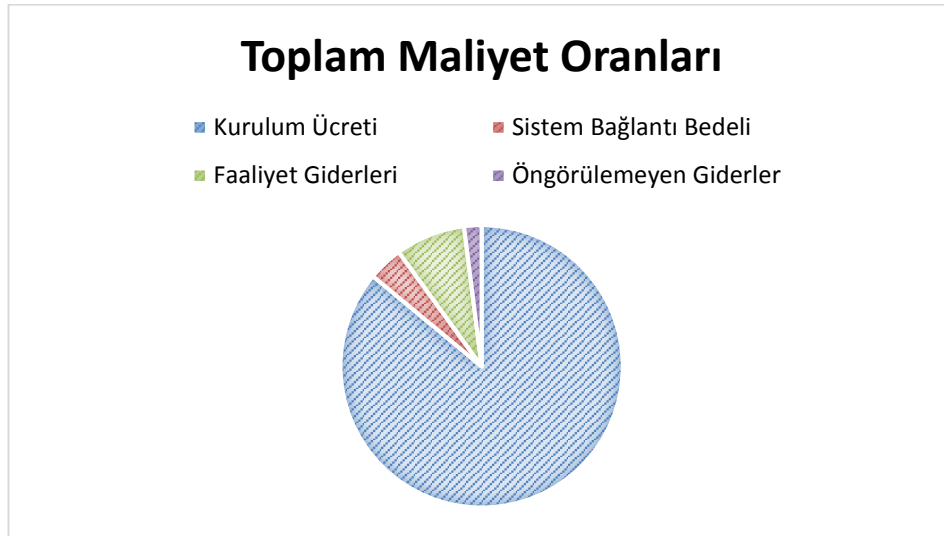
Yatırımın toplam maliyeti Çizelge 6.2’da gösterilmiştir.

Çizelge 6.2 Yatırımın toplam maliyeti

YATIRIMIN TOPLAM MALİYETİ	FİYAT
KURULUM ÜCRETİ	21.537,25 \$
SİSTEM BAĞLANTI BEDELİ	1.000,00 \$
ARAZİ BEDELİ	0,00 \$
FAALİYET GİDERLERİ	2.000,00 \$
ÖN GÖRÜLMİYEN GİDER	500,00 \$
KDV	KDV yardımından dolayı yoktur
TOPLAM MALİYET	25.037,25 \$

Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmak adına KDV desteği yapılmaktadır. Yatırımcı sistemi kendi arazisinde kuracağı için arazi bedeli yansıtılmamıştır. Çizelgeden de görüldüğü gibi yatırım toplam maliyeti yirmi beş bin dolar dolayında olmuştur.

Toplam maliyet oranları grafik olarak Şekil 6.1’de gösterilmiştir.



Şekil 6.1 Tesis toplam maliyet oranı

6.2. Sistemin Getirisi

Malatya’da kurulan fotovoltaik sistemin günlük elektrik üretimi çift yönlü sayaç aracılığıyla kayıt altına alınmaktadır. Uzaktan bağlantı yardımıyla bilgisayar ortamında günlük, aylık ve yıllık bazda kayıt edilmektedir.

Kurulan sistem, çiftliğin ihtiyacı olan günlük 12 kWh elektrik enerjisini, sistemin en düşük kapasitede elektrik enerjisi ürettiği ocak ve aralık aylarında sağlaması üzerine tasarlanmıştır.

2017 yılı ocak ve aralık ayına ait değerler çizelge 6.3 ve 6.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 6.3 Ocak 2017 enerji üretim değerleri

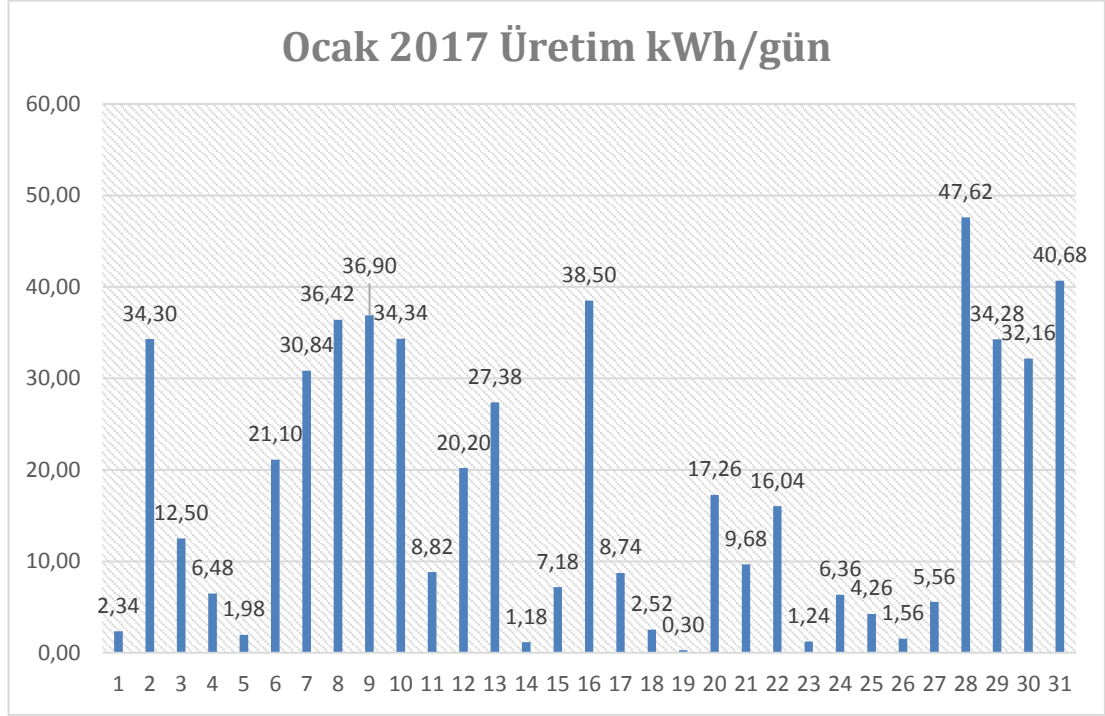
Tarih (Ocak 2017)	Günlük Dolar Kuru (TCMB)	1 Sayılı cetvel fiyat	Kur*0.133 cent	Üretim kWh	Toplam Tutar(TL)
1	3,5338	0,133	0,4699954	2,340	1,10
2	3,5338	0,133	0,4699954	34,300	16,12
3	3,5737	0,133	0,4753021	12,500	5,94
4	3,5764	0,133	0,4756612	6,480	3,08
5	3,5934	0,133	0,4779222	1,980	0,95
6	3,6134	0,133	0,4805822	21,100	10,14
7	3,6134	0,133	0,4805822	30,840	14,82
8	3,6134	0,133	0,4805822	36,420	17,50
9	3,7020	0,133	0,4923660	36,900	18,17
10	3,7620	0,133	0,5003460	34,340	17,18
11	3,8501	0,133	0,5120633	8,820	4,52
12	3,8430	0,133	0,5111190	20,200	10,32
13	3,7994	0,133	0,5053202	27,380	13,84
14	3,7994	0,133	0,5053202	1,180	0,60
15	3,7994	0,133	0,5053202	7,180	3,63
16	3,7616	0,133	0,5002928	38,500	19,26
17	3,7826	0,133	0,5030858	8,740	4,40
18	3,7772	0,133	0,5023676	2,520	1,27
19	3,7941	0,133	0,5046153	0,300	0,15
20	3,8176	0,133	0,5077408	17,260	8,76
21	3,8176	0,133	0,5077408	9,680	4,91
22	3,8176	0,133	0,5077408	16,040	8,14
23	3,7678	0,133	0,5011174	1,240	0,62
24	3,7523	0,133	0,4990559	6,360	3,17
25	3,8034	0,133	0,5058522	4,260	2,15
26	3,8342	0,133	0,5099486	1,560	0,80
27	3,8779	0,133	0,5157607	5,560	2,87
28	3,8779	0,133	0,5157607	47,620	24,56
29	3,8779	0,133	0,5157607	34,280	17,68
30	3,8324	0,133	0,5097092	32,160	16,39
31	3,7874	0,133	0,5037242	40,680	20,49
				548,72 kWh	273,54 TL

Çizelge 6.4 Aralık 2017 enerji üretim değerleri

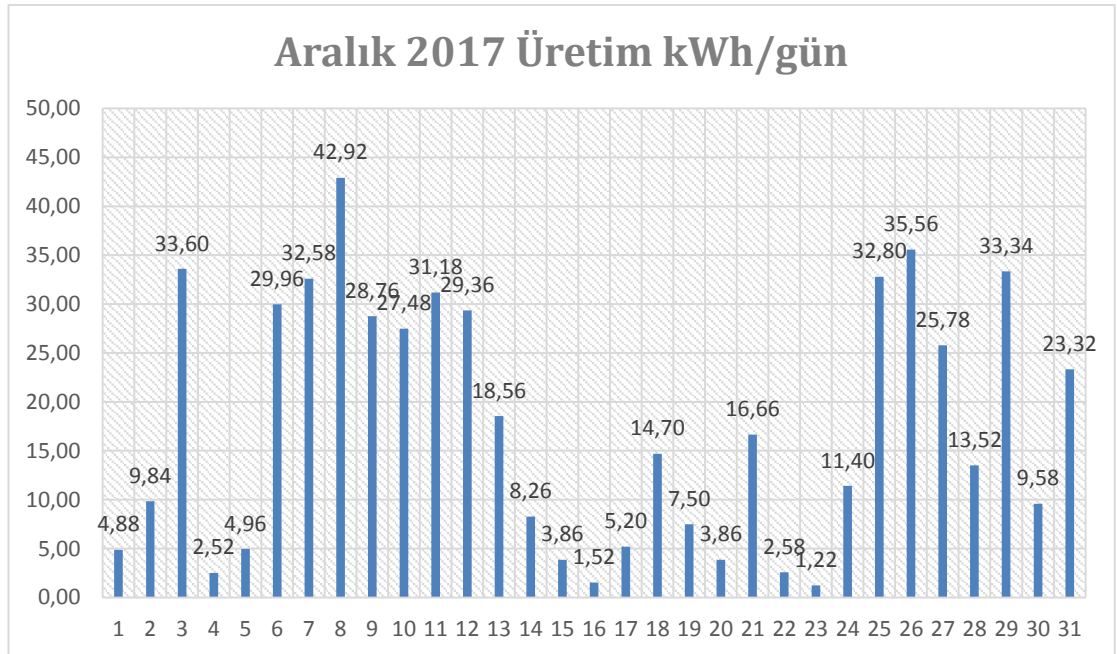
Tarih (Aralık2017)	Günlük Dolar Kuru (TCMB)	1 Sayılı cetvel fiyat	Kur*0.133 (cent)	Üretim (kWh)	Toplam Tutar(TL)
1	3,9390	0,133	0,5238870	4,88	2,56
2	3,9324	0,133	0,5230092	9,84	5,15
3	3,9324	0,133	0,5230092	33,60	17,57
4	3,9324	0,133	0,5230092	2,52	1,32
5	3,9191	0,133	0,5212403	4,96	2,59
6	3,8624	0,133	0,5136992	29,96	15,39
7	3,8528	0,133	0,5124224	32,58	16,69
8	3,8608	0,133	0,5134864	42,92	22,04
9	3,8546	0,133	0,5126618	28,76	14,74
10	3,8546	0,133	0,5126618	27,48	14,09
11	3,8546	0,133	0,5126618	31,18	15,98
12	3,8275	0,133	0,5090575	29,36	14,95
13	3,8277	0,133	0,5090841	18,56	9,45
14	3,8390	0,133	0,5105870	8,26	4,22
15	3,8323	0,133	0,5096959	3,86	1,97
16	3,8591	0,133	0,5132603	1,52	0,78
17	3,8591	0,133	0,5132603	5,20	2,67
18	3,8591	0,133	0,5132603	14,70	7,54
19	3,8507	0,133	0,5121431	7,50	3,84
20	3,8349	0,133	0,5100417	3,86	1,97
21	3,8342	0,133	0,5099486	16,66	8,50
22	3,8223	0,133	0,5083659	2,58	1,31
23	3,8113	0,133	0,5069029	1,22	0,62
24	3,8113	0,133	0,5069029	11,40	5,78
25	3,8113	0,133	0,5069029	32,80	16,63
26	3,8087	0,133	0,5065571	35,56	18,01
27	3,8029	0,133	0,5057857	25,78	13,04
28	3,8197	0,133	0,5080201	13,52	6,87
29	3,8104	0,133	0,5067832	33,34	16,90
30	3,7719	0,133	0,5016627	9,58	4,81
31	3,7719	0,133	0,5016627	23,32	11,70
				547,26 kWh	279,66 TL

Çizelgeler incelendiğinde en düşük üretim değerlerine sahip ocak ve aralık aylarında günlük ortalama 18 kWh elektrik enerjisi elde edilmiştir. Sistemde kullanılan çift yönlü sayaç ile güneş enerjisi üretilmeyen dönemlerde şebekeden enerji alınırken, güneşli dönemlerde ise ihtiyaç fazlası enerji şebekeye satılmaktadır.

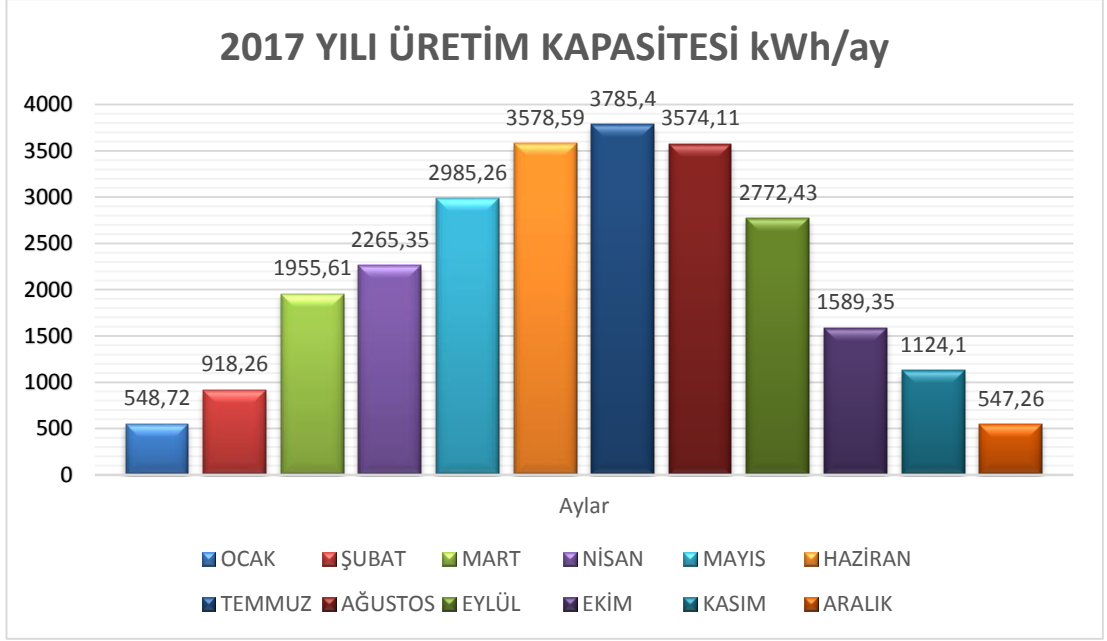
2017 ocak ve aralık ayları enerji üretim değerlerinin Şekil 6.2 ve Şekil 6.3'te grafik gösterimi bulunmaktadır.



Şekil 6.2 Ocak 2017 enerji üretim değerleri



Şekil 6.3 Aralık 2017 enerji üretim değerleri



Şekil 6.4 2017 yılı enerji üretim değerleri

Şekil 6.4'te görüldüğü üzere ocak ve aralık aylarında minimum düzeyde üretim olurken yaz aylarında maksimum düzeyde üretim sağlanmaktadır.

2017 yılında toplam 25.644 kWh elektrik üretilmiştir.

6.3. Geri Ödeme Süresi Hesabı

İşletmeler için hayati önem taşıyan geri ödeme süresi, bir karlılık ölçüsü değildir. Zaman kavramıdır. Yatırımın riskini göz önünde bulundurmamıza yardımcı olmaktadır.

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \frac{\text{Toplam Maliyet}}{\text{Toplam Kazanç}} \quad (6.1)$$

Çiftlikte kurulan sistemdeki güneş panellerinin ömrü 20 ila 25 yıl arasında olduğu üretici firmalar tarafından belirtilmektedir. Panel ömürleri 25 yıl olarak kabul edilip yıllara göre enerji üretimi hesaplanarak Şekil 6.4'te belirtildiği gibi geri ödeme süresi 8 yıl olarak hesaplanmıştır.

2016 yılının son döneminde kurulan sistemin yatırım maliyeti 25.037,25\$' dir. Yıllık bakım ve arızalar için ortalama 5.000 \$ faaliyet gideri öngörülmüştür. Fotovoltaik panellerin verimleri her yıl %0,8 oranında düşmektedir. Bu değer üretim miktarını da etkilemektedir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından 2017 yılı için belirlenen elektrik birim satış fiyatı 0,133 \$ dır.

Aşağıda Şekil 6.5'te detaylı bir şekilde geri ödeme süresi analizi yapılmıştır.

Bu analizde ilk yatırım maliyetine çalışanlar, bakım ve arızalar için her yıl 5.000 \$ dolar eklenmiştir. Yıllık üretim miktarı sabit olduğu varsayılarak panellerdeki verim düşüşü hesaba katılmıştır. Belirlenen elektrik birim satış fiyatı ile üretilen elektrik miktarı çarpılarak satış getirisi Amerikan doları bazında hesaplanmıştır. Her yıl için elde edilen gelirden giderler çıkartılarak geri ödeme süresi hesaplanmıştır.

YIL	SENE	İLK YATIRIM MALİYETİ (AMERİKAN DOLARI)	FAALİYET GİDERLERİ (AMERİKAN DOLARI)	YILLIK ORTALMA ELEKTRİK ÜRETİM MİKTARI kWh	PANEL VERİM DÜŞÜŞÜ %0,8 (kWh)	ELEKTRİK BİRİM SATIŞ FİYATI (AMERİKAN DOLARI)	ELEKTRİK SATIŞ GETİRİSİ (AMERİKAN DOLARI)	GELİR-GİDER FARKI (AMERİKAN DOLARI)
2017	1	-25.037,25 \$	5.000,00 \$	25.644	25.438,848	0,13 \$	3.383,37 \$	-23.420,62 \$
2018	2	-21.653,88 \$	5.000,00 \$	25.644	25.235,337	0,13 \$	3.356,30 \$	-20.010,18 \$
2019	3	-18.297,58 \$	5.000,00 \$	25.644	25.033,455	0,13 \$	3.329,45 \$	-16.627,03 \$
2020	4	-14.968,13 \$	5.000,00 \$	25.644	24.833,187	0,13 \$	3.302,81 \$	-13.270,95 \$
2021	5	-11.665,32 \$	5.000,00 \$	25.644	24.634,521	0,13 \$	3.276,39 \$	-9.941,71 \$
2022	6	-8.388,93 \$	5.000,00 \$	25.644	24.437,445	0,13 \$	3.250,18 \$	-6.639,11 \$
2023	7	-5.138,75 \$	5.000,00 \$	25.644	24.241,946	0,13 \$	3.224,18 \$	-3.362,93 \$
2024	8	-1.914,57 \$	5.000,00 \$	25.644	24.048,010	0,13 \$	3.198,39 \$	-112,96 \$
2025	9	1.283,82 \$	5.000,00 \$	25.644	23.855,626	0,13 \$	3.172,80 \$	3.111,02 \$
2026	10	4.456,61 \$	5.000,00 \$	25.644	23.664,781	0,13 \$	3.147,42 \$	6.309,20 \$
2027	11	7.604,03 \$	5.000,00 \$	25.644	23.475,463	0,13 \$	3.122,24 \$	9.481,79 \$
2028	12	10.726,27 \$	5.000,00 \$	25.644	23.287,659	0,13 \$	3.097,26 \$	12.629,01 \$
2029	13	13.823,52 \$	5.000,00 \$	25.644	23.101,358	0,13 \$	3.072,48 \$	15.751,04 \$
2030	14	16.896,01 \$	5.000,00 \$	25.644	22.916,547	0,13 \$	3.047,90 \$	18.848,10 \$
2031	15	19.943,91 \$	5.000,00 \$	25.644	22.733,215	0,13 \$	3.023,52 \$	21.920,39 \$
2032	16	22.967,42 \$	5.000,00 \$	25.644	22.551,349	0,13 \$	2.999,33 \$	24.968,09 \$
2033	17	25.966,75 \$	5.000,00 \$	25.644	22.370,938	0,13 \$	2.975,33 \$	27.991,42 \$
2034	18	28.942,09 \$	5.000,00 \$	25.644	22.191,971	0,13 \$	2.951,53 \$	30.990,56 \$
2035	19	31.893,62 \$	5.000,00 \$	25.644	22.014,435	0,13 \$	2.927,92 \$	33.965,70 \$
2036	20	34.821,54 \$	5.000,00 \$	25.644	21.838,319	0,13 \$	2.904,50 \$	36.917,04 \$
2037	21	37.726,04 \$	5.000,00 \$	25.644	21.663,613	0,13 \$	2.881,26 \$	39.844,78 \$
2038	22	40.607,30 \$	5.000,00 \$	25.644	21.490,304	0,13 \$	2.858,21 \$	42.749,09 \$
2039	23	43.465,51 \$	5.000,00 \$	25.644	21.318,381	0,13 \$	2.835,34 \$	45.630,16 \$
2040	24	46.300,85 \$	5.000,00 \$	25.644	21.147,834	0,13 \$	2.812,66 \$	48.488,19 \$
2041	25	49.113,51 \$	5.000,00 \$	25.644	20.978,652	0,13 \$	2.790,16 \$	51.323,35 \$

Şekil 6.5 Geri ödeme süresi

Şekil 6.5'te görüldüğü üzere sistemden her yıl yaklaşık 3.000\$ gelir elde edilmektedir. 8 yılda tüm maliyetini karşılayıp yatırımcıyı kâra geçirmektedir. 2017 yılında kurulan sistem ile yatırımcı 2024 yılında tüm yatırım maliyetlerini karşılayıp bu tarihten itibaren yıllık ortalama 3.000\$ kadar kâr elde etmektedir. Panel verimindeki %0,8 lik düşüş her geçen yıl kârın azalmasına neden olmaktadır.

Fotovoltaik panellerin ömrü 25 yıl olarak kabul edildiğinde 2041 yılına kadar sistemden toplam 51.323,35\$ kâr elde edileceği öngörülmektedir.

7. SONUÇ

Yüksek Lisans tezimizin inceleme konusu olan “Malatya İçin Güneş Pillerinden Elektrik Enerji Eldesi ve Maliyet Analizi” kapsamında enerji maliyet analizi gerçekleştirilmiştir. Fotovoltaik enerji fosil yakıtların her geçen yıl azalması, enerji maliyetinin artmasıyla önem kazanmıştır. Uzay çalışmalarıyla başlayan fotovoltaik sistemle enerji eldesi son dönemdeki teşviklerle birlikte günümüzün en önemli enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Malzeme bilimi üzerinde yapılan çalışmalar ve güneş panellerinin her geçen yıl üretim kapasitesinin artmasından ötürü son zamanlarda güneş panellerinin fiyatlarında gözle görülür bir düşüş yaşanmaktadır. Tahminlerimize göre birkaç yıl içerisinde fotovoltaik sistemlerin maliyet fiyatlarının günümüz fiyatlarının çok daha altına ineceği ve güneş enerjisinden elektrik elde edilmesinin normal şebeke fiyatlarının altına ineceği düşünülmektedir.

Bu yüksek lisans tezi kapsamında fotovoltaik sistemler hakkında bilgiler verilerek çalışma sistemi ve kullanılan ekipmanlara yer verdik. Sistem kurulumunda Dünya’da ortalama %90 oranında kullanılan polikristal paneller ile şebeke bağlantılı akü yedeklemesiz bir sistem tasarımı gerçekleştirdik. Ön çalışmalar sonucunda 44 adet panel ve 1 adet inverter kullanılarak sistem kurulmuştur.

Tasarladığımız fotovoltaik sistem için gerekli ekipman ve faaliyet giderleri hesaplanmıştır. Üretici firma tarafından belirtilen panellerin ömrü 25 yıldır. 25 yıl için gelir ve gider tablosu oluşturulmuştur. Sistemin geri ödeme süresi 8 yıl olarak öngörülmüştür. Yatırımcı 8 yılın sonrasında yıllık ortalama 3.000\$ kâr edeceği öngörülmüştür.

Bütün bu değerlendirmeler incelendiğinde güneş enerjisi santrallerinin, enerji tüketimindeki her yıl ortalama %7-8 oranındaki artış sebebiyle Türkiye için de yakın gelecekte büyük öneme sahip olacağı gözükmektedir. Bu çalışma ile kurulabilecek küçük çaplı güneş enerjisi santralının (GES) yatırımcılar için ne kadar kârlı bir yatırım olmasının yanısıra sınırsız enerji kaynağı olan Güneşin boşa giden enerjisinin milli ekonomiye katkısı da görülmüştür.

Türkiye’de PV’lerin binalarda kullanımı ve uygulamasının yaygınlaştırılması, binalarda enerji verimliliği elde edilmesi açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu açıdan yapılabilecek çalışmalar ve öneriler;

Devlet tarafından kısa vadede, yasal düzenlemelerin ve teşvik mekanizmalarının oluşturulması, kamu kuruluşlarında projelerin uygulanması, uygun vadeli kredilerin verilmesi gerekmektedir.

Mimarlık ve Mühendislik alanındaki öğrencilerin yanı sıra ortaöğretim kuruluşlarında da PV sistemler tanıtılarak bu konudaki projelere katılım sağlanmalıdır. Orta vadede ulusal PV teknolojilerinin geliştirilerek teknik eleman potansiyelinin sağlanması düşünülmelidir.

Türkiye için en uygun sistem seçiminin sağlanması ihracat için teşvik mekanizmalarının oluşturulması gereklidir. PV üretiminin geliştirilmesi sektörün gelişimini hızlandıracak bir yoldur.

Bu tür teknolojinin geliştirilmesi, bina üretiminde işlev, teknoloji, estetik, enerji ve çevre duyarlı sistemler aracılığı ile binalarda enerji verimliliğinin sağlanması ve çevre - enerji sorunlarının çözümünde ileri bir adım atılmasını olanaklı kılacaktır.

Bu çalışmada küçük çaplı bir güneş santrali için hesaplar yapılmıştır. Gelecek çalışmalara tavsiye olarak, 1 MW üstü lisanslı PV santraller, yeni bir çalışmada, teknik ve ekonomik yönlerinin yanında operasyonel, hukuki ve stratejik açıdan da incelenebilir. Bu çalışmada kullanılan sabit sistemin yanına tek eksen takipli sistemler veya çift eksen takipli sistemler de yerleştirilerek üç sistemin Malatya şartlarında karşılaştırılması yapılabilir.

Tesiste 2 dizin yerleştirildiği için gölgeleme faktörü ve temizlik göz ardı edilmiştir. Diğer büyük çaplı çalışmalarda dikkate alınmalıdır. Şebekeden uzak bölgelerde off-grid (şebeke bağlantısız) sistemler kurulabilir.

8. KAYNAKLAR

- [1] Çengel Y. A., Boles M, 2005. Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Literatür.
- [2] Girgin, M.H., (2011) ‘Bir Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santralının Fizibilitesi, Karaman Bölgesinde 5 MW’lık Güneş Enerjisi Santrali İçin Enerji Üretim Değerlendirmesi ve Ekonomik Analizi’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İSTANBUL
- [3] Oğuz, Y., KARAKAN, A., USLU, B., (2015). Afyonkarahisar’da Kurulu Olan Monokristal, Polikristal ve İnce Film Güneş Panellerinin İncelenmesi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*. Sayı. 149. 47-58.
- [4] Haydaroğlu, C., Gümüş, B., (2016). Dicle Üniversitesi güneş enerjisi santralının PVsyst ile simülasyonu ve performans parametrelerinin değerlendirilmesi, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi*. Sayı. 3. 491-500.
- [5] Öz, B., (2015) ‘Enerji Verimliliği Kriterlerine Göre Otel Tasarımı Ve Enerji Modellemesi’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İSTANBUL
- [6] Güven, F.A., (2016). Afyon Oruçoğlu Termal Otelinin Enerji İhtiyacını Karşılacak Güneş Enerji Sisteminin Tasarlanması, Optimizasyonu Ve Maliyet Analizi. *International Conference of Strategic Research in Social Science and Education (ICoSRsSE)*, 14-16 Ekim, Antalya
- [7] Kantaroğlu, F., (2010). Fotovoltaik Sistemler, *Türk Tesisat Mühendisliği Dergisi*. Sayı. 68. 28-34.
- [8] Anonymous.(2017).<http://emo.org.tr/ekler/65eb10e64749410_ek.pdf>, ([on-line access on 16 June, 2017](#)).
- [9] Adıgüzel,E.,JAVANI,N., (2016). Güneş Termal Enerjili ve Fotovoltaik Destekli “Neredeyse Sıfır Enerjili Binaların” Enerji ve Ekonomik Açından İncelenmesi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*. Sayı. 155. 87-99.
- [10] Bilgili, M.E., Dağtekin, M., (2017). Fotovoltaik Piller İle Elektrik Üretiminde Uygun Eğim Açısının ve Yıllık Oluşan Enerji Farkının Belirlenmesi, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (Gbad)*. Sayı. BSM2017. 156-167.
- [11] Nuhoğlu, S., (2017) ‘Tek Eksen Güneş Takipli Fotovoltaik Sistem Tasarımı Ve Konya İçin Örnek Bir Uygulama’, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, KONYA
- [12] Abomor, S., (2016) ‘Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Enerji Santrallerinin Elektrik Güç Kalite Parametrelerinin İzlenmesi Ve Analizi’, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, ŞANLIURFA
- [13] Anonymous.(2017).<http://courses.washington.edu/engr100/Section_Wei/small_project/Energy%20Types1.pdf>, ([on-line access on 15 April, 2017](#)).
- [14] Anonymous.(2017).<<http://oceanservice.noaa.gov/education/pd/climate/factsheets/whatgreenhouse.pdf>>, ([on-line access on 16 April, 2017](#)).
- [15] IEA, 2009. Key World Energy Statistics, Paris,.Fransa
- [16] Varınca K., Gönüllü T., (2006). Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma, *I.Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, Eskişehir

- [17] Tunç Ş., (2009). Güneş enerjisi ile elektrik üretimi saha ve potansiyel belirleme, Ankara
- [18] Varınca K., Varank G., (2006). Güneş kaynaklı farklı enerji üretim sistemlerinde çevresel etkilerin kıyaslanması ve çözüm önerileri, YTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul
- [19] Anonymous.(2017).<http://www.emo.org.tr/ekler/7f85aa510d25018_ek.pdf>, [\(on-line access on 15 April, 2017\)](#).
- [20] Akardaş, A.S., (2013). Din V 18599-4 Standardı Esas Alınarak Matlab Gui Aydınlatma Tasarımı ve Örnek Binada Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [21] Anonymous.(2017).<<http://neoauraenergy.com/neo/bilgi%20kaynag/85fotovoltaiik-teknolojileri>>, [\(on-line access on 17 April, 2017\)](#).
- [22] Anonymous. (2017). <<https://gunesenerjielektrik.com/parelel-gunes-enerji-sistemleri/>>, [\(on-line Access on 21 May, 2017\)](#).
- [23] Anonymous.(2017).< <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>>, [\(on-line Access on 8 March, 2018\)](#).
- [24] Cesur M.,(2006).Proje Değerlendirme Yöntemleri ve Kullanılan Enstrümanlar, Ankara

EKLER

Ek-1 İnverter Teknik Özellikleri

Technical Data	GW15K-DT	GW17K-DT	GW20K-DT	GW25K-DT
PV String Input Data				
Max.DC Input Power(W)	19500	22100	26000	32500
Max.DC Input voltage(V)	1000	1000	1000	1000
MPPT range (V)	260~850	260~850	260~850	260~850
Start-up voltage (V)	250	250	250	250
MPPT Range for Full Load (V)	350~850	400~850	470~850	480~850
Nominal DC Input Voltage (V)	620	620	620	620
Max. Input Current (A)	22/22	22/22	22/22	27/27
Max. Short Current (A)	27.5/27.5	27.5/27.5	27.5/27.5	33.8/33.8
No.of MPP Trackers	2	2	2	2
No.of Input Strings per Tracker	2	2	2	3
DC Overcurrent Protection(A)	27A	27A	27A	35A
DC Backfeed Current	0			
Over Voltage Category	II			

Max. Output Apparent Power (VA)	15000	17000	20000	25000
Nominal Output Voltage (V)	400,3L/N/PE	400,3L/N/PE	400,3L/N/PE	400,3L/N/PE
Nominal Output Frequency(Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60
Max. Output Current (A)	25	25	30	37
Output Power Factor	~1(Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)			
Output THDi (@Nomina Output)	<1.5%			
AC Overcurrent Protection(A)	44.5	47	49.5	59
AC Backfeed Current	0			
Over Voltage Category	III			
Current (inrush) a.c. A	100A 2us			
Maximum output fault current a.c. A (peak and duration)	64.5A <100us			

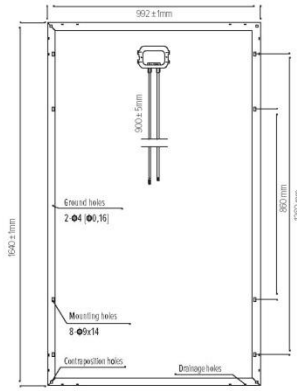
Ek-2 Panel Teknik Özellikleri

FOTOVOLTAİK PANELLER

PV SOL60P- 260W



Poly kristal silisyum hücre
Yerli üretim
Zayıf ışıkta mükemmel performans
10 yıl %91 ve 25 yıllık %80 verim garantisi
Laminasyon öncesi ve sonrası EL test ile yüksek kalite garantisi
Pozitif Güç toleransı (+6W a kadar)



TEKNİK ÖZELLİKLER

MEKANİK ÖZELLİKLER

KABLO KESİTİ VE UZUNLUĞU	Ø = 4mm ² , L= 900 ± 5mm
BAĞLANTI	MC4'e Uyumlu
BOYUTLAR	1640 x 992 x 45mm
AĞIRLIK	18,3kg (40,3lb)
DİRENJ DELİK SAYISI	16
CAM ÖZELLİKLERİ	Yüksek Geçirgen, Düşük Demirli, Temperli
CAM KALINLIĞI	3,2mm
ENKAPSİLASYON	EVA
ARKA YÜZEY	Beşz Teflon
BAĞLANTI KUTUSU (KORUMA DERESESİ)	IP 67
ÇERÇEVE	Elektrostatik Saf Alüminyum

YETERLİK PARAMETRELERİ

DİELEKTRİK YALITIM GERİLİMİ	6000V DC max
ÇALIŞMA SICAKLIĞI	-40 °C ile +85 °C
MAKSİMUM STATİK YÜK	5400 Pa
MAKSİMUM DOLU YAĞIŞI ETKİSİ	23m/s de 25mm

YÜKLEME BİLGİLERİ

PAKETLEME	22 Adet / Büyük Paket ve 2 Adet / Küçük Paket
PALET BAŞINA BÜYÜK PAKET SAYISI	1 Paket / Palet 1 Paket / Palet
PALET BAŞINA KÜÇÜK PAKET SAYISI	- 10 Paket / Palet
YÜKLEME KAPASİTESİ	616 Adet / 40'HQ 240 Adet / 20' GP

ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER

Ürün Kodu	MA- 0532				
HÜCRE	POLY- KRİSTAL 156 X 156mm 60Adet (6x10)				
MAKSİMUM GÜÇ	250Wp	255Wp	260Wp	265Wp	270Wp
TOLERANS GÜÇ	0 + 6W				
NOMİNAL GÜÇ VOLTAJI (Vmp)	30,9V	31,1V	31,3V	31,5V	31,7V
NOMİNAL GÜÇ AKIMI (Imp)	8,09A	8,2A	8,31A	8,41A	8,52A
AÇIK DEVRE VOLTAJI (Voc)	37,7V	37,9V	38,2V	38,4V	38,7V
KISA DEVRE AKIMI (Isc)	8,76A	8,87A	8,99A	9,10A	9,22A
MAKSİMUM SİSTEM GERİLİMİ (VDC)	1000V (IEC), 600V (UL)				
MODÜL VERİMLİLİĞİ	%15,4	15,7%	16,0%	16,3%	16,6%
DIYOT SAYISI	3				
MAKSİMUM SERİ SİGORTA ORANI	12A				
SICAKLIK KATSAYISI (Pmax)	-0,45% / °C				
SICAKLIK KATSAYISI (Voc)	-0,34% / °C				
SICAKLIK KATSAYISI (Isc)	0,05% / °C				
NOMİNAL ÇALIŞMA HÜCRE SICAKLIĞI	45 ± 2 °C				

* Standart Test Koşullarında (1000W / m²; 1,5 AM ve 25 °C Hücre Sıcaklığı)

ÖZGEÇMİŞ

Muhammet Mustafa KOCAASLAN ;1990 YUSUFELİ doğumlu olup, 2008 yılında Malatya Hacı Ahmet Akıncı YDA Lisesi'nden, İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldu. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine 2014 yılı şubat ayında başladı. 2016 yılında şahsına ait firma kurarak enerji sektöründe çalışmaktadır.

Ad Soyadı: Muhammet Mustafa KOCAASLAN

Adres: İnönü Mah. Misafirhane Sk. Akgül Apt. No:5/13 Yeşilyurt / MALATYA

E-Posta: kocaaslanmustafa@gmail.com

Lisans: İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü