

T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FOTOVOLTAİK SİSTEMLERİN EKONOMİK ANALİZİ:  
MALATYA'DAKİ BİR KAMU BİNASI ÖRNEĞİ

Fatma Sümeyye DURAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

MALATYA

EYLÜL 2016

**Tezin Başlığı : Fotovoltaik Sistemlerin Ekonomik Analizi: Malatya'daki Bir Kamu Binası Örneği**

**Tezi Hazırlayan : Fatma Sümeyye DURAK**

**Sınav Tarihi : 14.10.2016**

**Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.**

**Sınav Jüri Üyeleri**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Suat CANBAZOĞLU**



**İnönü Üniversitesi**

**Prof.Dr. Necdet ALTUNTOP**



**Erciyes Üniversitesi**

**Doç. Dr. İ. Gökhan AKSOY**



**İnönü Üniversitesi**

**İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı**

**Prof. Dr.Halil İbrahim ADIGÜZEL**

**Enstitü Müdürü**

## ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘Fotovoltaik Sistemlerin Ekonomik Analizi: Malatya’daki Bir Kamu Binası Örneği‘ başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hemde kaynakçada yönetmeliğe uygun biçimde oluşturulduğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Fatma Sümeyye DURAK

## ÖZET

### FOTOVOLTAİK SİSTEMLERİN EKONOMİK ANALİZİ: MALATYA' DAKİ BİR KAMU BİNASI ÖRNEĞİ

Fatma Sümeyye DURAK

İnönü Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

65+viii sayfa

2016

Danışman: Prof. Dr. Suat CANBAZOĞLU

Teknolojinin gelişmesi ile enerjiye duyulan ihtiyacın artması insanları yenilenebilir ve temiz enerji kaynakları bulma ve kullanma konusunda harekete geçirmiştir. Dünya çapında gelişmiş ülkelerin kullandıkları birçok yenilenebilir enerji kaynağı bulunmakta ve bu kaynaklar için birçok yatırım yapılmaktadır.

Fosil kaynaklı enerjinin kısıtlı olması ve çevreye verdiği etkiden dolayı temiz ve güvenilir alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin son yıllardaki kullanımını gittikçe artmaktadır ve yaygınlaşmaktadır. Güneş enerji potansiyeli ülkelerin coğrafi konumuna göre önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Güneş enerjisinin en yaygın olarak kullanıldığı ülkeler incelendiğinde bu ülkelerin genellikle metrekareye düşen güneş ışınımının az olduğu gelişmiş AB ve Kuzey Avrupa ülkeleri olduğu görülmektedir. Buna karşın güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu ülkelerde bu kadar yaygın kullanım ile karşılaşılmamaktadır. Bu durumun açıklaması yalnızca toplumsal duyarlılık ile yapılması mümkün değildir. Bu çalışmada ekonomik şartların fotovoltaik sistemlerin getirisine etkisi incelenecektir.

Bu çalışmada öncelikle enerji kavramı üzerinde durulacak, yenilenebilir enerji kaynakları hakkında genel olarak bilgiler verilerek Türkiye'deki genel görünümü incelenecektir. Güneş enerjisi detaylı olarak tanıtılacak ve özellikle bu enerjiden elektrik enerjisi üretim teknolojileri hakkında teorik bilgiler verilecektir.

Tezin ana amacını Malatya da bir kamu binası için kurulabilecek Güneş Enerjisi Santralının verimlilik hesabı, yatırım fizibilitesi ve kurulu olan santralin amortisman süresi oluşturmaktadır. Elde edilecek olan sonuçlar ile yatırımın ne kadar sürede kendini amorti edeceği ve rantabl olup olmadığı incelenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi, Fotovoltaik Sistemler, Ekonomik Analiz.

## ABSTRACT

### ECONOMIC ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS: EXAMPLE OF A PUBLIC BUILDING IN MALATYA

Fatma Sümeyye DURAK

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

65+viii sayfa

2016

Supervisor: Prof. Dr. Suat CANBAZOĞLU

Increase need for energy with the development of technology people' s has mobilized about finding and using renewable and clean energy sources. There are lots of renewable energy sources used by developed countries worldwide, and many of these investments are made for resources.

Because of the limited fossil energy and the impact on the environment world is needed to clean and reliable alternative energy sources. Solar energy that renewable energy source, use in recent years and is increasingly widespread. Solar energy potential shows considerable variation depending on the geographical location of the country. When solar energy is studied countries where the most commonly used of these countries it is often seen in countries where solar radiation per square meter is low. In contrast, in countries with a high potential of solar energy it is not faced with such widespread use. This study will examine the effect of economic conditions on the return of photovoltaic systems from the solar energy.

This study will primarily focus on the concept of energy and it will be discussed renewable energy overall outlook in Turkey. Solar energy will be introduced in detail and will be especially given theoretical information on electric energy production technologies.

The main purpose of the thesis is efficiency of account, of the plant constitute investment feasibility and plant amortization period was established for a solar energy public building in Malatya. With results that will be obtained on how long the investment will be examined and it will pay for itself and is this investment profitable.

**Keywords:** Solar Energy, Photovoltaic Systems, Economic Analysis

## TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın her aşamasında yardım öneri ve desteğini esirgemeden beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof.Dr. Suat CANBAZOğLU' na ;

Ekonomik analiz konusunda yardımlarını esirgemeyen İnönü Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakóltesi İşletme Bölümü öğretim üyeleri Doç. Dr Recep KARABULUT ve Prof. Dr. Fikret OTLU'ya;

Tezin analiz kısmında kullandığım verileri elde etmeme yardımcı olan Turgut Özal Tıp Merkezi (TÖTM) Teknik Hizmetler Müdürlüęü Elektrik Mühendisi Nihat DEMİRCİ'ye, TÖTM Hastanesi Baő Müdürü Önder UYANIK'a ve TÖTM Hastanesi BaőhekimYardımcısı Doç. Dr Cemil ÇOLAK'a;

Çalıőmalarım boyunca bana her türlü fırsatı sağlayan babam Prof.Dr. Alper DURAK'a;

Tez yazım aőaması dahi tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen ve her türlü imkanı bana sağlayan Annem, Babam ve Eőime,

Teşekkür ediyorum.

# İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	viii
BÖLÜM 1.GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
BÖLÜM 3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	6
3.1 Rüzgar Enerjisi .....	7
3.2 Hidrolik Enerji .....	8
3.3 Jeotermal Enerji.....	10
3.4. Biyokütle Enerjisi.....	11
3.5. Biyogaz Enerjisi.....	11
3.6. Dalga Enerjisi .....	12
3.7 Güneş Enerjisi .....	12
3.7.1 Güneş Enerjisi Kullanım Alanları.....	15
3.7.2 Güneş Enerjisinin Mevcut Durumu .....	16
3.7.3 Malatya İli Güneş Enerjisi Durumu.....	17
BÖLÜM 4. GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM YÖNTEMLERİ .....	19
4.1.Fotovoltaik Sistemler .....	19
4.2.Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (YGE) Sistemleri .....	21
4.3 Güneş Bacası.....	24
BÖLÜM 5. EKONOMİK ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	26
5.1 İndirgenme Tekniğine Dayalı Analiz Ölçütleri .....	27
5.1.1 Net Bugünkü Değer Analizi.....	28
5.1.2 İç Kârlılık Oranı (KO) Analizi.....	28
5.1.3 Fayda/Maliyet Oranı (F/M) Analizi .....	29
5.1.4 Geri Ödeme Süresi Analizi.....	30
5.2 İndirgenme Tekniğine Dayanmayan Analiz Ölçütleri .....	31

<b>5.2.1 Başabaş Noktası (BBN) Analizi .....</b>	<b>31</b>
<b>5.2.2 Yatırımın Getiri Oranı (RoI) Analizi .....</b>	<b>31</b>
<b>5.2.3 Özkaynağın Getiri Oranı (RoE) Analizi .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2.4 Basit Geri Ödeme Süresi Analizi .....</b>	<b>32</b>
<b>BÖLÜM 6.MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>33</b>
<b>6.1 Malatya'daki Güneş Enerji Santrali (GES) .....</b>	<b>33</b>
<b>6.1.1 Güneş Enerjisi Santrali (GES) Gelirleri .....</b>	<b>37</b>
<b>6.1.2 Güneş Enerjisi Santrali (GES) Giderleri .....</b>	<b>39</b>
<b>6.2 Sistemin Ekonomik Analizi .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2.1 Sistemin Net Bugünkü Değer Hesabı .....</b>	<b>44</b>
<b>6.3 Güneş Enerjisinden Elde Edilen Faydanın Yorumu .....</b>	<b>46</b>
<b>BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE İRDELEME.....</b>	<b>47</b>
<b>7.1 Faiz Oranının Yatırıma Etkisi .....</b>	<b>51</b>
<b>7.2 Elektrik Fiyatlarının Yatırıma Etkisi .....</b>	<b>51</b>
<b>7.3 Panel Fiyatlarının Yatırıma Etkisi .....</b>	<b>52</b>
<b>7.4 Panel Veriminin Yatırıma Etkisi .....</b>	<b>53</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>54</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>56</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>65</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Türkiye'de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü.....	6
Şekil. 3.2 Türkiye'deki Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü .....	7
Şekil 3.3 Hidroelektrik Santrali Şeması.....	9
Şekil 3.4 Türkiye Hidroelektrik Santral Haritası .....	9
Şekil.3.5 İdeal bir Jeotermal Sistem .....	11
Şekil 3.6 Güneşten gelen ışınım dağılımı.....	13
Şekil 3.7 Türkiye Yıllık Ortalama Günlük Güneşlenme Süreleri .....	14
Şekil 3.8 Türkiye Aylık Ortalama Günlük Güneşlenme Süreleri.....	14
Şekil 3.9 Haritalı Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası.....	15
Şekil 3.10 Malatya İli İçin Global Güneş Radyasyon Dağılımı.....	17
Şekil 3.11 Malatya İli Güneşlenme Süresi Değerleri .....	18
Şekil 3.12 Malatya İli Global Radyasyon Değerleri .....	18
Şekil 4.1 Güneş pillerinin çalışma prensipleri.....	20
Şekil 4.2 Parabolik Oluk Yoğunlaştırıcı Sistemler .....	22
Şekil 4.3 Fresnel Aynalı Yoğunlaştırıcı Sistemler .....	22
Şekil 4.4 Parabolik Çanak Sistemleri.....	23
Şekil 4.5 Güneş Kulesi Sistemleri .....	23
Şekil 4.6 Mersin'deki Güneş Kulesi.....	24
Şekil 4.7 Güneş Bacası Çalışma Prensibi.....	25
Şekil 4.8 Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretim Şeması .....	25
Şekil 5.1 Doğrusal Başabaş Grafiği .....	31
Şekil 6.2 Malatya'da Bulunan Güneş Enerjisi Santrali.....	34
Şekil 6.3 Sistemde Kullanılan Fotovoltaik Modül Tipi ve Özellikleri .....	35
Şekil 6.4 Sistemde Kullanılan İnverter .....	36
Şekil 6.5 Sigorta Bedelleri .....	43
Şekil 6.6 Para akış diyagramı .....	45
Şekil 7.1. Faiz oranının fotovoltaik sistemin NBD'i üzerindeki etkisi.....	51
Şekil 7.2. Elektrik Fiyatların NBD'de üzerindeki etkisi.....	52
Şekil 7.3 . Panel Fiyatı ve NBD' de arasındaki değişim.....	52
Şekil 7.4 Panel verimliliğinin NBD'de üzerindeki etkisi.....	53

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 3.1 Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Aylara Göre Dağılımı ..</b>	<b>16</b>
<b>Tablo 3.2 Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı .....</b>	<b>17</b>
<b>Tablo 6.1 Sistemde Kullanılan Güneş Pillerinin Özellikleri .....</b>	<b>37</b>
<b>Tablo 6.2 GES 'te Günlük Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarlarının Ekim ve Kasım Aylarına Ait Verileri.....</b>	<b>37</b>
<b>Tablo 6.3 Eylül Aya Ait Hastanenin Elektrik Tüketimi.....</b>	<b>38</b>
<b>Tablo 6.4 GES'in Hastaneye Olan Katkısı .....</b>	<b>39</b>
<b>Tablo 6.5 GES'in Aylık Gider Tablosu.....</b>	<b>40</b>
<b>Tablo 6.6 Güneş Enerjisi Santralının Gelir-Gider Hesabı.....</b>	<b>42</b>
<b>Tablo 6.7 NBD Hesaplanırken Kullanılan Parametrelerin İlk Değerleri.....</b>	<b>44</b>
<b>Tablo 7.1 Ekonomik Analizlerin NBD Değerleri .....</b>	<b>47</b>
<b>Tablo 7.2 Ekonomik Analizlerin Sigorta Eklenmiş NBD Değerleri. ....</b>	<b>49</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GES	Güneş Enerjisi Santrali
HES	Hidro-Elektrik Santrali
TRNSYS	Geçici Sistemleri Simülasyon Programı
EES	Mühendislik Denklem Çözücü
LNG	Sıvılaştırılmış Doğalgaz
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
DC	Doğru Akım
AC	Alternatif Akım
IRENA	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
YGE	Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi
NBD – NPV	Net Bugünkü Değer (net present value)
KO - IRR	İç Kârlılık Oranı (internal rate of return)
F/M - B/C	Fayda/Maliyet Oranı (benefit/cost ratio)
RoI	Yatırım Getirisi (rate of investment)
RoE	Özkaynağın Getirisi (rate of equity)
FV	Gelecekteki değer
PV	Şimdiki değer
r	Faiz oranı
$NNG_t$	t yılındaki net nakit girdisi (artık değer hariç)
$I_t$	t yılındaki yatırım tutarı
n	Tesisin ekonomik ömrü
m	Projenin inşa süresi
i	İndirgeme oranı
S	Tesisin ekonomik ömrü sonunda (varsa) artık değeri
ir	İç kârlılık oranı
$NK_t$	t yılındaki net kâr
$D_t$	t yılındaki amortisman
I	Toplam yatırım tutarı
p	Geri ödeme süresi
$F_t$	Projenin t yılındaki faydaları (nakit girişleri)
$M_t$	Projenin t yılındaki maliyeti
$N^*$	Geri ödeme süresi
I	Yatırılan tutar
$X_t$	t zamanındaki getiri
$C_i$	Sistemin ilk yatırım maliyeti
$C_g$	Yıl sonundaki net gelir
$C_m$	Yıl sonundaki net maliyet
$\dot{I}_e$	Elektrik fiyatlarındaki yıllık artış
$P_{ek}$	k. yıldaki elektrik faturasından elde edilen kazanç

## BÖLÜM 1.GİRİŞ

Dünya nüfusu giderek artmakta, buna bağlı olarak her alanda tüketim de her geçen gün artmaya devam etmektedir. Tüketim alanlarından belkide en önemlilerinden biri enerji kaynaklarıdır. Dünyamızda enerji kaynakları sınırsız değildir bu açıdan bakıldığında tüketilen enerjinin yerine konulması mümkün görülmemektedir. Bu durum karşısında yapılacak olan en iyi çözüm yenilenebilir enerji kaynaklarını tüketime arzetmek olmalıdır. Bu konu ile ilgili olarak gelişmiş ülkelerin bir çoğunda çalışmalar yaygın bir şekilde yürütülmektedir. Ülkemizde de son yıllarda bu konu üzerine çalışmalar başlamış ve devam etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları hem enerji tasarrufu sağlamakta hemde günümüz teknolojilerinin çevreye vermiş olduğu zararlı etkileri azaltması açısından büyük önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi tükenmez ve temiz yani çevresel kirliliğe neden olmamasıdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde mükemmel bir üretim olduğu düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerji kaynaklarını kapsamaktadır. Bunların yanı sıra hidrojen enerjisi, hidrolik enerji, biyokütle enerjisi ve dalga enerjisi de sayılabilir. Bu kaynaklar gibi bir çok kaynak üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bir kısmı kolay elde edilebilmekte bir kısmının ise üretimi çok zor olmaktadır.

Günümüzde en büyük tüketim endüstriyel olarak tüketilen enerjidir. Bunu yakıt olarak tüketilen fosil yakıtlar izlemektedir. Özellikle yakıt olarak ve elektrik üretiminde kullanılan fosil yakıtlar sınırlı kaynaklar olduğundan her an krizle karşılaşılması muhtemel olan kaynaklar olduğundan mutlaka yenilenebilir enerji kaynakları kullanımın büyük kısmını oluşturacak seviyelere getirilmelidir. Dünyamızdaki petrol ve kömür rezervleri incelendiğinde yaklaşık 100 yıl civarında olabileceği tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra bu yakıtların Atmosfere vermiş oldukları zararlarıda düşündüğümüzde çift taraflı krizler kaçınılmaz olacaktır. Kaldı ki Dünyada zaman zaman emisyonların azaltılması konusunda çalışmalar ve protokoller yapılmaktadır. Bu protokollerden en öne çıkanı 1992 yılında imzalanan Kyoto protokoludur. Bu protokol birleşmiş milletlerin çevre sözleşmesinin ilkelerine göre yapılmıştır [1].

Kullanılan fosil yakıtlar yandıklarında havadaki oksijen ile birleşerek CO<sub>2</sub> ve CO gazı oluşturmaktadır. Bu fosil yakıtlarda bulunan ağır metallerde havadaki oksijenle birleşerek insan sağlığını tehdit eden bileşiklere dönüşmektedir. Havada artan CO<sub>2</sub>, nem ve azotla birleşerek yeryüzüne asit olarak inmekte ve aşırı dozlarda asit yağmurları oluşmaktadır. Ayrıca havaya salınan emisyonlar dünyamızı zararlı ışıklardan koruyan ozon tabakasının incelmeye ve delinmesine neden olmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları olumsuz yönleri çok az olan ve süreklilik gösteren en ideal enerji kaynaklarıdır. Mevcut kaynaklardaki enerji kayıplarının çok fazla olduğu düşünüldüğünde ve rezerv tüketiminin söz konusu olduğu düşünüldüğünde yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımının geleceğimiz açısından taşıdığı önem kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisi; Dünyada karalar ve denizler arasındaki sıcaklık farklılıklarından kaynaklanan basınç farklılıkları nedeniyle hareket kazanan enerji kaynağıdır. Aslında rüzgar enerjisinin de asıl kaynağı güneş enerjisidir [2].

Jeotermal enerji kaynağı; yer yüzünün derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu sıvılar, buhar ve gazlardan oluşmaktadır. Çok farklı kullanım alanına sahiptirler doğrudan kullanılabilirler gibi dolaylı olarak farklı enerji üretiminde de kullanılabilirler.

Hidrolik enerji; hidro-elektrik santrallerde enerjisinde esas itibariyle akan suyun enerjisinin kullanılmasıdır. Akan suyun gücü oluşacak enerji miktarını belirlemektedir. Suyun akışından kaynaklanan kinetik enerji değişik elemanlarla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir [2].

Güneş enerjisi; Güneşin çekirdeğinde oluşan füzyon sonucu açığa çıkan enerji elektro manyetik dalgalar vasıtasıyla dünyamıza ulaşmaktadır. Güneş panelleri ve pilleri gelen elektro manyetik dalga enerjisini ısı ve elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Güneş enerjisi, günlük yaşamımızda hemen hemen her yerde kullanılabilir.

Bütün bu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ve üretimde kullanılması gelecek için umut vaat etmektedir. Ancak mühendislik yatırımlarının ekonomik açıdan analizi (ömür boyu maliyeti, geri ödeme süresi vb. )

de oldukça büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle planladığımız bu çalışma ile çevre dostu Güneş enerjisi kullanımının İnönü Üniversitesi Güneş enerjisi tarlasında kurulu Güneş Enerjisi Santrali (GES)'nde üretilen elektrik enerjisinin ekonomik analizini gerçekleştirmek ve daha sonra yapılması planlanan benzer tesisler için ekonomik ve teknik açıdan önerilerde bulunmak olacaktır.



## BÖLÜM 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yapılan literatür araştırmasında güneş enerjisi ve ekonomik analiz ile ilgili deneysel ve sayısal çalışmalar olduğu saptanmış konuyla ilgili çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Mutlu ve Kılıç [3] tarafından yapılan Fotovoltaik Sistemlerin Ekonomik Analizi ve Türkiye'deki Bir Müstakil Konut Örneği çalışmasında Net Bugünkü Değer (NBD) kullanılarak müstakil bir konutta kullanılan fotovoltaik sistemin ekonomik analizi yapılmıştır. Sonuç olarak yüksek faiz oranlarının olduğu bir ülkede bu tarz sistemlerin ekonomik olmadığı görülmüştür.

Arruda Lima, vd [4] Brezilya'da yenilenebilir enerji kullanımı konusunu incelemişlerdir. Güneş enerjisi sistemleri ile ilgili denemeler yapmışlardır ve TRNSYS simülasyon programını kullanarak bir evin sıcak su ve elektrik ihtiyacını karşılayacak sistemin ekonomik analizini gerçekleştirmişlerdir.

Girgin [5] enerji ve ekonomik analizleri gerçekleştirilen fotovoltaik sistemleri karşılaştırmış ve bu analizlerin birbirleriyle bağlantısı belirlemiştir. Böylelikle, mühendislik ve ekonomik açıdan fotovoltaik panelli güneş enerji sistemlerinin karşılıklı durumlarını varyasyonel olarak değerlendirmiştir.

Kahraman [6] güneş enerjisi ile elektrik üretimi konusunda genel prensipleri araştırmış ve güneş enerjisinin önemini anlatmıştır. Ayrıca bu çalışmada SEGS VI santrali baz alınarak, mühendislik denklem çözücü (EES) programında 30 MWe gücünde parabolik oluklu güneş enerjisi santrali modeli hazırlanmış ve bu model kullanılarak santralin İstanbul ve İzmir koşullarında kullanılması halinde üretilebilecek yıllık elektrik miktarı hesaplanmıştır. Üretilecek elektrik miktarı doğrultusunda da santral için ekonomik analiz gerçekleştirilmiştir.

Grozdev'in Alternatif Enerji Kaynakları, Güneş Enerjisi ve Güneş Pilleri çalışmasında, [7] yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesini yapmıştır. Genel olarak, yenilenebilir enerji kaynaklı üretim sistemleri ve bu sistemlerin çevresel etkileri incelenmiş, ihtimal dahilindeki olumsuz etkilerin mümkün olduğunca azaltılması veya ortadan kaldırılması için bazı değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur. Örnek olarak da bir güneş kaynaklı üretim sisteminin hesaplaması yapılmıştır.

Keser, [8] güneş enerjisine verilmesi muhtemel teşvik mekanizması ile Türkiye’de bu tarz bir yatırımın kârlı olup olmayacağını araştırmıştır. Yapılan teknik ve finansal değerlendirmelerde Hatay ili ile birlikte özellikle Türkiye’ nin güneyinin bu tarz bir yatırım için uygun bir yer olduğu sonucuna ulaşmıştır.

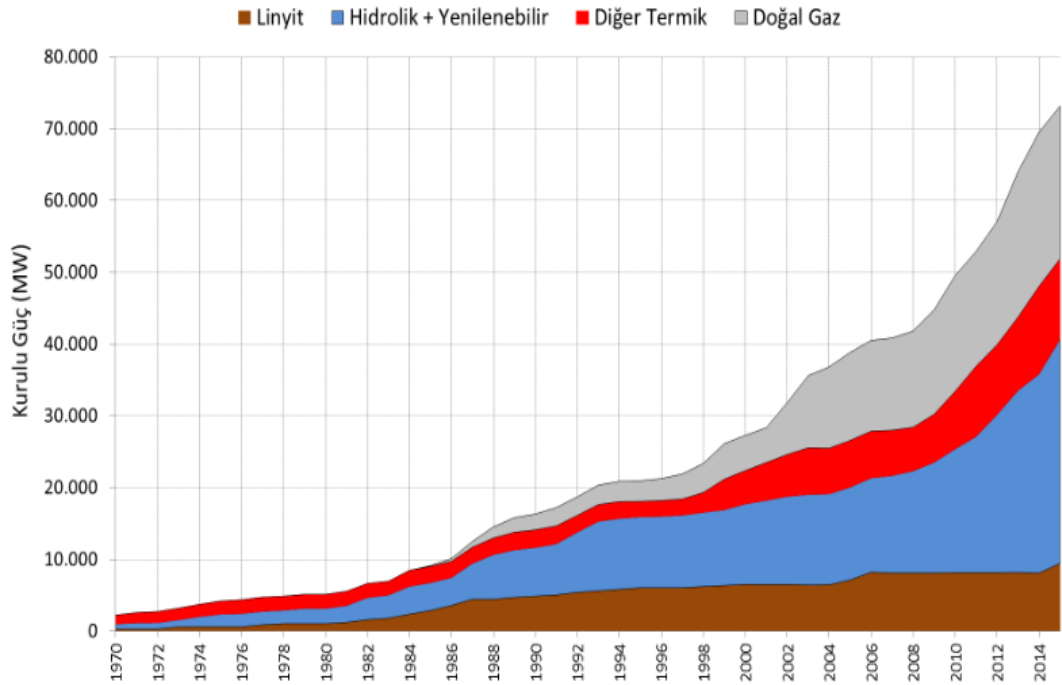
Karataş, [9] Edirne İlinde bulunan Trakya Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi için fotovoltaik paneller kullanılarak güneş enerjisinden elektrik üretiminin sağlanacağı bir sistemin tasarımı ve bu sistemin ekonomik durum tespiti çalışması yapmıştır. Sistem analizi, TRNSYS; “Transient System Simulation” programında yapılmıştır. Sonuç olarak güneş enerjisinden fotovoltaik paneller aracılığı ile elektrik üretimi gerçekleştiren sistem kurulmuş ve bu sistem direk elektrik şebekesine bağlı olacak şekilde tasarlanmıştır.

Güçlü, [10] çalışmasında Dumlupınar Üniversitesinde bulunan tüm dış aydınlatmaların, güneş enerjisi ile elektrik ihtiyacı karşılandığında projenin nasıl olması gerektiğini göstermiştir. Bunun için aydınlatmaları sağlayan armatürleri besleyen enerji dağıtım panolarındaki akımları ölçmüştür. Bu ölçümler sonucunda kurulu güç hesaplaması yapmıştır. Kullanılması planlanan güneş paneli sayısı ve inverter gücü hesaplandıktan sonra kampüste uygun bulunan araziye seçerek proje üzerinde göstermiştir. Projede kullanılacak malzemelerin maliyet analizi çıkarılarak, projenin ne kadar sürede ekonomik olacağını hesaplamıştır.

### BÖLÜM 3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

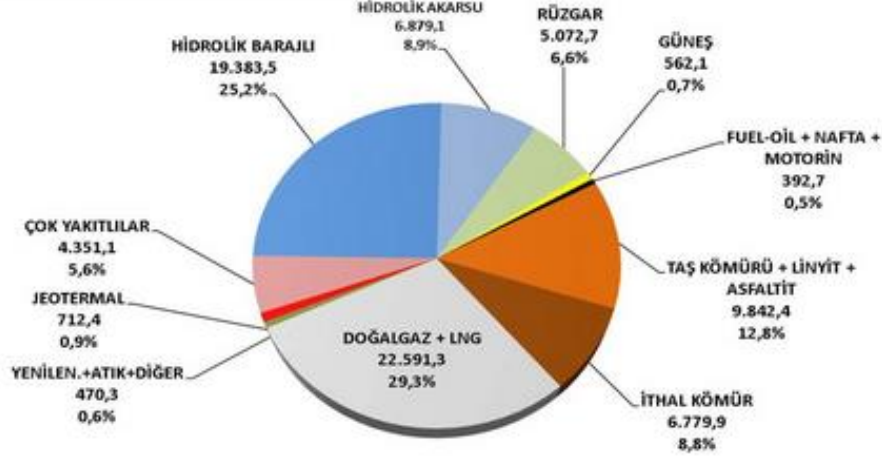
Gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye'nin giderek artan enerji talebini karşılamada mevcut sistemlerin yetersiz olduğu açık bir biçimde kendini göstermektedir. Ülkemiz hem yerli kaynak arama çalışmalarına destek vermekte hemde yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde hayata geçirilmesi çabası içerisinde. Yıllar ilerledikçe yenilenebilir enerjiye olan ihtiyaç artmıştır. Bu ihtiyacın giderilmesi açısından son 50 yılda artan bir yatırım potansiyeli oluşmuş ve Türkiye yenilenebilir enerjiye yönelmiştir.

2014 yılına kadarki Elektrik Enerjisi Kurulu gücündeki değişim aşağıdaki şekil 3.1 de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Türkiyede Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü

2016 yılı Mart ayı itibariyle tespit edilmiş yerli enerji kaynak potansiyelimiz Şekil 3.2'de verilmiştir. (MW- 2016 Mart Sonu) [11]



Şekil. 3.2 Türkiye'deki Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü

Kaynaklar açısından bakıldığında, 2016 temmuz ayı itibariyle, toplam elektrik enerjisi kurulu gücünün %29.3'ü Doğalgaz ve LNG'den, %12,8'i yerli kömürden, %8,8'i ithal kömürden, %0,5'i fuel-oil+nafta+motorin'den, %0,7'si Güneş'ten, %6,6'sı Rüzgar'dan, %34,1'i Hidrolik enerjiden, %5,6'sı çok yakıtlılar'dan, %1,5'i yenilenebilir enerji+atık+jeotermal kaynaklar'dan sağlandığı görülmektedir [11].

### 3.1 Rüzgar Enerjisi

Rüzgâr enerjisi insanlığın ilk keşfettiği enerjilerden biridir [12].

Rüzgar enerjisi; doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir güç olup kaynağı güneştir. Rüzgarı oluşturan hava akımının sahip olduğu enerji Rüzgar Enerjisidir. Bu sonsuz enerjinin bir kısmı mekanik veya elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Rüzgar Enerjisinden faydalanma tarihte çok eski zamanlara dayanmaktadır. İlk faydalanma şekillerine yelkenli gemiler ve yel değirmenleri örnek gösterilebilir. Sonrasında ağaç kesme, su pompalama gibi işlerde de rüzgar gücünden yararlanılmıştır. Günümüzde Rüzgar enerjisi daha çok elektrik üretimi için Rüzgar türbinleri tasarlanarak kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisi uygulamalarının ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması, kapasite oranlarının düşük olması ve dalgalı enerji üretimi gibi dezavantajlarının yanı sıra bir çok avantajları da bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak;

1. Atmosferde çok miktarda ve serbest olarak bulunmaları,
2. Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı olmaları,
3. Kaynağının güvenilir, tükenme ve zamanla fiyatının artma riskinin olmaması,
4. Maliyetinin günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeyde olması,
5. Bakım ve işletme maliyetlerinin düşük olması,
6. İstihdam oluşturmaları,
7. Hammaddesinin tamamıyla yerli olması ve dışa bağımlılık oluşturmaması sayılabilir.

Rüzgar enerjisi hayatımızın birçok alanında kullanılır durumdadır. Rüzgar enerjisi ile üretilen elektriğin kullanıldığı alanlar gün geçtikçe daha çok artmakta ve artmaya devam edeceği anlaşılmaktadır.

Evler, işletmeler, park, bahçe ve cadde aydınlatmaları, sinyalizasyon, sulama sistemleri, karavan, tekne ve mobil istasyonlar, elektrik enerjisi ihtiyacı olabilecek her yer bu alanlara örnek gösterilebilir. Ancak rüzgar ölçümlerinin enerji üretmeye uygun olmadığı alanlara rüzgar enerjisi sistemlerinin kurulması tavsiye edilmez.

Türkiye'de, 2015 yılı sonu yıllık rüzgar enerjisi üretim miktarı 11.652 GWh'dir. 2016 yılı Haziran ayı sonu itibarıyla işletmede olan rüzgar enerji santrallerinin kurulu gücü ise 4.947 MW'dır.

### **3.2 Hidrolik Enerji**

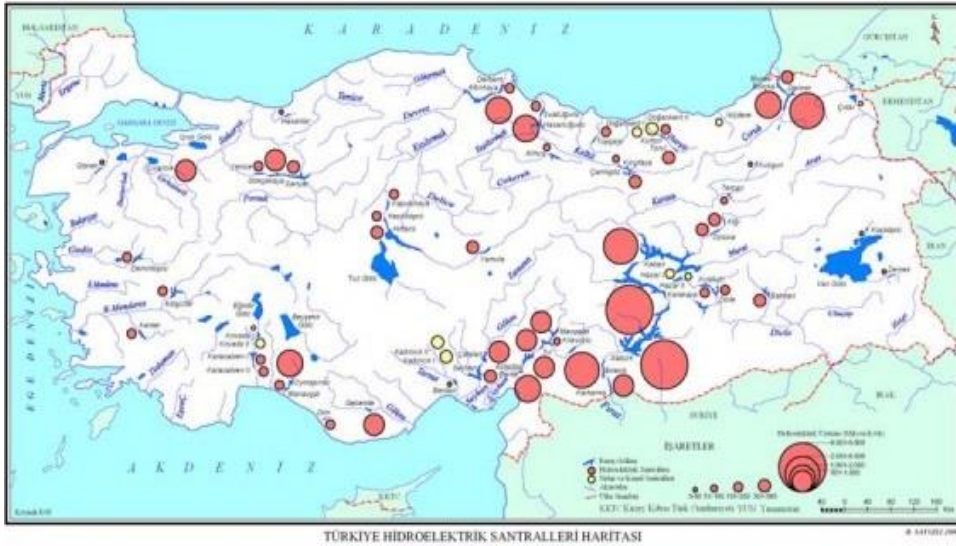
Suyun (sıvının) belirli bir miktar yükseklik kazandırılması ile sahip olduğu potansiyel enerjiye, hidrolik enerji denir. Bu hidrolik enerji, ilk olarak çeşitli düzeneklerin yardımı ile mekanik enerjiye çevrilir. Sonrasında, oluşturulan mekanik enerji, elektrik enerjisine dönüştürülür. Sahip olunan bu son enerjiye ise, hidroelektrik enerji denir. Şekil 3.3 de bir hidroelektrik santrali şeması verilmiştir.



Şekil 3.3 Hidroelektrik Santrali Şeması

Yeryüzünün elektrik enerjisi ihtiyacının büyük bir bölümü bu santrallerde üretilmektedir. Hidrolik enerji, dünyanın elektrik ihtiyacının %19'luk kısmına tekabül etmektedir. Ayrıca bu enerji, önemli bir kavram olan yenilenebilir enerjinin %69'luk dilimini de karşılamaktadır. Türkiye'de 150 adetten fazla işletilen HES (hidro elektrik santrali ) bulunmaktadır. Bakanlık kaynaklarınca alınan bilgiye göre, 2009 yılındaki elektrik üretiminin %18,5'lik kısmı, hidroelektrik santrallerinde üretilmiştir [13].

Türkiye'de bulunan hidroelektrik santrallerinin haritası Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4 Türkiye Hidroelektrik Santral Haritası

### 3.3 Jeotermal Enerji

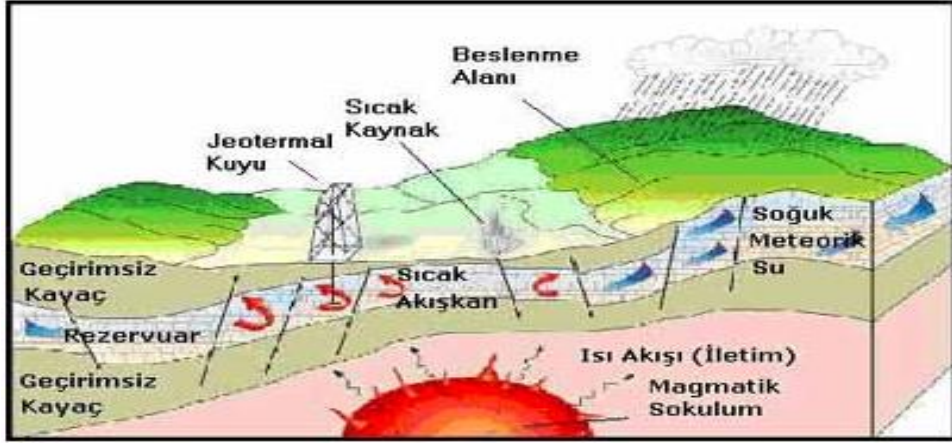
Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan Jeotermal enerji (jeo'nun anlamı 'yer', termal'in anlamı ise 'ısı' anlamına gelmektedir.) yer kabuğunun farklı katmanlarında ve derinliklerinde birikmiş ısının yani sıcaklığın oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak gaz, buhar ve sulardır.

Jeotermal enerji de bu jeotermal kaynak veya kaynaklardan ve bunların oluşturduğu jeotermal enerjiden doğrudan veya dolaylı yollardan faydalanmayı ve kullanmayı kapsamaktadır. Jeotermal enerji sürdürülebilir, çevre dostu, yeni, yenilenebilir, tükenmez, ucuz, güvenilir, yerli ve yeşil dostu açıkcası doğaya dost bir enerji türüdür [14].

Yakın geçmişe kadar sadece sağlık amacı ile kullanılan jeotermal enerji günümüzde ise doğrudan ısıtma veya başka enerji türlerine dönüşümü yapılarak kullanılmaktadır. 20. yüzyılın başına kadar sağlık alanında ve yiyecekleri pişirme yöntemi olarak yararlanılan jeotermal kaynakların kullanım alanları, gelişen teknolojiye bağlı olarak günümüzde yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir.

Düşük ve orta sıcaklıklı sahalarda elde edilen jeotermal akışkan, çağımız teknolojik ve ekonomik şartlar altında başta ısıtmacılık olmak üzere (sera, konut, tarımsal kullanımlar), endüstri de (yiyecek kurutulması, kerestecilik, kağıt ve dokuma sanayi, dericilik ve soğutma tesislerinde) ve kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su ve akışkandaki CO<sub>2</sub> den kuru buz elde edilmesi) kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra orta sıcaklıklı sahalardaki akışkandan da elektrik üretimi için teknolojiler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Yüksek sıcaklıklı sahalardan elde edilen akışkandan ise elektrik üretimin yanı sıra diğer alanlarda da yararlanılmaktadır.

İdeal bir jeotermal sistemin şematik gösterimi Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil.3.5 İdeal bir Jeotermal Sistem

### 3.4. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, bir tür veya birden fazla türlerin birlikte yaşaması ile oluşmuş topluma ait organizmaların belirli bir zaman dilimi içerisinde sahip olduğu toplam kütle olarak tanımlanmaktadır.

Biyokütle enerjisinin eldesinde özel olarak yetiştirilen mısır, buğday gibi bitkiler, yosunlar, otlar, gübre, denizdeki algler, organik içerikli sanayi atıkları, evlerdeki meyve ve sebze artıkları kaynak oluşturmaktadır. Yenilenemeyen enerji olan petrol, kömür, doğal gaz gibi kaynakların rezervlerindeki azalma ve ayrıca bu kaynakların çevre kirliliği oluşturması, biyokütle enerjisinin kullanımına olan talebi girderek arttırmaktadır.

Biyokütle enerjisinin tükenmez bir kaynak olarak görülmesi, rahatlıkla her yerde elde edilebilmesi, ayrıca kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere olanak sağladığından verimli ve önemli bir enerji kaynağı potansiyelini oluşturmaktadır.

### 3.5. Biyogaz Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynağı olarak biyogaz özellikle son on yılda birçok ülkede ciddi derecede önem kazanmıştır [15].

Biyogaz, yanıcı bir gazdır ve biyokütlenin işlenmesi sonucunda meydana gelmektedir. Biyogaz, yanıcı diğer gazlardan (örneğin doğalgaz) farklı olarak sadece

hayvansal, bitkisel, organik içerikli şehir ve endüstriyel atıklardan elde edilmektedir.

Biyogaz türbin yakıtı olarak kullanıldığında yerel olarak kullanılabilen veya elektrik şebekesine iletilebilen elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. Ayrıca doğrudan yakarak oluşan ısı ile tesis ve yakınlarındaki binaların ısıtılmasında kullanılması mümkündür.

Türkiye'de bulunan 72 Biyogaz, Biyokütle, Atık Isı ve Piroolitik Yağ Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 394,70 MW'dır

### **3.6. Dalga Enerjisi**

Dalga enerjisi dalga yüzeyinden direkt olarak ya da yüzey altındaki dalgaların basınçlarından elde edilmektedir. Dalgalanma bilindiği üzere rüzgarın deniz veya okyanusların yüzeyinde yaptığı salınım hareketidir. Dalga enerjisi üretimi yapan makineler de bu salınımdan ve bu salınımlar sonucu oluşan basıncı kullanarak enerji üretimi gerçekleştirmektedirler [16].

### **3.7 Güneş Enerjisi**

Güneş Sistemi'nde yer alan tüm gezegenlerle birlikte güneş adı verilen yıldızın "big bang" yani büyük patlama teorisi ile oluştuğuna inanılmaktadır. Büyük bir yıldızın enerjisinin bitmesi ve şiddetli bir şekilde patlaması sonucu uzaya yayılan bulutumsu yapılar, yoğunlaşarak gök cisimlerini oluşturmuştur.

Güneş; Dünya için en büyük enerji kaynağıdır. Ayrıca yaşamın devamlılığı için yadsınamaz bir yapıdır.

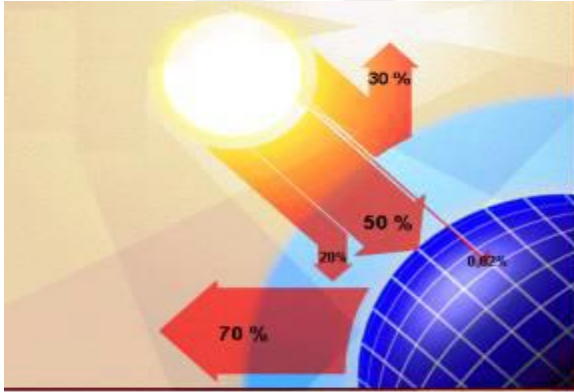
Güneş enerjisi ya da Güneş erkesi, Güneş ışığından enerji elde edilmesine dayalı bir teknolojidir. Güneş'in yaydığı enerji, çekirdeğinde yer alan ısınım enerjisidir.

Dünya atmosferinin dış tabakasında Güneş ısınımının şiddeti, yaklaşık olarak sabit ve  $1370 \text{ W/m}^2$  değerindedir; ancak yeryüzüne ulaşabilen ısınım değerleri  $0-1100 \text{ W/m}^2$  arasında değişim gösterir. Bu enerjinin Dünya'ya ulaşan küçük bir bölümü bile, insanlığın mevcut kullandığı enerjiden kat kat fazladır.

Güneş enerjisinden faydalanmak için yapılan çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmıştır. 1970'lerden günümüze Güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme kaydetmiş ve maliyet bakımından düşme göstermiştir. Ayrıca Güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.

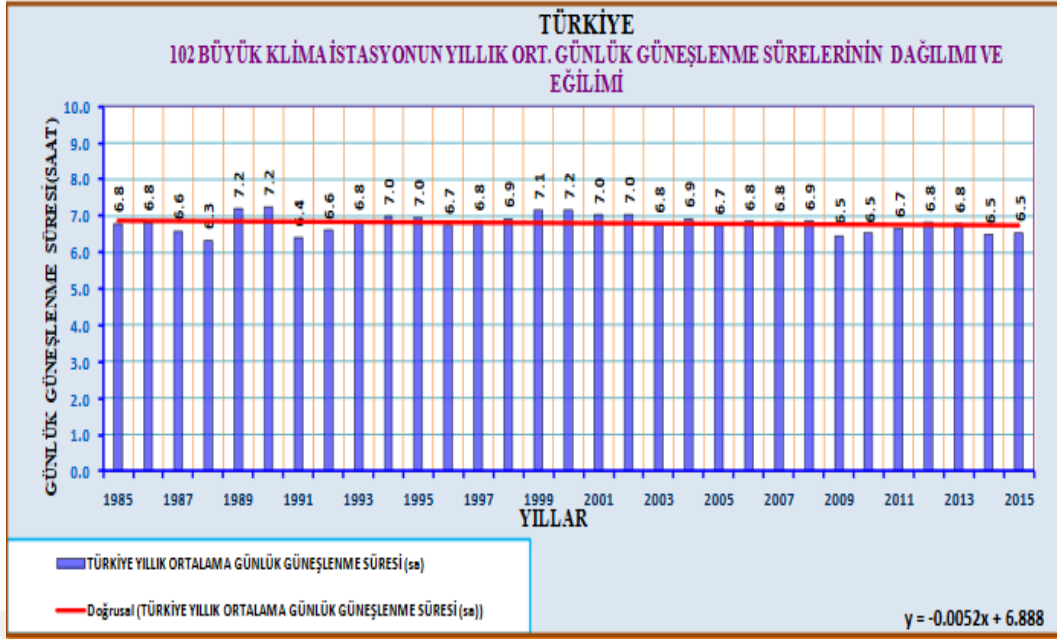
Güneşten elde edilen enerji, son zamanlarda yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde, üzerinde en çok çalışılanı olmuştur. Günlük güneş erkesi ile dünya aydınlanmakta, yağışlar ile su döngüsü sağlanmakta ve en önemlisi de, fotosentez ile canlılar yaşamlarını sürdürülebilmektedir.

Güneş ışınlarının tamamı yeryüzüne ulaşamaz. %30'u dış tabakadan uzaya ulaşır. Güneş ışınımının %50'si atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır. Güneşten gelen ışınımın %20'si atmosfer ve bulutlarda absorbe edilir. Dünya'ya gelen tüm güneş ışınımı maddi bir cisme çarpma sonucunda ısıya dönüşür ve uzaya geri verilir [17].

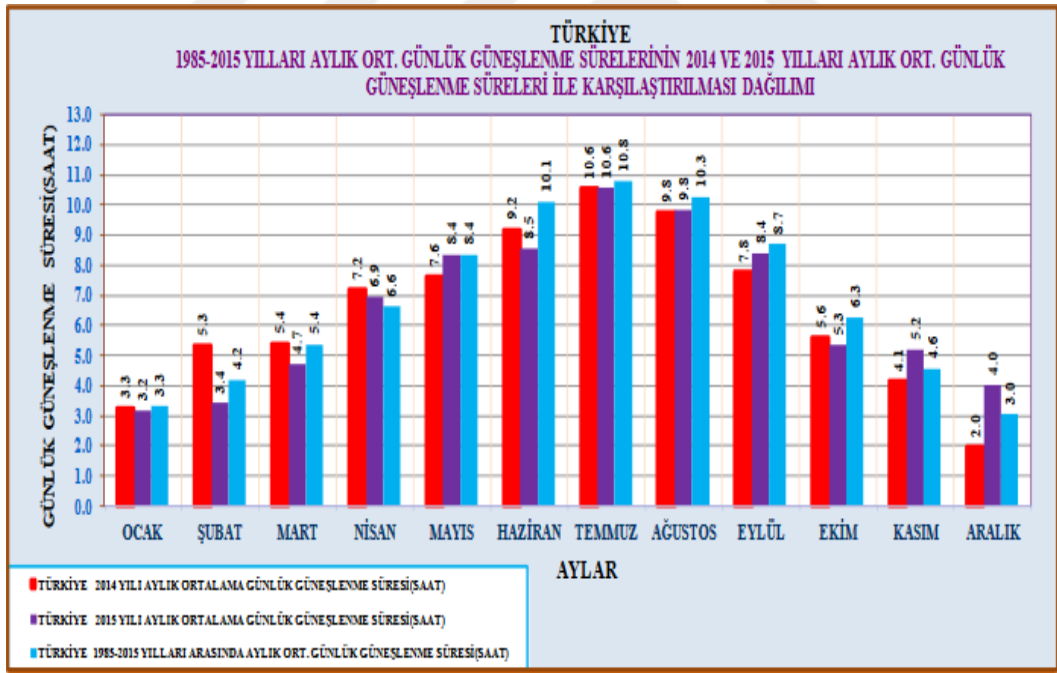


Şekil 3.6 Güneşten gelen ışınım dağılımı

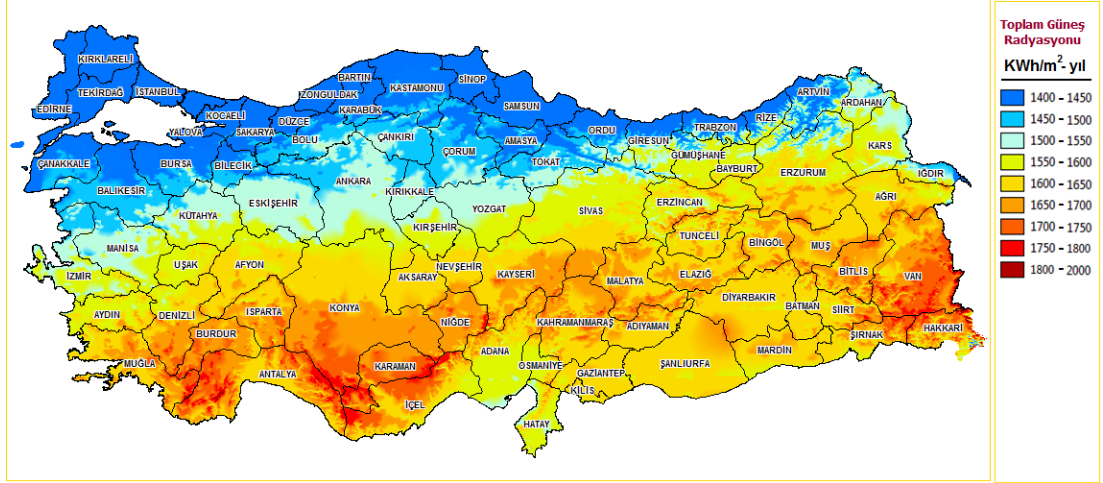
Türkiye dünya üzerinde 36°-42° kuzey enlemleri ve 26°-45° doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2.737 saat (günlük toplam 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m<sup>2</sup>.yıl (günlük toplam 4,2 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Yılın 10 ayı boyunca teknik ve ekonomik olarak ülke yüzölçümünün %63'ünde ve tüm yıl boyunca %17'sinden yararlanabilir. Lisanssız elektrik üretim santrallerinin kurulmasıyla birlikte 2016 yılı Haziran ayı sonu itibarıyla güneş enerjili santral sayısı 673 olarak görülürken bu santrallerin toplam kurulu gücü ise 505,9 MW'dir [17].



Şekil 3.7 Türkiye Yıllık Ortalama Günlük Güneşlenme Süreleri [17]



Şekil 3.8 Türkiye Aylık Ortalama Günlük Güneşlenme Süreleri [17]



Şekil 3.9 Haritalı Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası [34]

### 3.7.1 Güneş Enerjisi Kullanım Alanları

Güneş enerjisinin kullanım alanları amaçlara göre değişiklik göstermektedir. Güneş enerjisinin kullanılmasındaki temel amaç, yenilenemez enerjilerin; fosil yakıtlar, petrol, doğalgaz, bor materyallerinin daha az kullanılmasıdır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar şöyle sıralanabilir;

1. Konutlarda, işyerlerinde ve kamu kuruluşlarında elektriğe bağlı gündelik enerjinin karşılanması,
2. Bahçe aydınlatmaları genellikle kısa boylu yere çakılan küçük çaplı aydınlatmalar,
3. Trafik lambalarındaki ışık ihtiyacını karşılanması,
4. Cep telefonu gibi taşınabilir cihazları şarj etmek için küçük güneş pilleri kullanılması,
5. Çatılara yerleştirilen kollektörler ile güneşin ısıtma gücünden yararlanılarak su ısıtılması ve bu ısıtılan su ile evin sıcak su ihtiyacının karşılanması,
6. Güneş enerjisiyle çalışan otomobiller, fakat prototip aşamasını geçebilmiş değil. Ancak ilerleyen zamanlarda güneş enerjisi ile seyahat mümkün olacaktır.

### 3.7.2 Güneş Enerjisinin Mevcut Durumu

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA)'nın paylaştığı son verilere göre, 2015 yılında 152 Gigawatt'lık (GW) yenilenebilir enerji kapasitesi artışı ile yüzde 8.3 büyüdüğü kaydedilmiştir. Bu rakam günümüze kadar görülmüş en hızlı büyüme anlamına da gelmektedir. Yenilenebilir Enerji Kapasitesi İstatistikleri 2016 adlı çalışmada, tüm dünyadaki kurulu yenilenebilir enerji gücünün 1,985 GW'a ulaştığını göstermektedir.

Güneş enerji santrallerindeki artışın en önemli nedenleri de güneş'ten yararlanma kapasitesinin 47 GW (%37) artması ve maliyetlerin yaklaşık yüzde 80 düşmüş olmasıdır. 2010 yılından günümüze, küresel toplam yenilenebilir enerji kapasitesi ise üçte bir oranında artmış bulunmakta, bu artışın temel nedeni ise rüzgar ve güneş kurulu gücündeki yüksek artış olarak gösterilmektedir.

En yüksek büyüme oranı gelişmekte olan ülkelerde görülmektedir. Asya kıtasında 2015 yılında kurulu güç yüzde 12.4 artış göstermiş, Avrupa'da kapasite 24 GW (%5.2), Kuzey Amerika'da 20 GW (%6.3) artış göstermiş durumdadır. 2015 yılı sonu itibariyle Türkiye'de, geçici kabulü tamamlanmış GES kurulu gücümüz 300 MW hedefini aşarak 320 MW'a ulaşmış durumdadır [21].

Tablo 3.1 Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Aylara Göre Dağılımı [22]

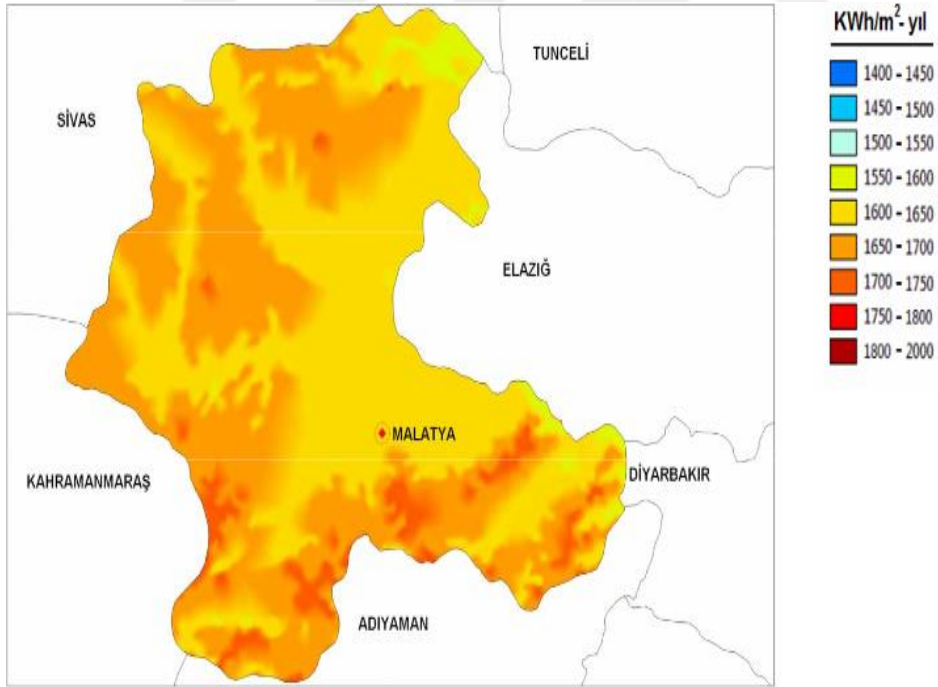
Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm <sup>2</sup> -ay) (kWh/m <sup>2</sup> -ay)	Güneşlenme Süresi (saat/ay)
Ocak	4.45	51.75
Şubat	5.44	63.27
Mart	8.31	96.65
Nisan	10.51	122.23
Mayıs	13.23	153.86
Haziran	14.51	168.75
Temmuz	15.08	175.38
Ağustos	13.62	158.40
Eylül	10.60	123.28
Ekim	7.73	89.90
Kasım	5.23	60.82
Aralık	4.03	46.87
<b>Toplam</b>	<b>112.74</b>	<b>1311.00</b>
<b>Ortalama</b>	<b>308.0 Cal/cm<sup>2</sup>-gün</b>	<b>3.6 kWh/m<sup>2</sup>-gün</b>
		<b>7.2 saat/gün</b>

Tablo 3.2 Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı [22]

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> -Yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

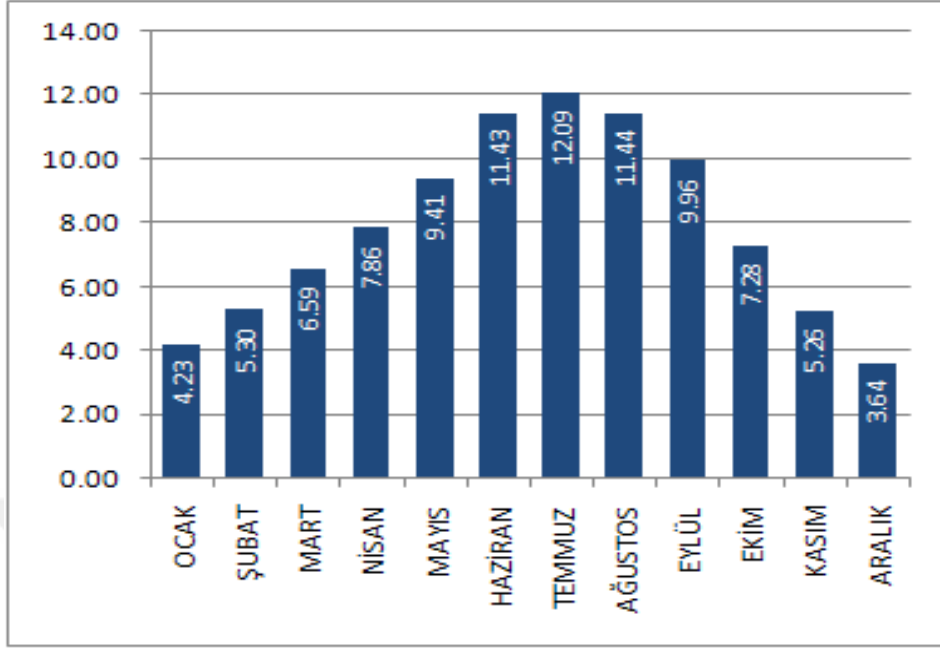
### 3.7.3 Malatya İli Güneş Enerjisi Durumu

Malatya ili için global güneş radyasyon dağılımı Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



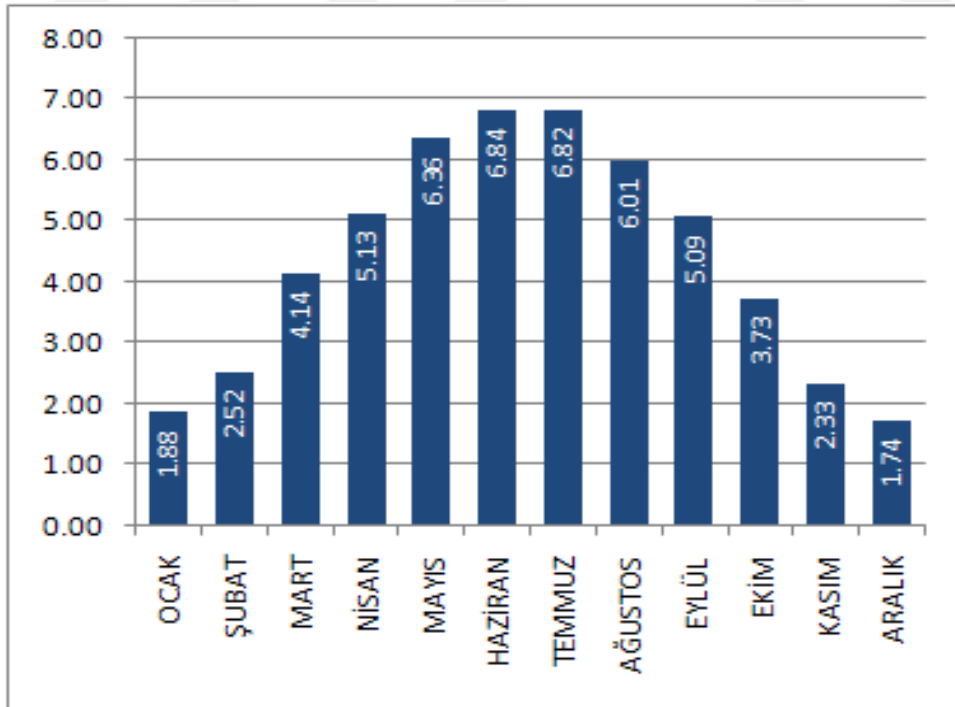
Şekil 3.10 Malatya İli İçin Global Güneş Radyasyon Dağılımı [23]

Malatya İli Güneşlenme süresi değerleri (saat) Şekil 3.11’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.11 Malatya İli Güneşlenme Süresi Değerleri (saat) [23]

Malatya İli Global Radyasyon Değerleri ( $\text{kWh/m}^2\text{-gün}$ ) Değerleri Şekil 3.12 ‘de gösterilmiştir.



Şekil 3.12 Malatya İli Global Radyasyon Değerleri ( $\text{kWh/m}^2\text{-gün}$ ) [23]

## **BÖLÜM 4. GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM YÖNTEMLERİ**

### **4.1.Fotovoltaik Sistemler**

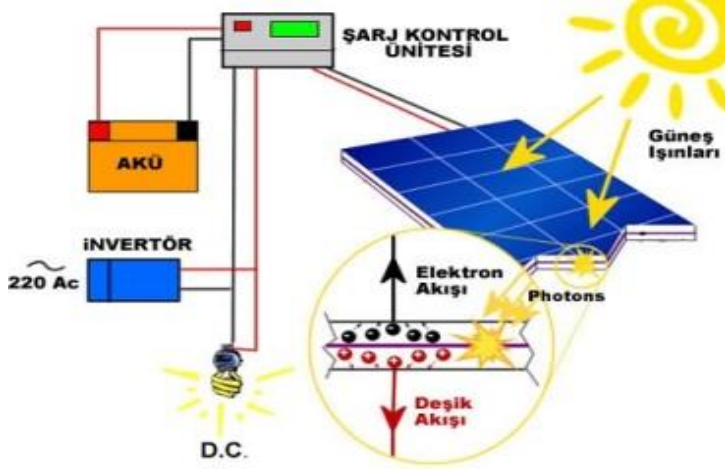
“Fotovoltaik” sözcüğü, ışık anlamına gelen “foto” ve elektrik anlamına gelen “voltaik” sözcüklerinin birleşmesi ile oluşturulmuştur [18].

Güneşin çekirdeğinde oluşan füzyon reaksiyon sonucu açığa çıkan enerji elektro manyetik dalgalar vasıtasıyla dünyamıza ulaşmaktadır. Güneş panelleri bu ışınları toplayarak ısı ve elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Güneş enerjisi, günlük yaşamımızda hemen hemen her yerde kullanılabilir. Bu enerjinin Dünya'ya gelen küçük bir kısmı bile bizlerin tüketmiş olduğu enerjinin oldukça üstündedir.

Güneş enerjisinin bu kadar verimli olması insanoğlunu harekete geçirmiş ve bu enerjiden yararlanmak adına çalışmalar başlatılmıştır. Bu konu üzerinde çalışmalar 1970' lerde hız kazanmıştır. 1970' lerden günümüze kadar geçen sürede teknolojik gelişmelerle birlikte güneş enerjisi sistem maliyeti düşmüş ayrıca bu alana olan yatırımlar gün geçtikçe de artmaya devam etmiştir. Güneş enerjisi sistemlerine olan yatırımın artmasının en büyük etkenlerinden birisi de güneş enerjisinin çevresel temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmesidir. Güneş enerjisinin kükürt, gaz, radyasyon veya duman gibi zararlı artıkları yoktur. Enerjiden ihtiyaç duyulduğu bölgede anında yararlanılabileceğinden enerjinin nakil problemi de bulunmamaktadır.

Güneş enerjisinden ısı yöntemlerle buhar eldesi ve bu yöntemle elektrik üretimi elverişli iken, dünyamıza ulaşan güneş ışınımından fotovoltaik sistemler ile doğrudan elektrik üretimi de mümkün olmaktadır.

Fotovoltaik paneller, yarı iletkenlerin fotovoltaik etki özelliği kullanılarak, güneş ışığından elektrik enerjisi üretirler. Fotovoltaik paneller, kurulan sistemin gücüne bağlı olarak hedeflenen güç değerinde elektrik üretebilirler. Paneller bugünün şartlarında ortalama %5 - %20'lik bir ticari verime sahiptir. Ayrıca yapılan son laboratuvar ortamlarındaki çalışmalar sonucunda % 46'lık rekor bir verim elde edilmiştir [19].



Şekil 4.1 Güneş pillerinin çalışma prensipleri

Fotovoltaik sistemlerin verimlerini arttırmak için yapılan çalışmalardan en dikkat çekenlerden birisi 2012 yılında Princeton Üniversitesinden Profesör Stehphen Chou'nun yönettiği araştırma ekibinin çalışmalarıdır. Profesör ve çalışma arkadaşları güneş enerjisi hücrelerinin verimini, nano sandviç yapıdaki metal ve plastik sayesinde yüzde 175 artırdıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Chou geliştirdikleri bu teknolojinin silikon güneş panelleri gibi organik olmayan güneş hücrelerinde verimini artırdığını fakat araştırmanın inorganik güneş panelleri üzerinde henüz net olarak tamamlanmadığını belirtmiştir. Chou, güneş hücrelerindeki en büyük enerji kaybının tam olarak absorbe edilmeyen güneş ışığından kaynaklandığını ve geliştirdikleri sandviç teknolojisi ile ışığın yüzde 96'sının absorbe edilebildiğini sadece yüzde 4'ünün yansıdığını ve bunun konvansiyonel güneş panellerine göre yüzde 52 daha fazla verimlilik demek olduğunu kaydetmiştir [20].

Fotovoltaik sistemler de panellerde üretilen doğru akımı (DC), elektrik gücüne AC (alternatif akım) çeviren inverterler bulunmaktadır. Fotovoltaik sistemlerde fotovoltaik panellerle birlikte, akü, şarj regülatörü, solar evirici ve şalt ekipmanları bulunmaktadır.

Aküler elektrik enerjisi depolama işlemini gerçekleştirirken, şarj regülatörleri akülerin şarj kontrolünü sağlar. Solar eviriciler, fotovoltaik panellerde üretilen DC elektrik enerjisini AC elektrik enerjisine çevirir. Sistemdeki şalt ekipmanı, sistemin enerji üretimini, dağıtımını, kontrolünü, güvenliğini ve transferini sağlar.

Fotovoltaik sistemler; şebeke bağlantılı (on-grid) sistemler ve şebekeden bağımsız (off-grid) sistemler olmak üzere ikiye ayrılır.

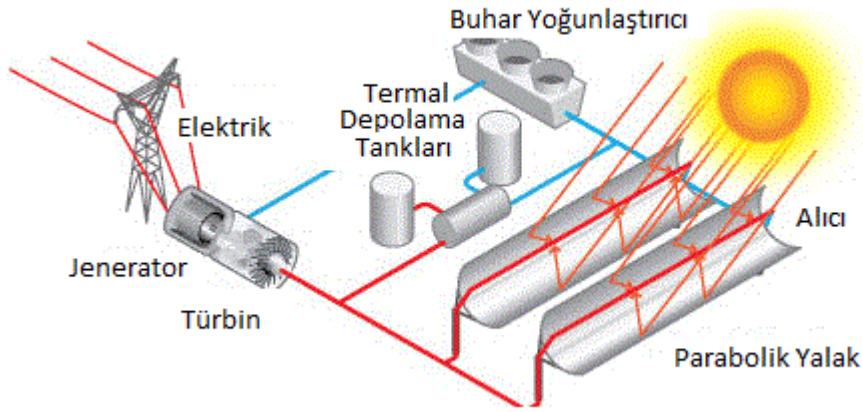
Fotovoltaik sistemlerin yatırımları yapılırken lisanslı elektrik üretimi ve lisanssız elektrik üretimi olmak üzere ikiye ayrılır. Fotovoltaik sistemlerden elektrik üretimi kanun ve yönetmeliklerde belirtilen en yüksek güç limitlerine kadar lisans alınmadan yapılabilir. Yatırımcılar lisanssız limitlerden daha büyük güçte yapacakları GES yatırımları için lisans almak mecburiyetindedirler.

## **4.2.Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (YGE) Sistemleri**

Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi (YGE) güneşten yüksek hacimde ve günlük olarak en uzun süre elektrik üretiminin bugüne kadar bulunmuş tek yolu olarak bilinmektedir [24]. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santralleri sayesinde elde edilen bu yüksek hacimli enerji ile yenilenebilir ısı enerjisi ya da elektrik enerjisi üretilebilmektedir. YGE sistemleri aynalar ve bu aynalara bağlı güneşi izleme sistemleri sayesinde geniş alanlara yayılarak düşen güneş ışınlarını tek bir noktaya odaklar. Odaklanarak yoğunlaştırılmış gün ışığı daha sonra klasik enerji santrallerine gereken ısıyı üretmek için kullanılmaya hazır hale gelmiş olur.

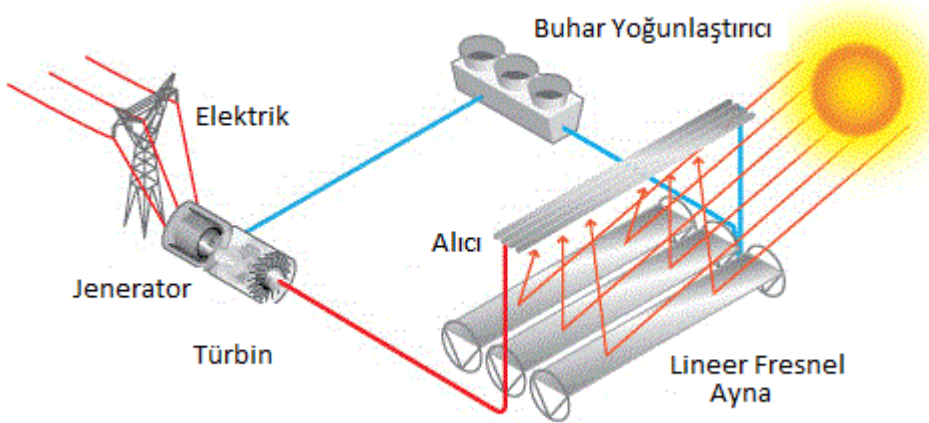
Dört ana yoğunlaştırılmış güneş enerjisi teknolojisi bulunmaktadır

Parabolik oluk yoğunlaştırıcı sistemler; en yaygın kullanılan ve teknik olarak yeterliliği kanıtlanmış olanlardır (Şekil 4.2). Parabolik oluk kolektörler güneş tarlaları üzerine paralel ve seri olacak şekilde konumlandırılır bu sayede geniş alan üzerine yayılarak gelen güneş enerjisini, odak merkezinde toplanarak elektriğe dönüştürülür. Genellikle kuzey-güney ekseninde yerleştirilmiş ayna gündüz saatlerinde güneşi doğudan batıya doğru (tek ekseninde) izleyerek ışınımı içinde çalışma sıvısı (sentetik yağ veya ergimiş tuz) bulunan alıcı üstünde odaklar ve çalışma sıvısının 150-370<sup>0</sup>C sıcaklığa kadar ısıtır ve ısınan sıvı güç üretimindeki ısı kaynağı durumuna gelir. Bir sonraki aşamada çalışma sıvısı üzerindeki ısı çevrim suyuna aktarılır ve elde edilen su buharı buhar türbinini döndürür.



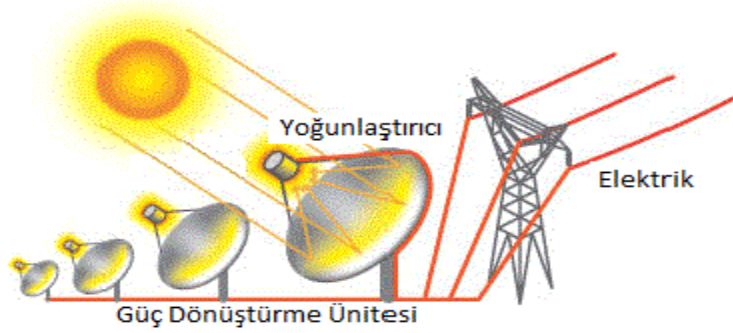
Şekil 4.2 Parabolik Oluk Yoğunlaştırıcı Sistemler

Fresnel aynalı yoğunlaştırıcı sistemler; güneş ışığını parabolik aynalarla yansıtmak yerine çok sayıda ince ayna dizileri kullanarak ışınımı ayrı bantlar halinde orta üst kısımdaki alıcı boru üstünde doğrudan odaklamasıyla çalışırlar (Şekil 4.3). Parabolik oluk kolektörlere kıyasla daha ekonomik imal edilebilen bu sistemde güneş ışınımını daha geniş bir alanda toplamak ve çalışma sıvısı kullanmadan suyu doğrudan ısıtmak mümkündür; ancak toplam sistem verimi daha düşüktür ve henüz ticari olarak parabolik oluk kolektörler kadar yaygınlaşmamıştır [25].



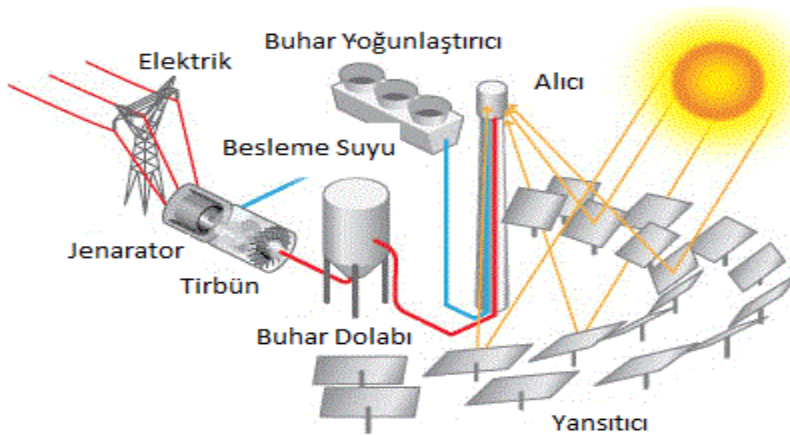
Şekil 4.3 Fresnel Aynalı Yoğunlaştırıcı Sistemler

Parabolik çanak sistem de ise tek başına bir parabolik yansıtıcı ile aynanın odağındaki alıcı üstünde toplanan ısı arkasındaki stirling (gaz) motoru tarafından mekanik enerjiye ve dolayısıyla elektrik enerjisine dönüşümü gerçekleştirilir. (Şekil 4.4). Yansıtıcı bu sistemlerde güneşi iki eksende takip eder bunun sayesinde odaklanma oranı artar ve sıcaklık 250-700<sup>0</sup>C ye kadar yükselebilmektedir. Bu sistemlerin çalışma verimi YGE sistemleri arasında en üst konumdadır [25].



Şekil 4.4 Parabolik Çanak Sistemleri

Güneş Kulesi; bir kulenin üzerinde bulunan güneşi iki eksende izleyen merkezi bir alıcıdan ve ışınımı üzerine yansıtan çok sayıda aynadan (heliostat) oluşurlar (Şekil 4.5). Alıcı içinden geçen çalışma sıvısı (ergimiş tuz, sıcak gaz veya su) alıcı içinde 500–1000<sup>0</sup>C seviyelerinde ısıtılır ve ısıyı kulenin hemen dibinde bulunan enerji santraline veya enerji depo merkezine taşır ve enerji dönüşümü buhar veya gaz türbini tarafından sağlanır.



Şekil 4.5 Güneş Kulesi Sistemleri

Türkiye’de güneş kulesi uygulamasına örnek olarak Mersin ilimizin Toroslar ilçesinde kurulu olan sistem örnek olarak gösterilebilir. Toplamda 5 MW kurulu güce sahip olan ve 1500 evin elektrik ihtiyacını karşılayacak olan bu tipteki güneş santralleri dünyada oldukça nadir bulunmaktadır. 50 milyon dolara mal olan proje Türk bir şirket tarafından kurulmuştur. Kurulu olan yatırımın görseli şekil 4.6’da verilmiştir.

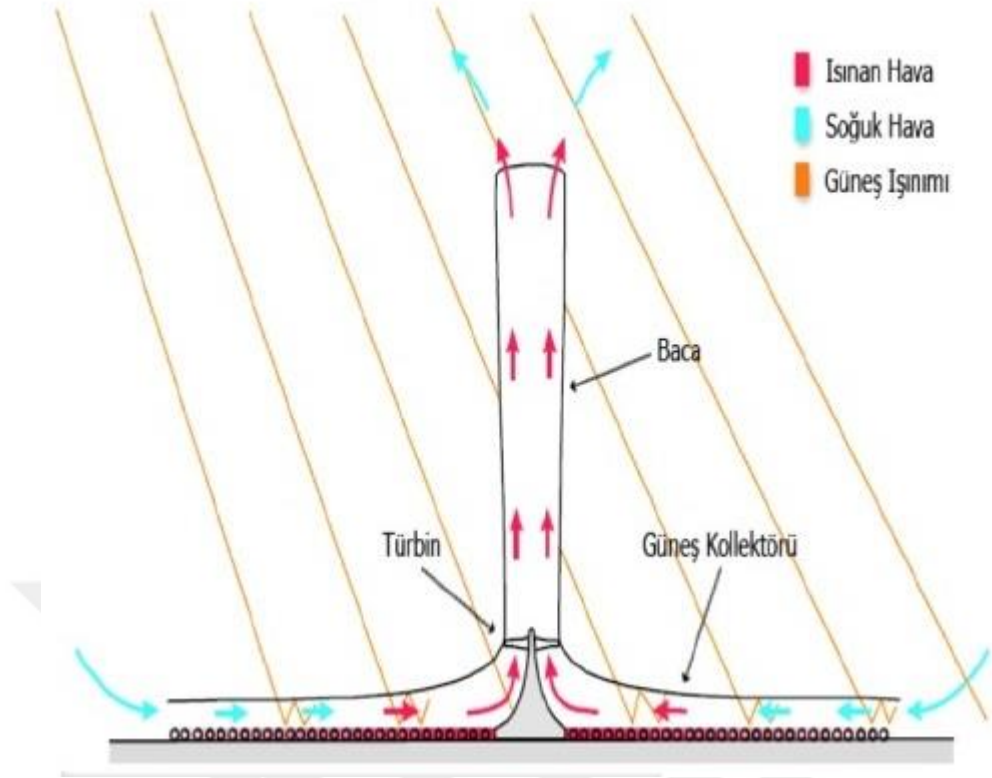


Şekil 4.6 Mersin’deki Güneş Kulesi

### 4.3 Güneş Bacası

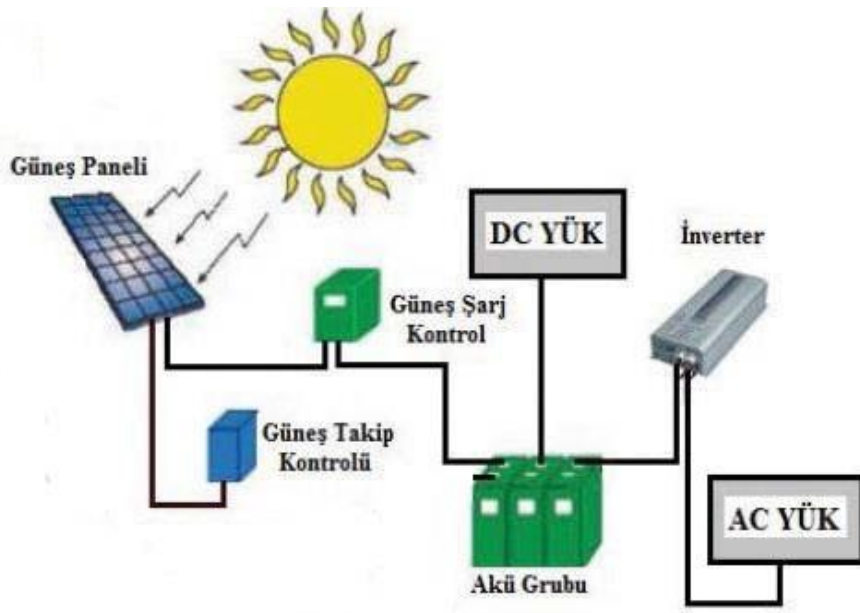
Güneş bacaları, güneş enerjisini önce ısı enerjisine, daha sonra bu elde ettiği ısı enerjisini kinetik enerjiye ve son olarak da elektrik enerjisine dönüştüren enerji dönüşüm sistemleridir.

Güneş bacaları içlerinde bulunan kollektör sayesinde güneş enerjisini toplar ve topladıkları bu güneş enerjisini içinde bulunan havaya aktarırlar. Ayrıca Güneş bacasının uzun baca kısmının içinde rüzgar türbinli elektrik üretim sistemi de bulunmaktadır. Bir güneş bacasının çalışma prensibi basitçe Şekil.4.6’da gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Güneş Bacası Çalışma Prensibi

Güneş bacalarının kolektör kısmında sera etkisi oluşturularak sıcak hava elde edilebilmektedir. Güneş toplayıcı çatı alanının altında kalan 75% oranındaki alanda seracılık yapılabilmektedir [31].



Şekil 4.8 Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretim Şeması

## BÖLÜM 5. EKONOMİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Ekonomik analiz genel olarak mühendislik ve gelir getirmesi beklenen projelerde yoğun olarak uygulanmakta olan çalışmalardır.

Ekonomik analiz bir projenin hayata geçirilmesi, geçirilmemesi veya alternatif projeler arasında önceliğinin belirlenmesi aşamasında karar vericilere en büyük yardımcı sağlayan yöntemlerden biridir [26].

Proje Analizi, düşünülen yatırımın oluşturacağı faydaları ve neden olacağı maliyetleri karşılaştırarak yatırım teklifinin olumlu olup olmadığının ortaya çıkarılması ve çeşitli yatırım önerilerinin fayda ve maliyetlerini mukayese ederek bunlar arasında öncelik sırasının belirlenmesi şeklinde tanımlanmaktadır.

Projeler parasal etkileri hesaplanabilen, finansal ve ekonomik değerlere sahip olup, finansal ve ekonomik analizler de bu proje etkilerini (maliyet ve faydalarını) uygun yöntemlerle karşılaştırmak ve değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilirler.

Projelerin yatırımcı kurum veya kişiler açısından ve pazar fiyatlarını kullanarak yapılan analizine Ekonomik Analiz denir.

Projenin yatırım dönemi ve ekonomik ömrü boyunca oluşan fayda ve maliyetlerin bir referans yılına (genellikle yatırımın başlangıç yılına) çekilerek karşılaştırılması yöntemine ise Fayda-Maliyet Analizi denir.

Finansın temel prensibine göre ‘‘Bugünkü bir TL yarınki bir TL den daha değerlidir.’’ Bunun nedeni, bugünkü herhangi bir miktar paranın, yatırıma dönüştürüldüğü zaman hemen faiz kazanabilecek olmasıdır [27].

Paranın zaman değerini gösteren temel formül şu şekildedir;

$$FV = PV + r (PV) = (1+r) PV \quad (5.1)$$

burada,

FV paranın gelecekteki değerini, PV paranın şimdiki değerini, r ise faiz oranını göstermektedir.

Eğer r dönemi birden fazla ise, formülü şöyle yazabiliriz;

$$FV = PV (1+r)^n \quad (5.2)$$

Burada n tekrarlama dönemini göstermektedir.

Yatırımı yapılacak olan projelerin değerlendirilmesinde kullanılan analiz teknikleri indirgenme tekniğine dayanan ve indirgenme tekniğine dayanmayan analiz şekilleri olarak ikiye ayrılır. [28]

İndirgenme Tekniğine Dayalı Analiz çeşitleri;

- Net Bugünkü Değer (net present value) (NBD - NPV),
- İç Kârlılık Oranı (internal rate of return) (KO - IRR),
- Fayda/Maliyet Oranı (benefit/cost ratio) (F/M - B/C),
- Geri Ödeme Süresi (payback period)'dır.

Net Bugünkü Değer ile İç Kârlılık Oranı, indirgeme tekniğine dayanan ölçütlerin en sık kullanılanlarıdır.

İndirgenme Tekniğine Dayalı Olmayan Analiz çeşitleri; bu yöntemler paranın zaman değeri göz önüne almayan daha basit (statik) analiz ölçütleridir.

- Yatırımın Getirisi (rate of investment) (RoI)
- Özkaynağın Getirisi (rate of equity) (RoE)
- Basit Geri Ödeme Süresi (simple payback period)
- Başabaş Noktası Analizi (break-even point analysis)

## 5.1 İndirgenme Tekniğine Dayalı Analiz Ölçütleri

Projenin yatırım döneminden başlayan ve tüm dönemlerindeki her türlü nakit girişi ve çıkışını gösteren yapıdır.

İndirgeme tekniği, nakit girdi-çıkış tablosunu oluşturan yıllık nakit akımlarının bugünkü değerinin hesaplanması ile indirgenmiş nakit akımının hesabına dayanır. İlk olarak her bir yılın maliyeti gelirden çıkarılarak net nakit akışı elde edilir. Sonrasında belirli bir indirgeme oranı kullanılarak, her yıl için ayrı ayrı indirgenen net nakit akışları hesaplanır.

İndirgenme oranı; Yatırımcının ya da toplumun tüketmeyip projeye yatırdığı kaynağın maliyetini; yani, projeden elde edilmesi beklenen en düşük kazancı gösterir.İndirgeme oranı hesaplanırken; Projede kullanılan farklı sermaye kaynaklarının maliyetleri tek tek bulunur. Bu kaynakların toplam içindeki payları kullanılarak sermaye maliyetlerinin ağırlıklı ortalamaları hesaplanır. Bulunan ortalama değer, indirgeme oranı olarak kullanılır.

### 5.1.1 Net Bugünkü Değer Analizi

Yatırımın ekonomik ömrü boyunca kazandırdığı getirinin bugünkü değerinden yatırım maliyetlerinin bugünkü değerinin düşürülmesi ile oluşan değeri ifade eder. Açıkcası net bugünkü değer; yatırımın nakit girişlerinin bugünkü değeri ile nakit çıkışlarının bugünkü değeri arasındaki farka eşittir. [28]

NBD = Nakit girişlerinin bugünkü değeri – Nakit çıkışlarının bugünkü değeri olarak ifade edilir.

NBD, bir yatırımın veya projenin karlılığını analiz etmeye yarayan bir ölçüttür. NBD pozitif olduğunda yapılması düşünülen projenin karlı olduğu anlaşılır, yani yatırımın sağlayacağı faydanın yatırım için kullanılan sermayeden yüksek olduğu gözlemlenir. NBD, aşağıdaki 5.3 nolu denklemlerle hesaplanır.

$$NBD = \frac{S}{(1+i)^{n+m}} + \left( \sum_{t=m+1}^{m+n} \frac{NNG_t}{(1+i)^t} \right) - \left( \sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+i)^t} \right) \quad (5.3)$$

$NNG_t$  t yılındaki net nakit girdisini (artık değer hariç)

$I_t$  t yılındaki yatırım tutarını

n tesisin ekonomik ömrünü

m projenin inşa süresini

i indirgeme oranını

S tesisin ekonomik ömrü sonunda (varsa) artık değerini göstermektedir.

NBD analizi, projenin ekonomik ömrünü hesaba kattığı ve paranın zaman değerini dikkate aldığından çok avantajlı bir yöntemdir olarak kabul görmektedir.

Ancak bu yöntemin dezavantajı, yüksek yatırımlı projeler lehine sonuç vermesidir. NBD analizinde indirgenme oranı olan  $i$ 'nin etkisi büyüktür.  $i$ 'nin etkisi ile yatırımı yapılacak proje analiz sonuçlarının sıralması değişmektedir. Bu nedenden dolayı indirgenme oranına doğru karar verilmesi gerekmektedir. [28]

### 5.1.2 İç Kârlılık Oranı (KO) Analizi

İç kârlılık oranı, projenin net bugünkü değerini sıfıra eşit kılan indirgeme oranıdır. Aşağıdaki 5.4 nolu formül ile hesaplanır.

$$\sum_{t=m+1}^{m+n} \frac{NNG_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+ir)^t} \quad (5.4)$$

burada;

$NNG_t$  t yılındaki net nakit girişini (artık değer hariç),

$I_t$  t yılındaki yatırım tutarını,

n tesisin ekonomik ömrünü,

m projenin inşaat süresini,

ir ise iç kârlılık oranını göstermektedir.

Bu analiz yönteminde bir projenin kabul edilebilir olması için iç kârlılık oranının (ir) yatırımcının kabul ettiği en düşük indirim oranından daha büyük olması gerekmektedir.

Alternatif projeler arasında yapılacak olan seçimde ise, en büyük iç kârlılık oranına sahip projeye öncelik verilir.

İç kârlılık oranı hesaplaması diğer yöntemlere kıyasla zordur. Sonuca deneme-yanılma yolu ile ulaşılabilir.

### 5.1.3 Fayda/Maliyet Oranı (F/M) Analizi

Fayda/maliyet oranı iki ayrı şekilde hesaplanır.

Birinci yöntemde, bir projenin ekonomik ömrü boyunca oluşturacağı faydaların (nakit girdilerinin) bugünkü değerleri toplamı, maliyetlerin bugünkü değerleri toplamına bölünür. Oran 1'den büyükse proje kabul edilir. Fayda Maliyet Oranı ( F/M ) 5.5 nolu denklemle hesaplanır.

$$F/M \text{ Oranı} = \sum_{t=0}^{m+n} \frac{F_t}{(1+i)^t} / \sum_{t=0}^{m+n} \frac{M_t}{(1+i)^t} \quad (5.5)$$

burada;

$F_t$  projenin t yılındaki faydalarını (nakit girişleri)

$M_t$  projenin t yılındaki maliyetini

n tesisin ekonomik ömrünü

m ise projenin inşaat süresini göstermektedir.

İkinci yöntemde, indirgenmiş net nakit akımları (Net Fayda = Nakit Girişi – Nakit Çıkışı) toplamı, indirgenmiş yatırım toplamına oranlanır. Oran 1'den büyükse proje kabul edilir.(5.6) da gösterilen denklem ile hesaplanır.

$$F/M \text{ Oranı} = \sum_{t=m+1}^{m+n} \frac{NNG_t}{(1+i)^t} / \sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+i)^t} \quad (5.6)$$

$NNG_t$  projenin t yılındaki net nakit akımını (nakit girişi-nakit çıkışı),  
 $I_t$  projenin t yılındaki yatırım harcamasını,  
n tesisin ekonomik ömrünü,  
m ise projenin inşaat süresini göstermektedir.

#### 5.1.4 Geri Ödeme Süresi Analizi

Geri ödeme süresi, bir projenin net kâr ve amortismanlar toplamından elde edilen nakit girdileri yolu ile yaptığı yatırım tutarının tamamen geri ödenmesi için gerekli olan süredir.

Paranın zaman değeri dikkate alınmadığı zaman (5.7)'deki formül ile hesaplanır.

$$I = \sum_{t=0}^p NK_t + D_t \quad (5.7)$$

$NK_t$  t yılındaki net kârı,  
 $D_t$  t yılındaki amortismanı,  
I toplam yatırım tutarını,  
p geri ödeme süresini göstermektedir.

Ancak, Enflasyon oranının yüksek seyrettiği ülkelerde, paranın zaman değeri önemli olduğu için, bu yöntemin paranın zaman değerini gözetten bir şekli de mevcuttur. Buda (5.8 )'deki formül ile hesaplanır.

$$\sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=m+1}^p \frac{NK_t + D_t}{(1+i)^t} \quad (5.8)$$

$NK_t$  t yılındaki net kârı,  
 $D_t$  t yılındaki amortismanı,  
 $I_t$  t yılındaki yatırım tutarını,  
p geri ödeme süresini,  
m projenin inşaat süresini,  
i ise indirgeme oranı göstermektedir.

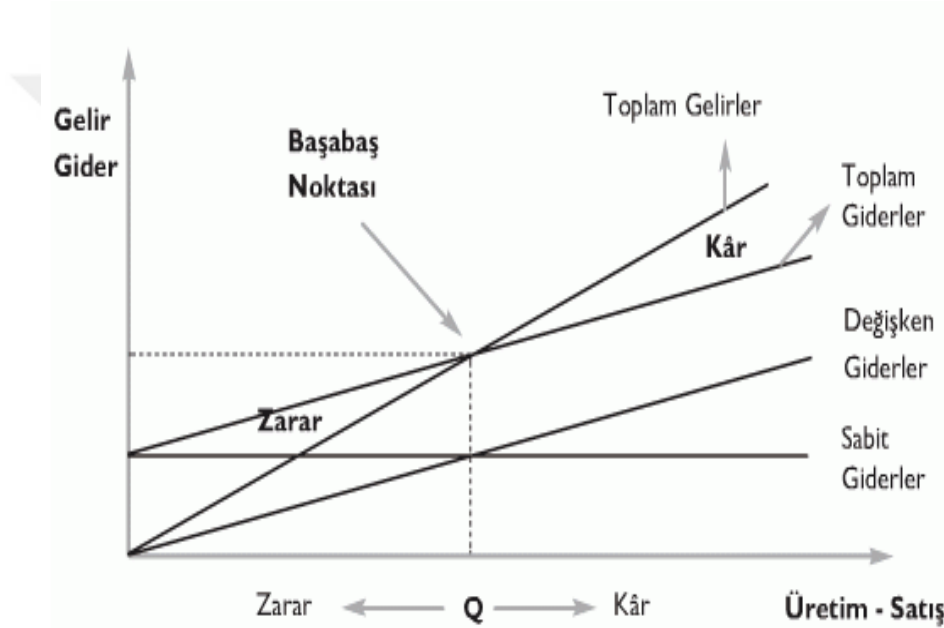
## 5.2 İndirgenme Tekniğine Dayanmayan Analiz Ölçütleri

### 5.2.1 Başabaş Noktası (BBN) Analizi

Bir projenin yatırımı yapıp işletme aşamasına geçtikten sonra toplam fayda ve toplam maliyetlerin birbirlerine eşit olduğu noktayı bulmak için kullanılan bir yöntemdir [28].

Başabaş noktası analizi sabit giderler, değişken giderler ve kâr arasındaki ilişkinin nasıl olduğunu gözlemlemek için kullanılan bir yöntemdir.

BBN analizi, işletmenin çalıştığı süre boyunca elde ettiği gelirler ile sabit giderlerini ne zaman karşılayabildiğini görmeyi amaçlar.



Şekil 5.1 Doğrusal Başabaş Grafiği

### 5.2.2 Yatırımın Getiri Oranı (RoI) Analizi

Çok basit bir analizdir yöntemidir. Özellikle büyük yatırım projelerinde kaba bir fikir edinmek için kullanılmaktadır.

Yatırımın Getiri Oranı (Rate of Investment), yıllık kârın sermaye yatırımına oranını ifade etmekte ve denklem 5.9 ile hesaplanabilmektedir.

$$\text{RoI} = (\text{Net Kâr} + \text{Faiz}) \times 100 / (\text{Toplam Yatırım}) \quad (5.9)$$

### 5.2.3 Özkaynağın Getiri Oranı (RoE) Analizi

Özkaynağın getiri oranı (Return on Equity), yıllık kârın toplam özkaynağa oranını ifade etmekte ve (5.10) ile hesaplanabilmektedir.

$$\text{RoE} = (\text{Net Kâr}) \times 100 / (\text{Özkaynak}) \quad (5.10)$$

### 5.2.4 Basit Geri Ödeme Süresi Analizi

Bu analiz yönteminde  $N^*$  geri ödeme süresi ve  $N_c$  yatırımcının istediği süre olmak üzere  $N^* < N_c$  olduğunda proje kabul edilebilirdir. [28]

Yani projenin kabul edilebilir olması için yatırım yapılan proje geri ödeme süresinin istenen süreden kısa olması beklenir. Hesaplaması (5.11)' deki formülasyon ile yapılır.

$$I = \sum_{t=1}^{N^*} X_t \quad (5.11)$$

Burada;

$N^*$  geri ödeme süresini

$I$  yatırılan tutarı

$X_t$  ise  $t$  zamanındaki getiriye ( $t = m+1$ ) göstermektedir.

## BÖLÜM 6.MATERYAL VE YÖNTEM

### 6.1 Malatya'daki Güneş Enerji Santrali (GES)

Bu çalışma' da; Malatya' da bir kamu binasında kullanılmak üzere, elektrik enerjisi ihtiyacının bir kısmının karşılanması için kurulu olan 5 MW gücündeki Güneş Enerjisi Santralinin incelenmesini kapsamaktadır. İncelenilen güneş elektrik santrali, İnönü üniversitesi yerleşkesi güneye düşen kısmında 120 dönüm arazi üzerine kurulmuştur. Toplam kurulu elektriksel gücü 5000 kilowattpik'tir. Her biri 250 Wattpik, toplam 21177 adet fotovoltaik panel bulunmaktadır. Panellerde üretilen DC (doğru akım) elektrik gücüne AC (alternatif akım) gücüne çeviren 181 adet inverter bulunmaktadır.

Bu inverterler 400 volt 50 Hz ve 27,6 kW nominal elektriksel güçte sisteme enerji vermektedir. Yaklaşık 120 adet fotovoltaik panel bir invertere giriş yapmaktadır. Yaklaşık 15 adet inverter, bir adet saha toplama panosuna giriş yapmaktadır. 3 adet saha toplama panosu bir adet ana toplama panosuna giriş yapıp, burada 1600 kVA kuru tip trafo ile 400 volt elektrik, 34500 volt' ta yükseltilerek idari bina altındaki yüksek gerilim hücrelerine giriş yapmaktadır. Sahada 4 adet 1600 kVA gücünde kuru tip trafo kullanılmaktadır. Ayrıca saha iç ihtiyacı içinde 150 kVA bir adet trafo bulunmaktadır. İdari bina altında yüksek gerilim hücrelerinde toplanan enerji, toplam 2200 metre' den oluşan enerji nakil hattı ile Turgut Özal Tıp Merkezi enerji dağıtım merkezine iletilmektedir.

Güneş enerjisi santrali, Scada programı ile izlenmekte ve müdahale edilebilmektedir. Santralin etrafı tel örgü ile çevrili olup, her türlü teknik emniyet ve iş-işçi güvenliği tedbirleri alınmıştır. Santral, 24 saat güvenlik kameraları ile izlenmektedir. Santralde, yangın algılama ve söndürme sistemi bulunmaktadır. Santralde 8 adet paratoner (yıldırım savar) olup, her türlü ekipman topraklanmıştır. Güneş elektrik santralinden, yıllık ortalama 8.500.000 kWh elektrik enerjisi alınması beklenmektedir. Santralde, dinamik bir cihaz olmadığından bakım masrafı çok azdır. Santralin yılda yaklaşık 4000 ton karbon salınımını önleyeceği düşünülmektedir. Ayrıca santralin kurulumunda doğal arazi yapısı korunmuş, dere yatakları bozulmamıştır. Şekil 6.2 de Malatya' da bulunan Güneş Enerjisi Santrali ile elektrik üretimi sistemi gösterilmiştir.



Şekil 6.2 Malatya’da Bulunan Güneş Enerjisi Santrali

Sistemde Kullanılan Fotovoltaik Modüllerin tipi ve teknik özellikleri Şekil 6.3 de gösterilmiştir.



Şekil 6.3 Sistemde Kullanılan Fotovoltaik Modül Tipi ve Özellikleri

Sistemde Kullanılan İnverter tipi Şekil 6.4 de gösterilmiştir.



Şekil 6.4 Sistemde Kullanılan İnverter

Bu fotovoltaik sistemin ekonomikliğine etki eden durumları inceleyebilmek adına Malatya İnönü Üniversitesinde kurulu bulunan Güneş enerji santralindeki ölçüm değerleri incelenmiştir. İnönü Üniversitesi GES'den Güneş'ten elde edilen enerjiyi hesaplayan Scada adlı program ile tüm değerler elde edilmiştir. Hesaplama yapılan sistem Malatya' da bulunmaktadır, güneş pilleri güney yönüne yerleştirilmiş ve Malatya'nın 38° olan eğim açısının enlem derecesindedir. Güneş paneli sayısı, panel verimi, panellerin yerleşimine göre fotovoltaik sistemden elde edilen enerji hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan güneş panellerinin tipi ve teknik özellikleri Tablo 6.1' de verilmiştir.

Tablo 6.1 Sistemde Kullanılan Güneş Pillerinin Özellikleri

<b>Tipi</b>	Polikristal
<b>Verim (%)</b>	%14,5
<b>Alan (m<sup>2</sup>)</b>	120 dönüm
<b>Güç (W)</b>	250
<b>Adet</b>	21,177
<b>Fiyat (TL)</b>	7.389.497.09

### 6.1.1 Güneş Enerjisi Santrali (GES) Gelirleri

Kurulu sistem üzerine çalışmalar yaptığımızdan Güneş Enerjisi santraline ait verilerimiz elimizde olup, güneş enerjisi santralinin üretim değerleri anlık olarak yazılımlar tarafından izlenmekte ve üretilen enerji sürekli kayıt altına alınmaktadır.

Güneş Enerjisi Santralinde günlük üretilen elektrik enerjileri kayıt altına alınmaktadır.Tablo 6.2’de GES’e ait günlük üretilen elektrik enerjilerin kayıtları görülmektedir.

Tablo 6.2 GES ‘te Günlük Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarlarının Ekim ve Kasım Aylarına Ait Verileri (kwh)

1.10.2015	25.309,00	1.11.2015	27.224,00
2.10.2015	1.557,00	2.11.2015	26.945,00
3.10.2015	14.979,00	3.11.2015	21.809,00
4.10.2015	29.817,00	4.11.2015	25.728,00
5.10.2015	29.736,00	5.11.2015	17.850,00
6.10.2015	15.023,00	6.11.2015	23.513,00
7.10.2015	8.764,00	7.11.2015	24.673,00
8.10.2015	16.875,00	8.11.2015	2.546,00
9.10.2015	23.573,00	9.11.2015	21.012,00
10.10.2015	29.907,00	10.11.2015	18.672,00
11.10.2015	28.614,00	11.11.2015	16.669,00
12.10.2015	22.905,00	12.11.2015	16.667,00
13.10.2015	20.654,00	13.11.2015	23.985,00
14.10.2015	24.389,00	14.11.2015	24.948,00
15.10.2015	16.820,00	15.11.2015	22.653,00
16.10.2015	23.519,00	16.11.2015	16.608,00
17.10.2015	28.628,00	17.11.2015	12.003,00
18.10.2015	26.263,00	18.11.2015	22.185,00
19.10.2015	25.568,00	19.11.2015	19.018,00
20.10.2015	24.472,00	20.11.2015	22.386,00
21.10.2015	19.945,00	21.11.2015	22.014,00
22.10.2015	15.390,00	22.11.2015	21.966,00
23.10.2015	8.129,00	23.11.2015	22.060,00
24.10.2015	10.364,00	24.11.2015	19.544,00
25.10.2015	7.245,00	25.11.2015	9.644,00
26.10.2015	4.480,00	26.11.2015	792,00
27.10.2015	5.862,00	27.11.2015	8.121,00
28.10.2015	15.800,00	28.11.2015	15.233,00
29.10.2015	4.377,00	29.11.2015	4.077,00
30.10.2015	23.511,00	30.11.2015	3.836,00
31.10.2015	21.288,00		
<b>EKİM AYI</b>	<b>588.841,00</b>	<b>KASIM AYI</b>	<b>534.381,00</b>

Güneş Enerjisi Santrali'nde üretilen tüm enerji depolanmadan doğrudan İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi tarafından kullanılmaktadır. Bundan dolayı Güneş Enerjisi Santralinin ne kadar rantabl olduğu Turgut Özal Tıp Merkezine sağladığı katkılara bakarak yani Hastaneye aylık tasarruf ettirdiği TL miktarı ve maliyetleri arasındaki farklara bakarak hesaplanacaktır. Hastanede tüketilen aylık elektrik giderleri hastane yönetimi tarafından aylık periyodlar halinde sürekli ölçülmekte ve mevcut elektrik fiyatları üzerinden hastaneye olan maliyeti ay ay hesaplanmaktadır. Tablo 6.3 de hastanenin eylül 2015 ayna ait aylık elektrik giderleri mevcuttur.

Tablo 6.3 Eylül Ayna Ait Hastanenin Elektrik Tüketimi

Eyl.15									
Fatura Dönemi	2015-9	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (YTL)
Fatura Tarihi	15.10.2015	GÜNDÜZ	430,29	378,91		20700	1063483,00	0,185907	
İlk Okuma Tarihi	31.8.2015	PUANT	270,49	235,43		20700	725846,00	0,185907	
Son Okuma Trh.	30.9.2015	GECE	384,41	335,52		20700	1011982,00	0,185907	
Günlük Ort. Tük.	93377,03	ENDÜKTİF	102,58	91,33		20700	232895,00		
		KAPASİTİF	39,75	34,80		20700	111241,00		
									TOPLAM-1 520.783,14 TL
									P.S.H.BEDELİ 0,006916 19.373,86 TL
									İletim Bedeli 0,008992 25.189,39 TL
									Kayıp bedeli 0,026035 72.932,13 TL
									OKUMA BEDELİ 5,92 5,92 TL
									TOPLAM-2
									Enerji Fonu 5.401,57 TL
									GECİKME BEDELİ
									TRT Payı 10.803,14 TL
									KDV 117.808,05 TL
									GENEL TOPLAM 772.297,20 TL

Elimizde Aralık 2014–Aralık 2015 aylarına ait tüm elektrik giderleri ve Güneş Enerjisi Santralinde üretilen elektrik enerjisi miktarları bulunmaktadır.

GES'te üretilen elektrik enerjisi hastanenin aylık tükettiği elektrik enerjisinin tamamını karşılamamaktadır, ancak kurumun elektrik ihtiyacının %29' unu üreteceği öngörülmektedir. [29]

Güneş enerjisi santralinde üretilen elektrik enerjisi depolanmayıp doğrudan hastaneye elektrik enerjisi olarak gönderildiğinden, Hastanenin tükettiği toplam elektrik enerjisi ile GES'te üretilen elektrik enerjisi arasındaki farkın mevcut elektrik alım bedeli ile çarpımı bize Güneş Enerjisi Santralinin Hastaneye olan TL katkısını vermektedir.

Tablo 6.4' de GES te üretilen enerji miktarının TEDAŞ' tan satın alma fiyatı ile çarpılarak bulunan aylık elektrik bazında hastaneye olan katkısı gösterilmektedir.

Tablo 6.4 GES'in Hastaneye Olan Katkısı

TARİH	TEDAŞ'tan gelen Hastane elektrik tüketimi-kwh	GES'te üretilen elektrik -kwh	Hastanenin Toplam tükettiği elektrik -kwh	TEDAŞ'tan gelen elektrik faturası-TL	GES'in TL olarak katkısı
Ara.14	2.246.427,00	187.216,00	2.433.643,00	643.655,50 TL	54.292,64 TL
Oca.15	2.441.274,00	47.400,00	2.488.674,00	700.897,00 TL	13.746,00 TL
Şub.15	1.775.978,00	447.593,00	2.223.571,00	509.436,00 TL	129.801,97 TL
Mar.15	1.856.624,00	598.295,00	2.454.919,00	472.839,50 TL	173.505,55 TL
Nis.15	1.919.635,00	750.460,00	2.670.095,00	488.605,10 TL	217.633,40 TL
May.15	2.142.057,00	881.277,00	3.023.334,00	545.199,80 TL	255.570,33 TL
Haz.15	2.430.801,00	973.319,00	3.404.120,00	618.650,50 TL	282.262,51 TL
Tem.15	2.777.568,00	1.044.122,00	3.821.690,00	749.693,37 TL	302.795,38 TL
Ağu.15	3.071.942,00	944.491,00	4.016.433,00	829.022,38 TL	273.902,39 TL
Eyl.15	2.801.394,00	841.131,50	3.642.525,00	784.390,00 TL	243.928,13 TL
Eki.15		588.841,00	3.051.044,00		170.763,89 ₺
Kas.15		534.381,00	2.684.448,60		154.970,49 TL
Ara.15		548.834,00	2.868.352,00		159.161,86 TL
TOPLAM	23.463.700,00	8.387.360,50	38.782.848,60	6.342.389,00 TL	2.273.172,68 TL
Geçen yıl aynı	30.117.991,00	8.387.360,50	38.782.848,60	8.235.975,00 TL	

## 6.1.2 Güneş Enerjisi Santrali (GES) Giderleri

Kurulu olan Güneş Enerjisi Santrali'nde bulunan kontrol binasının elektrik, su masrafları ve gündüz bir kişi ve gece bir kişi olarak çalışmakta olan kişilerin maaşları dışında başka bir giderinin olmadığı bilgisi hastane yönetiminden alınmıştır. Bu elektrik, su ve 2 kişinin maaş giderleride aylık olarak hesaplanmış ve gider olarak gözönünde bulundurulmuştur. Tablo 6.5 aylık olarak elektrik ve su tüketimine ve 2 kişinin maaşlarına bağlı olarak gider hesabını göstermektedir. Giderler hesaplanırken hesap 2015 senesine ait konut elektrik ve su harcamaları dikkate alınarak TEDAŞ ve MASKİ 2015 güncel birim fiyatları kullanılmıştır. Maaş hesaplanırken yine aynı şekilde 2015 senesine ait asgari ücret değerleri kullanılmıştır.

Tablo 6.5 GES'in Aylık Gider Tablosu

	GES GİDER			
	2 Personel(asgari ücret)	elektrik giderleri	su giderleri	TOPLAM
Oca.15	2823,52	227,59	69	296,59
Şub.15	2823,52	227,59	71,3	298,89
Mar.15	2823,52	227,59	66,7	294,29
Nis.15	2823,52	227,59	69	296,59
May.15	2823,52	227,59	75,9	303,49
Haz.15	2823,52	227,59	78,2	305,79
Tem.15	2992,68	227,59	87,4	314,99
Ağu.15	2992,68	227,59	80,5	308,09
Eyl.15	2992,68	227,59	73,6	301,19
Eki.15	2992,68	227,59	64,4	291,99
Kas.15	2992,68	227,59	62,1	289,69
Ara.15	2992,68	227,59	57,5	285,09

Kurulu sistemden elde edilecek olan gelir ve giderler görünürde bunlar olmakla birlikte bir yatırımın ekonomik analizi yapılırken gözönünde bulundurulması gerekli olan daha başka gelir ve giderlerin olduğunda gözlemlenmiştir. Gelir olarak yazılacak hurda değeri, gider olarak yazılacak faiz giderleri, sigorta giderleri, bakım onarım giderleride yatırımın rantabl olup olmadığına karar verirken hesaplamalara katılacak olan değerlerdir. Bu gelir ve maliyetlerden ekonomik analiz kısmında ayrıntılı şekilde bahsedilmektedir.

## 6.2 Sistemin Ekonomik Analizi

Güneş enerjisi projeleri genellikle ömürleri 25 ile 30 yıl arasında değişen yatırımlardır. Bu süre boyunca yatırımın nakit giriş ve çıkışları aktiftir. Bu sebeple yatırımın ekonomik analizinde projenin bütün ömrü boyunca maliyet ve yararları düşünülmeli hesaplamalar bunlara göre yapılmalıdır.

Kurulan fotovoltaik sistem ile elde edilecek enerji ve hastane tüketimleri hesaplandıktan sonra bu sistem ile bir yılda sağladığı kazanç ve 25 yıllık sistem ömrü sonundaki NBD (nakit girişlerin bugünkü değeri) hesaplanmıştır. Ayrıca kredi çekilerek kurulan Güneş enerjisi santrali'nin yıllık faiz giderleri, sigorta giderleri hesaplanmış ve umulmadık giderler de tahmin edilerek maliyet kısmına eklenmiş ve Tablo 6.6 de yapılan hesaplamalar gösterilmiştir.

Kurulan tesisin yıllık minimum %0,8 oranında verim kaybı olacağı kabul edilmiştir [30].

Hesaplamalarda hastane yönetiminden alınan elektrik fiyatları kullanılmış ve yıllık 10% artış olacağı ön görülerek yıllara göre hesaplamalar yapılmıştır. Sigorta bedellerindeki yıllık 10% düşüş ile birlikte paranın değerinde oluşacak %10 artış birbirini sıfırlayacağı düşünülerek yıllık sigorta bedelleri sabit kalmıştır.

Personele ödenen asgari ücret hesabı yapılırken geçmiş yıllar içerisindeki asgari ücretler arasındaki yüzdeler artışlar göz önünde bulundurulmuş ve asgari ücretteki artışın çok elzem bir olay olmaması durumunda %5 artış göstereceği düşünülerek tüm yıllara ait ücretler hesaplanmıştır. Ayrıca asgari ücret hesaplamalarında SGK primi geçmiş yılların ortalaması alınarak %15,5 olarak hesaplamalarda kullanılmıştır. İşsizlik sigorta fonunda %2 olarak hesaplamalara katılmıştır. Kurulan sistemin bakım onarım bedeli ilk 3 yıl ihaleyi kazanan şirket tarafından karşılanacağından hastane 3 yıl bakım onarım bedeli ödemeyecektir.

Yatırım yapılırken %80 kredi kullanıldığı kaynaklar tarafından belirtilmiştir. 13,000,000 kredinin %0,8 faiz ile çekildiği 7 yıllık kredi maliyetinin toplamda 19,188,520 TL olduğu yetkili kurumlarca belirtilmiştir [29]. 7 yıl vadeli alınan 13000000 TL'lik kredinin 7 yıl sonundaki tutarı 19,188,520 TL' dir. 3,000,000 teşvik kullanılan projede ilk yatırım maliyetinin 15,998,500 TL olduğu belirtilmiştir. Kullanılan kredinin böylece yıllık ödeme tutarı 2,285,500 olarak hesaplanmıştır. Tüketimle üretimin aynı yerde olduğundan Tüketici Sistem Kullanım Bedeli ve Paylar hesaplamaya dâhil edilmemiştir. %18 KDV ödenmemiştir.

Yatırımın Net Bugünkü Değeri hesaplanırken kullanılacak olan faiz oranı 4% olarak yıllık bono faizi oranı (%7) ve Türkiye TEFE artış oranı (enerji) (%2,8) [32] baz alınarak hesaplanmıştır.

İndirgeme oranı  $(i) = [(1+k)/(1+n)] - 1$  formülasyonu ile hesaplanmış ve %4 bulunmuştur.

burada;

k Yıllık bono faizini

n Türkiye TEFE artış oranı (enerji)ni göstermektedir.

İndirgeme oranı =  $[(1 + 0,07) / (1 + 0,028)] - 1 = 0,040 = \%4$

Tablo 6.6 Güneş Enerjisi Santralının Gelir-Gider Hesabı

	1. yıl(2016)	2. yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl	
Gelir Tablosu						
1 elektrik üretimi düşüş oranı	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	
2 net yıllık elektrik üretimi (kwh)	8.200.144,50	8134543,344	8069466,997	8004911,261	7940871,971	
3 üretilen elektriğin hastaneye katkısı TL	2.378.041,91 ₺	2.406.197,92 ₺	2.434.687,30 ₺	2.463.514,00 ₺	2.492.682,01 ₺	
2016 elektrik alım fiyatı (hastane)	0,29 ₺	0,2958 ₺	0,301716 ₺	0,30775032 ₺	0,31390533 ₺	
hurda değerinin NBD'si	1.300.485 ₺					
gelir toplam	3.678.527 ₺	2.406.198 ₺	2.434.687 ₺	2.463.514 ₺	2.492.682 ₺	
Giderler						
1 sistem giderleri	3.057,33 ₺	3.210,19 ₺	3.370,70 ₺	3.539,24 ₺	3.716,20 ₺	
2 faiz giderleri	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	
giderler toplam	2.288.557,33 ₺	2.288.710,19 ₺	2.288.870,70 ₺	2.289.039,24 ₺	2.289.216,20 ₺	
gelir - gider farkı	1.389.969,83 ₺	117.487,73 ₺	145.816,60 ₺	174.474,76 ₺	203.465,81 ₺	
6.yıl	7.yıl	8.yıl	9.yıl	10.yıl	11.yıl (2026)	12
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7877344,995	7814326,235	7751811,626	7689797,133	7628278,755	7567252,525	7506714,505
2.522.195,36 ₺	2.552.058,16 ₺	2.582.274,52 ₺	2.612.848,66 ₺	2.643.784,78 ₺	2.675.087,19 ₺	2.706.760,23 ₺
0,32018343 ₺	0,32658710 ₺	0,33311884 ₺	0,33978122 ₺	0,34657684 ₺	0,35350838 ₺	0,36057855 ₺
2.522.195 ₺	2.552.058 ₺	2.582.275 ₺	2.612.849 ₺	2.643.785 ₺	2.675.087 ₺	2.706.760 ₺
3.902,01 ₺	4.097,11 ₺	4.301,97 ₺	4.517,06 ₺	4.742,92 ₺	4.980,06 ₺	5.229,07 ₺
2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺					
2.289.402,01 ₺	2.289.597,11 ₺	4.301,97 ₺	4.517,06 ₺	4.742,92 ₺	4.980,06 ₺	5.229,07 ₺
232.793,35 ₺	262.461,05 ₺	2.577.972,56 ₺	2.608.331,59 ₺	2.639.041,87 ₺	2.670.107,13 ₺	2.701.531,16 ₺
13	14	15	16	17	18	19
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7446660,789	7387087,503	7327990,803	7269366,876	7211211,941	7153522,246	7096294,068
2.738.808,27 ₺	2.771.235,76 ₺	2.804.047,19 ₺	2.837.247,11 ₺	2.870.840,11 ₺	2.904.830,86 ₺	2.939.224,06 ₺
0,36779012 ₺	0,37514592 ₺	0,38264884 ₺	0,39030182 ₺	0,39810785 ₺	0,40607001 ₺	0,41419141 ₺
2.738.808 ₺	2.771.236 ₺	2.804.047 ₺	2.837.247 ₺	2.870.840 ₺	2.904.831 ₺	2.939.224 ₺
5.490,52 ₺	5.765,05 ₺	6.053,30 ₺	6.355,96 ₺	6.673,76 ₺	7.007,45 ₺	7.357,82 ₺
5.490,52 ₺	5.765,05 ₺	6.053,30 ₺	6.355,96 ₺	6.673,76 ₺	7.007,45 ₺	7.357,82 ₺
2.733.317,75 ₺	2.765.470,71 ₺	2.797.993,89 ₺	2.830.891,15 ₺	2.864.166,35 ₺	2.897.823,41 ₺	2.931.866,24 ₺
20	21	22	23	24	25	
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7039523,715	6983207,526	6927341,865	6871923,131	6816947,745	6762412,164	
2.974.024,47 ₺	3.009.236,92 ₺	3.044.866,29 ₺	3.080.917,50 ₺	3.117.395,57 ₺	3.154.305,53 ₺	
0,42247524 ₺	0,43092474 ₺	0,43954324 ₺	0,44833410 ₺	0,45730079 ₺	0,46644680 ₺	
2.974.024 ₺	3.009.237 ₺	3.044.866 ₺	3.080.918 ₺	3.117.396 ₺	3.154.306 ₺	
7.725,71 ₺	8.112,00 ₺	8.517,60 ₺	8.943,48 ₺	9.390,65 ₺	9.860,19 ₺	
7.725,71 ₺	8.112,00 ₺	8.517,60 ₺	8.943,48 ₺	9.390,65 ₺	9.860,19 ₺	
2.966.298,76 ₺	3.001.124,92 ₺	3.036.348,69 ₺	3.071.974,02 ₺	3.108.004,91 ₺	3.144.445,34 ₺	

Sigorta bedellerine karar verilirken Güneş Enerjisi Santrallerine sigorta hizmetleri sağlayan bir sigorta şirketi ile görüşülmüş ve verilen teklife göre hesaplamalar yapılmıştır. Şekil 6.5 Sigorta Bedellerini göstermektedir.

İŞYERİ PAKET SİGORTA TEKLİFİ		
ACENTE ÜNVANI	: MAGÜNSA MALATYA SİGORTA ARA.HİZM.	
SİGORTALI ÜNVANI / ADI - SOYADI	: İNÖNÜ ÜNİ.	
RİZİKO ADRESİ	: MALATYA BATTALGAZİ	
VERGİ NO	: *****	
TEKLİF TARİHİ	: 29.4.2016	
PARA BİRİMİ	: TL	FAALİYET TÜRÜ : SOLAR ENERJİ SANTRALİ
YAPI TARZI	: ÇELİK BETONARME	ENFLASYON ORANI : %0
DEPREM MUAFİYET ORANI	: %2	DEPREM KOASÜRANS ORANI : %20

SİGORTA BEDELLERİ			
BİNA :	0,00	SABİT MAKİNE KIRILMASI	20.000.000,00
DEKORASYON :	0,00	HAR. MAKİNE KIRILMASI	0,00
MAKİNE :	20.000.000,00	SABİR ELEK. CİHAZ	0,00
DEMİRBAŞ :	0,00	MOBİL ELEK. CİHAZ	0,00
EMTEA :	0,00		OLAY BAŞI YILLIK
KASA :	0,00	İŞVEREN MALİ MESULİYET	0,00 0,00
YANGINA BAĞLI KAR KAYBI :	8.000.000,00	3. ŞAHİS MALİ MESULİYET	0,00 0,00
CAM KIRILMASI :	0,00	EMNİYETİ SUİSTİMAL	0,00 0,00
		TAŞINAN PARA	0,00 0,00

SİGORTA TEMİNATLARI	SİGORTA BEDELİ
MAKİNE (YANGIN,YILDIRIM İNFİLAK )	20.000.000,00 TL
DEPREM VE YANARDAĞ PÜSKÜRMEŞİ	20.000.000,00 TL
G.L.K.H.H.K.N.H.TERÖR	20.000.000,00 TL
HIRSIZLIK	20.000.000,00 TL
SEL VEYA SU BASKINI	20.000.000,00 TL
YER KAYMASI	20.000.000,00 TL
DAHİLİ SU	20.000.000,00 TL
FIRTINA	20.000.000,00 TL
DİĞER EK TEMİNATLAR	20.000.000,00 TL
ENKAZ KALDIRMA	800.000,00 TL
YANGIN MALİ MESULİYET	3.000.000,00 TL
DGS YARDIM	1,00 TL
YANGINA BAĞLI KAR KAYBI	8.000.000,00 TL
MK YA BAĞLI KAR KAYBI	8.000.000,00 TL
SABİT MAKİNE KIRILMASI	20.000.000,00 TL

TOPLAM NET PRİM :	133.455,00 TL
YANGIN SİGORTA VERGİSİ :	300,00 TL
GİDER VERGİSİ :	6.672,75 TL
BRÜTPRİM :	140.427,75 TL

Şekil 6.5 Sigorta Bedelleri

Sistemin NBD' ini hesaplamakta kullanılan ilk değerler Tablo 6.7' te verilmiştir.

Tablo 6.7 NBD Hesaplanırken Kullanılan Parametrelerin İlk Değerleri

FAİZ ORANI	0,8 %
ELEKTRİK FİYATI(TL/kWh)	0,29
SİSTEM ÖMRÜ(YIL)	25
ELEKTRİK FİYATLARINDAKİ ARTIŞ	10%
1. YILIN SONUNDAKİ GELİR	3.678.527
1. YILIN SONUNDAKİ MALİYET	1.389.969,83

NBD hesaplanırken yıl sonundaki net gelir ( $C_g$ ) ve yıl sonundaki net maliyet ( $C_m$ ) hesaba katılmıştır (6.1).

$$NBD = C_g - C_m \quad (6.1)$$

Sistemin ilk yatırım maliyeti ( $C_i$ ) 15,998,500 TL olarak belirtilmiştir.

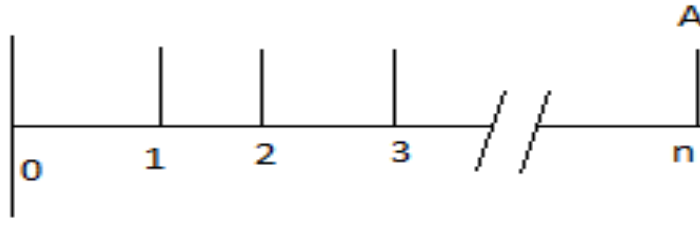
Bu sistemin getirisi, güneş panellerinden sağlanan elektriğin kullanılması ile elektrik faturasında sağlanan tasarruftur. Bunun için normal de bu hastanenin tüketeceği elektrik miktarından, fotovoltaik sistemin ürettiği elektrik miktarının farkı bulunmuştur. Elektrik faturasındaki bu düşüş ile gelir elde edilmektedir. Elde edilen bu gelir her yıl için bulunup, denklem (6.2) ile  $P_e$  hesaplanmıştır.

$$P_e = \sum_{k=1}^{k=25} \left( \frac{1+i_e}{1+i} \right)^k P_{ek} \quad (6.2)$$

Bu eşitlikteki  $i_e$  elektrik fiyatlarındaki yıllık artışı,  $P_{ek}$  ise k. yıldaki elektrik faturasından elde edilen kazancı göstermektedir.

### 6.2.1 Sistemin Net Bugünkü Değer Hesabı

Net bugünkü değer hesabı, mühendislik proje ve yatırımlarının ekonomik analiz sürecinde çok tercih edilen bir metottur. Bu metotla, gelecek yıllar içinde meydana gelecek olan tüm para akışları şimdiki değere getirilir ve ilk yatırım maliyeti ile karşılaştırılarak kaç senede kendisini amorti edeceği hesaplanır. [28]



Şekil 6.6 Para akış diyagramı

Güneş enerjisi projeleri genellikle ömürleri 25 ile 30 yıl arasında değişen yatırımlar olmakla birlikte bütün bu yıllar boyunca nakit giriş ve çıkışları mevcuttur. Bu nedenle projenin ekonomik analizinde projenin bütün ömrü süresince maliyet ve yararları düşünülmelidir.

C yatırımının gelecekteki değeri aşağıda gösterilmiştir.

$$A_1 = C(1+i), A_2 = C(1+i)^2, A_3 = C(1+i)^3, \dots, A_n = C(1+i)^n \quad (6.3)$$

Burada  $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$  sırasıyla birinci, ikinci, üçüncü... n'inci yıllardaki değerleri sembolize etmektedir.  $i$  faiz (iskonto) oranıdır. Yani  $A$  değerinin  $n$  yıl sonrasının şimdiki değeri (6.4)' deki formülasyon ile hesaplanmaktadır.

$$PV(A) = \frac{A_n}{(1+i)^n} \quad (6.4)$$

Şekil 6.6'daki gibi  $n$  sene için yıllık para akış diyagramı düşünüldüğünde, bütün ödemelerin toplamının şimdiki değeri en yalın hali ile (6.5)'de görülen denklemdeki gibi tanımlanabilir.

$$PV(A)_{1-n} = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (6.5)$$

Yatırımın 25 yıl sonundaki hurda değeri ilk yatırımın %10 u olarak hesaplanmıştır ve 26. yıl içerisindeki tutar 15,998,50 TL dir. Hurda değerinin ilk yatırım yılına indirgenmeside NBD hesabı ile (6.6)' daki formül ile yapılmıştır.

$$NBD = \frac{\text{Hurda Değeri}}{1+r^n} \quad (6.6)$$

burada;

NBD Hurda Değerinin Net Bugünkü Değerini

r faiz oranını

n ise yatırımın ömrünü göstermektedir.

İndirgeme oranının hesaplanması önemlidir. İndirgeme oranı, NBD'in düzeyini belirlemektedir. İndirgeme oranı, projeye bağlanan kaynakların zaman içindeki gerçek değerini gösteren orandır. İndirgeme Oranı  $i$  (6.7) ile hesaplanmaktadır.

$$\text{İndirgeme oranı } (i) = \frac{1+k}{1+\pi} - 1 \quad (6.7)$$

burada;

$i$  = indirgeme oranı,

$k$  = nominal indirgeme oranı (cari faiz oranları),

$\pi$  = beklenen enflasyon oranını gösterir.

### 6.3 Güneş Enerjisinden Elde Edilen Faydanın Yorumu

Güneş enerjisi santrallerinden elde edilen elektriğin gerçek faydası, çeşitli dallarda değerlendirilmesi yapılarak belirlenir.

Güneş enerjisi santrali özel bir kuruluş tarafından kurulup işletiliyorsa santralin kuruluşa sağladığı katkı elektriğin şebekeye satışından elde edilen gelirdir. Böyle bir getiride elektriğin birim satış fiyatı şirketin kazancını belirler.

Ancak santral devlet tarafından kurulup işletilirse elde edilen katkı yalnızca üretilen elektriğin birim fiyatı ile elde edilen kazanç değil aynı zamanda güneş enerjisinin temiz bir yatırım olması, yenilenebilir bir enerji kaynağı olması ve enerji kaynaklarına çeşitlilik katacak olması da güneş enerjisinin kazancına ilave edilmelidir. Güneş enerjisinin sağlayacağı teknolojik gelişmeler de göz önünde bulundurulmalıdır.

## BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE İRDELEME

Güneş enerjisi santrallerinin ekonomik ömürlerini yaklaşık 25-30 yıl olarak belirtmiştik. Yaptığımız çalışmanın ekonomik ömrünü 25 yıl kabul edip tüm ekonomik analizler 25 yıl boyunca yapılmıştır. 25 yılın sonunda projenin ilk yatırım tutarının 10% 'u olarak belirlenen hurda değeri [30] de NBD yöntemi ile ilk yatırım yılına indirgenmiş ve hesaplanmalara dahil edilmiştir. Yapılan tüm ekonomik analiz sonuçları araştırmalardan elde ettiğimiz %4 iskonto oranı ile birlikte NBD analiz çalışması yapılarak ilk yatırım senesine indirgenmiştir. Yatırımın ilk maliyeti 15,998,500 TL'dir. Ekonomik analiz sonucunda 25 yılın sonunda Toplam Net Bugünkü Değer miktarı 29,381,935.30 TL hesaplanmıştır. 25 yıllık gelir-gider hesabının NBD'den yatırımın ilk maliyeti çıkarıldığında 13,383,435.30 TL'lik bir kâr hesaplanmıştır. Sonuç olarak yapılan yatırım 14.5 yıl içerisinde kendini amorti etmekte daha sonraki senelerde de kâr ettirmektedir. Yapılan hesaplamalar tablo 7.2' de gösterilmiştir.

Tablo 7.1 Ekonomik Analizlerin NBD Değerleri

	1. yıl(2016)	2. yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl
Gelir Tablosu					
1 elektrik üretimi düşüş oranı	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
2 net yıllık elektrik üretimi (kwh)	8.200.144,50	8134543,344	8069466,997	8004911,261	7940871,971
3 üretilen elektriğin hastaneye katkısı TL	2.378.041,91 ₺	2.406.197,92 ₺	2.434.687,30 ₺	2.463.514,00 ₺	2.492.682,01 ₺
2016 elektrik alım fiyatı (hastane)	0,29 ₺	0,2958 ₺	0,301716 ₺	0,30775032 ₺	0,31390533 ₺
hurda değerinin NBD'si	1.300.485 ₺				
gelir toplam	3.678.527 ₺	2.406.198 ₺	2.434.687 ₺	2.463.514 ₺	2.492.682 ₺
Giderler					
1 sistem giderleri	3.057,33 ₺	3.210,19 ₺	3.370,70 ₺	3.539,24 ₺	3.716,20 ₺
2 faiz giderleri	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺
giderler toplam	2.288.557,33 ₺	2.288.710,19 ₺	2.288.870,70 ₺	2.289.039,24 ₺	2.289.216,20 ₺
gelir -gider farkı	1.389.969,83 ₺	117.487,73 ₺	145.816,60 ₺	174.474,76 ₺	203.465,81 ₺
NET BUGÜNKÜ DEĞER HESABI					
n (yıl)	1	2	3	4	5
Bugünkü değer hesabı	1.336.509,45 ₺	108.624,01 ₺	129.630,43 ₺	149.141,76 ₺	167.234,06 ₺
YILLAR BAZINDA KARIN TOPLAMI	1.336.509,45 ₺	1.445.133,46 ₺	1.574.763,89 ₺	1.723.905,65 ₺	1.891.139,71 ₺
TOPLAM YATIRIM MALİYETİ	15.998.500,00 ₺				
TOPLAM NET BUGÜNKÜ DEĞER	29.381.935,30 ₺				
TOPLAM NBD-İLK YATIRIM MALİYETİ	13.383.435,30 ₺				

6.yil	7.yil	8.yil	9.yil	10.yil	11.yil (2026)	12
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7877344,995	7814326,235	7751811,626	7689797,133	7628278,755	7567252,525	7506714,505
2.522.195,36 ₺	2.552.058,16 ₺	2.582.274,52 ₺	2.612.848,66 ₺	2.643.784,78 ₺	2.675.087,19 ₺	2.706.760,23 ₺
0,32018343 ₺	0,32658710 ₺	0,33311884 ₺	0,33978122 ₺	0,34657684 ₺	0,35350838 ₺	0,36057855 ₺
2.522.195 ₺	2.552.058 ₺	2.582.275 ₺	2.612.849 ₺	2.643.785 ₺	2.675.087 ₺	2.706.760 ₺
3.902,01 ₺	4.097,11 ₺	4.301,97 ₺	4.517,06 ₺	4.742,92 ₺	4.980,06 ₺	5.229,07 ₺
2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺					
2.289.402,01 ₺	2.289.597,11 ₺	4.301,97 ₺	4.517,06 ₺	4.742,92 ₺	4.980,06 ₺	5.229,07 ₺
232.793,35 ₺	262.461,05 ₺	2.577.972,56 ₺	2.608.331,59 ₺	2.639.041,87 ₺	2.670.107,13 ₺	2.701.531,16 ₺
YIL					YIL	
6	7	8	9	10	11	12
183.979,97 ₺	199.448,82 ₺	1.883.699,30 ₺	1.832.579,18 ₺	1.782.842,12 ₺	1.734.450,68 ₺	1.687.368,39 ₺
2.075.119,68 ₺	2.274.568,50 ₺	4.158.267,80 ₺	5.990.846,98 ₺	7.773.689,10 ₺	9.508.139,78 ₺	11.195.508,17 ₺

13	14	15	16	17	18	19
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7446660,789	7387087,503	7327990,803	7269366,876	7211211,941	7153522,246	7096294,068
2.738.808,27 ₺	2.771.235,76 ₺	2.804.047,19 ₺	2.837.247,11 ₺	2.870.840,11 ₺	2.904.830,86 ₺	2.939.224,06 ₺
0,36779012 ₺	0,37514592 ₺	0,38264884 ₺	0,39030182 ₺	0,39810785 ₺	0,40607001 ₺	0,41419141 ₺
2.738.808 ₺	2.771.236 ₺	2.804.047 ₺	2.837.247 ₺	2.870.840 ₺	2.904.831 ₺	2.939.224 ₺
5.490,52 ₺	5.765,05 ₺	6.053,30 ₺	6.355,96 ₺	6.673,76 ₺	7.007,45 ₺	7.357,82 ₺
5.490,52 ₺	5.765,05 ₺	6.053,30 ₺	6.355,96 ₺	6.673,76 ₺	7.007,45 ₺	7.357,82 ₺
2.733.317,75 ₺	2.765.470,71 ₺	2.797.993,89 ₺	2.830.891,15 ₺	2.864.166,35 ₺	2.897.823,41 ₺	2.931.866,24 ₺
			YIL			
13	14	15	16	17	18	19
1.641.559,81 ₺	1.596.990,43 ₺	1.553.626,69 ₺	1.511.435,93 ₺	1.470.386,38 ₺	1.430.447,13 ₺	1.391.588,10 ₺
12.837.067,98 ₺	14.434.058,41 ₺	15.987.685,09 ₺	17.499.121,02 ₺	18.969.507,40 ₺	20.399.954,52 ₺	21.791.542,62 ₺

20	21	22	23	24	25
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7039523,715	6983207,526	6927341,865	6871923,131	6816947,745	6762412,164
2.974.024,47 ₺	3.009.236,92 ₺	3.044.866,29 ₺	3.080.917,50 ₺	3.117.395,57 ₺	3.154.305,53 ₺
0,42247524 ₺	0,43092474 ₺	0,43954324 ₺	0,44833410 ₺	0,45730079 ₺	0,46644680 ₺
2.974.024 ₺	3.009.237 ₺	3.044.866 ₺	3.080.918 ₺	3.117.396 ₺	3.154.306 ₺
7.725,71 ₺	8.112,00 ₺	8.517,60 ₺	8.943,48 ₺	9.390,65 ₺	9.860,19 ₺
7.725,71 ₺	8.112,00 ₺	8.517,60 ₺	8.943,48 ₺	9.390,65 ₺	9.860,19 ₺
2.966.298,76 ₺	3.001.124,92 ₺	3.036.348,69 ₺	3.071.974,02 ₺	3.108.004,91 ₺	3.144.445,34 ₺
	YIL				
20	21	22	23	24	25
1.353.780,03 ₺	1.316.994,46 ₺	1.281.203,68 ₺	1.246.380,76 ₺	1.212.499,46 ₺	1.179.534,28 ₺
23.145.322,65 ₺	24.462.317,11 ₺	25.743.520,80 ₺	26.989.901,55 ₺	28.202.401,01 ₺	29.381.935,30 ₺

Ayrıca yatırımda sigortanın yapılmadığı belirtilmiştir. Ancak böyle yüksek yatırım maliyeti olan projelerde ekonomik açıdan sigorta yapılmış olması gerekmektedir. Bu tez çalışmasında yatırımın sigortası yapıldığını yıllık sigorta giderlerinin sigorta şirketleri ile yapılan görüşmeden sonra yıllık 140,427.75 TL’lik bir bedel olduğunu varsayarak yatırımın NBD’sini bir daha hesapladık ve yaptığımız hesaplamaların sonucunda projenin kendini yaklaşık 17 senede amorti ettiği belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar Tablo 7.2’ de gösterilmiştir.

Tablo 7.2 Ekonomik Analizlerin Sigorta Eklenmiş NBD Değerleri.

	1. yıl(2016)	2. yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl
<b>Gelir Tablosu</b>					
1 elektrik üretimi düşüş oranı	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
2 net yıllık elektrik üretimi (kwh)	8.200.144,50	8134543,344	8069466,997	8004911,261	7940871,971
3 üretilen elektriğin hastaneye katkısı TL	2.378.041,91 ₺	2.406.197,92 ₺	2.434.687,30 ₺	2.463.514,00 ₺	2.492.682,01 ₺
2016 elektrik alım fiyatı (hastane)	0,29 ₺	0,2958 ₺	0,301716 ₺	0,30775032 ₺	0,3139053264 ₺
hurda değerinin NBD’si	1.300.485 ₺				
gelir toplam	3.678.527 ₺	2.406.198 ₺	2.434.687 ₺	2.463.514 ₺	2.492.682 ₺
<b>Giderler</b>					
1 sistem giderleri	3.057,33 ₺	3.210,19 ₺	3.370,70 ₺	3.539,24 ₺	3.716,20 ₺
2 sigorta giderleri	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺
3 faiz giderleri	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺
giderler toplam	2.428.985,08 ₺	2.429.137,94 ₺	2.429.298,45 ₺	2.429.466,99 ₺	2.429.643,95 ₺
gelir -gider farkı	1.249.542,08 ₺	-22.940,02 ₺	5.388,85 ₺	34.047,01 ₺	63.038,06 ₺
<b>NET BUGÜNKÜ DEĞER HESABI</b>					
n (yıl)	1	2	3	4	5
Bugünkü değer hesabı	1.201.482,77 ₺	-20.807,28 ₺	4.655,09 ₺	28.010,56 ₺	49.391,97 ₺
<b>YILLAR BAZINDA KARIN TOPLAMI</b>	1.201.482,77 ₺	1.180.675,49 ₺	1.185.330,58 ₺	1.213.341,15 ₺	1.262.733,11 ₺
<b>TOPLAM YATIRIM MALİYETİ</b>	15.998.500,00 ₺				
<b>TOPLAM NET BUGÜNKÜ DEĞER</b>	23.592.191,51 ₺				
<b>TOPLAM NBD-İLK YATIRIM MALİYETİ</b>	7.593.691,51 ₺				

6.yıl	7.yıl	8.yıl	9.yıl	10.yıl	11,yıl (2026)	12
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7877344,995	7814326,235	7751811,626	7689797,133	7628278,755	7567252,525	7506714,505
2.522.195,36 ₺	2.552.058,16 ₺	2.582.274,52 ₺	2.612.848,66 ₺	2.643.784,78 ₺	2.675.087,19 ₺	2.706.760,23 ₺
0,3201834329 ₺	0,3265871016 ₺	0,3331188436 ₺	0,3397812205 ₺	0,3465768449 ₺	0,3535083818 ₺	0,3605785494 ₺
2.522.195 ₺	2.552.058 ₺	2.582.275 ₺	2.612.849 ₺	2.643.785 ₺	2.675.087 ₺	2.706.760 ₺
3.902,01 ₺	4.097,11 ₺	4.301,97 ₺	4.517,06 ₺	4.742,92 ₺	4.980,06 ₺	5.229,07 ₺
140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺
2.285.500,00 ₺	2.285.500,00 ₺					
2.429.829,76 ₺	2.430.024,86 ₺	144.729,72 ₺	144.944,81 ₺	145.170,67 ₺	145.407,81 ₺	145.656,82 ₺
92.365,60 ₺	122.033,30 ₺	2.437.544,81 ₺	2.467.903,84 ₺	2.498.614,12 ₺	2.529.679,38 ₺	2.561.103,41 ₺
<b>YIL</b>					<b>YIL</b>	
6	7	8	9	10	11	12
68.924,64 ₺	86.726,78 ₺	1.649.826,27 ₺	1.590.832,82 ₺	1.533.932,32 ₺	1.479.051,14 ₺	1.426.118,21 ₺
1.331.657,75 ₺	1.418.384,53 ₺	3.068.210,81 ₺	4.659.043,63 ₺	6.192.975,95 ₺	7.672.027,09 ₺	9.098.145,30 ₺

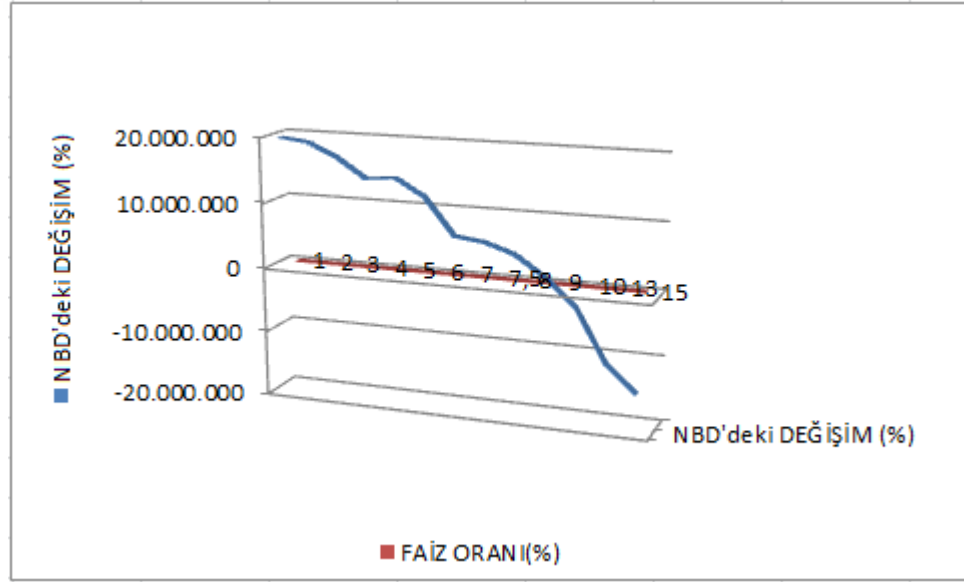
13	14	15	16	17	18	19
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7446660,789	7387087,503	7327990,803	7269366,876	7211211,941	7153522,246	7096294,068
2.738.808,27 ₺	2.771.235,76 ₺	2.804.047,19 ₺	2.837.247,11 ₺	2.870.840,11 ₺	2.904.830,86 ₺	2.939.224,06 ₺
0,3677901204 ₺	0,3751459228 ₺	0,3826488413 ₺	0,3903018181 ₺	0,3981078545 ₺	0,4060700116 ₺	0,4141914118 ₺
2.738.808 ₺	2.771.236 ₺	2.804.047 ₺	2.837.247 ₺	2.870.840 ₺	2.904.831 ₺	2.939.224 ₺
5.490,52 ₺	5.765,05 ₺	6.053,30 ₺	6.355,96 ₺	6.673,76 ₺	7.007,45 ₺	7.357,82 ₺
140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺
145.918,27 ₺	146.192,80 ₺	146.481,05 ₺	146.783,71 ₺	147.101,51 ₺	147.435,20 ₺	147.785,57 ₺
2.592.890,00 ₺	2.625.042,96 ₺	2.657.566,14 ₺	2.690.463,40 ₺	2.723.738,60 ₺	2.757.395,66 ₺	2.791.438,49 ₺
			YIL			
13	14	15	16	17	18	19
1.375.064,93 ₺	1.325.825,08 ₺	1.278.334,75 ₺	1.232.532,28 ₺	1.188.358,13 ₺	1.145.754,85 ₺	1.104.667,00 ₺
10.473.210,23 ₺	11.799.035,30 ₺	13.077.370,06 ₺	14.309.902,34 ₺	15.498.260,47 ₺	16.644.015,32 ₺	17.748.682,32 ₺

20	21	22	23	24	25
0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%
7039523,715	6983207,526	6927341,865	6871923,131	6816947,745	6762412,164
2.974.024,47 ₺	3.009.236,92 ₺	3.044.866,29 ₺	3.080.917,50 ₺	3.117.395,57 ₺	3.154.305,53 ₺
0,4224752400 ₺	0,4309247448 ₺	0,4395432397 ₺	0,4483341045 ₺	0,4573007866 ₺	0,4664468023 ₺
2.974.024 ₺	3.009.237 ₺	3.044.866 ₺	3.080.918 ₺	3.117.396 ₺	3.154.306 ₺
7.725,71 ₺	8.112,00 ₺	8.517,60 ₺	8.943,48 ₺	9.390,65 ₺	9.860,19 ₺
140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺	140.427,75 ₺
148.153,46 ₺	148.539,75 ₺	148.945,35 ₺	149.371,23 ₺	149.818,40 ₺	150.287,94 ₺
2.825.871,01 ₺	2.860.697,17 ₺	2.895.920,94 ₺	2.931.546,27 ₺	2.967.577,16 ₺	3.004.017,59 ₺
	YIL				
20	21	22	23	24	25
1.065.041,06 ₺	1.026.825,41 ₺	989.970,20 ₺	954.427,35 ₺	920.150,45 ₺	887.094,72 ₺
18.813.723,38 ₺	19.840.548,79 ₺	20.830.518,99 ₺	21.784.946,33 ₺	22.705.096,78 ₺	23.592.191,51 ₺

Ayrıca tüm bu çalışmalar yapılırken NBD üzerinde etkisi olan faiz oranı, elektrik fiyatları, panel verimi, panel fiyatı faktörleri de NBD ile ilişkileri ne türlü olduğu gösterilmek üzere incelenmiştir.

## 7.1 Faiz Oranının Yatırıma Etkisi

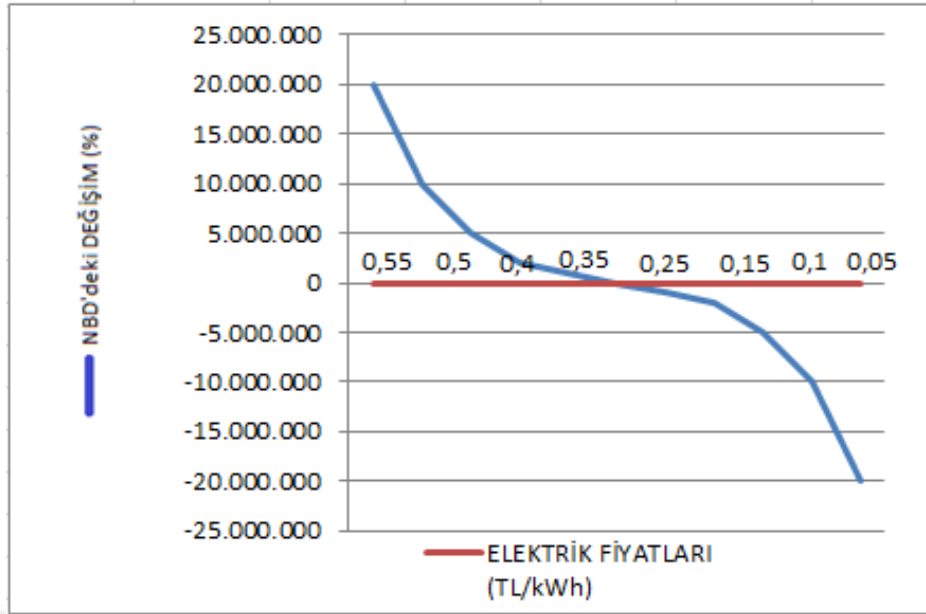
Yatırımı yapılacak olan Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ya da herhangi bir yenilenebilir enerji kaynağı projelerinde yatırımı etkileyen parametrelerden en önemlisi kesinlikle yatırımın yapılacak olduğu ülkedeki piyasa koşullarıdır. Faiz oranı bu ekonomik koşulların en başında bulunmaktadır. Faiz oranının yüksek olması bir yatırımın geri ödeme süresini uzatmaktadır. Şekil 7.1’ de faiz oranının fotovoltaiik sistemin NBD’i üzerindeki etkisi verilmiştir. Faiz oranın yarıya inmesi NBD’i yaklaşık 15 kat arttırmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki faiz oranları Türkiye’ye göre düşük seviyelerde (1% civarı) olduğundan bu ülkelerdeki bu tarz bir yatırımın getirisi ülkemize oranla 23 kat daha fazla olmaktadır. [3]



Şekil 7.1. Faiz oranının fotovoltaiik sistemin NBD’i üzerindeki etkisi

## 7.2 Elektrik Fiyatlarının Yatırıma Etkisi

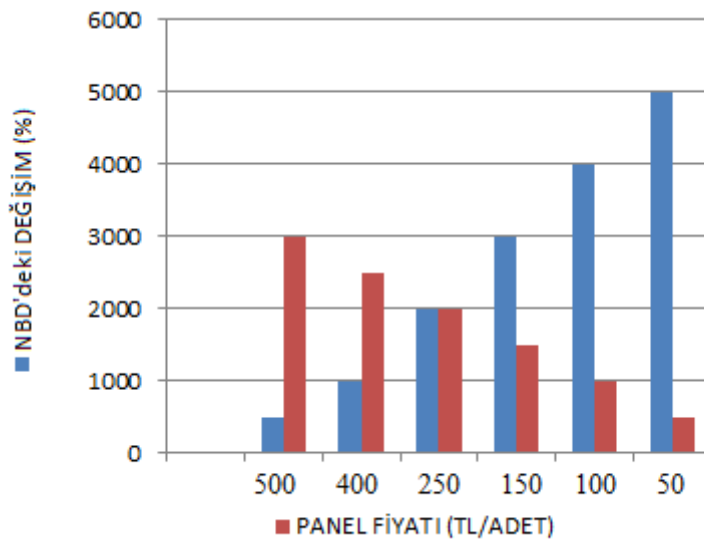
Elektrik fiyatlarındaki olumlu değişim, elde edilen kazancı arttıracığından NBD de artacaktır. Elektrik fiyatlarının ucuz olduğu ülkelerde bu tarz yatırım projelerinin işletilmesinin pek fazla bir getirisi olmayacaktır. Ancak elektrik fiyatlarının yüksek olduğu yerlerde bu tarz yatırımların cazibesini artmaktadır. Şekil 7.2’ de elektrik fiyatlarının NBD’ i ne yönde etkilediği verilmiştir. Elektrik fiyatları ile NBD arasında lineer bir ilişki olduğu görülmektedir. Elektrik fiyatlarının artması durumunda NBD’deki artış gözardı edilemeyecek kadar fazladır.[3]



Şekil 7.2. Elektrik Fiyatların NBD’de üzerindeki etkisi

### 7.3 Panel Fiyatlarının Yatırıma Etkisi

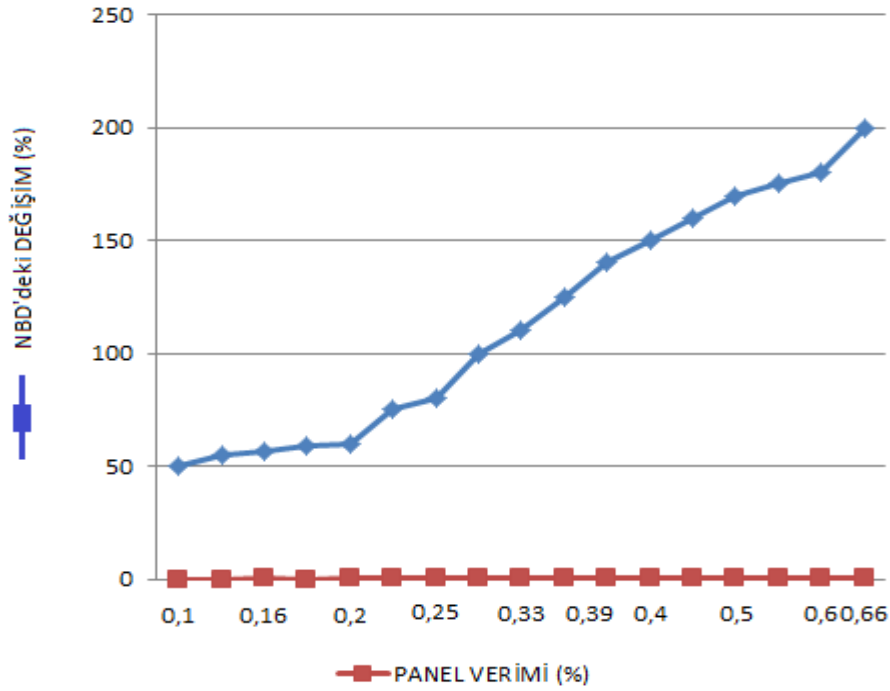
Güneş enerjisi santrallerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması güneş panelleri fiyatlarının yüksek olmasının sebep olduğu kaçınılmaz bir sonuçtur. Son zamanlarda üretim yöntemlerindeki ve teknoloji’deki ilerlemeler güneş panellerinin fiyatlarında azalmaya neden olmuştur. Panel fiyatlarının azalması sistemin ilk yatırım maliyetini düşürmekte ve sistemin getirisini olumlu yönde etkilemektedir. Ancak faiz oranı veya elektrik fiyatlarındaki değişim kadar etkili olduğu söylenemez. (Şekil 7.3). [3]



Şekil 7.3 . Panel Fiyatı ve NBD’ de arasındaki değişim

## 7.4 Panel Veriminin Yatırıma Etkisi

Güneş panelleri üzerinde yapılan çalışmalar ile birlikte panel verimlilikleri geçmiş dönemlere nazaran artmış durumdadır ve teknolojik gelişmeler ile birlikte verimlerinin daha da artacağı düşünülmektedir. Verimliliği artan paneller sayesinde aynı yüzey alanına sahip güneş panellerinden verimliliği az olan panellere göre daha fazla elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Bu durumun sisteme getirisinin ise çok fazla olmadığı görülmektedir (Şekil 7.4). Verimin artmasıyla NBD’deki değişim de azalmaktadır. Panel veriminin % 90’lara çıkması NBD’de ancak 2 kata yakın bir artış sağlamaktadır.[3]



Şekil 7.4 Panel verimliliğinin NBD’de üzerindeki etkisi

Sonuç olarak bu tezde yapılan hesaplamalara göre fotovoltaik sistemlerin çok büyük ölçekli olarak kurulumlarının ülkemiz günümüz ekonomik şartlarında henüz ekonomik olmadığı anlaşılmaktadır. Büyük kapasitelerde elektrik enerjisi yanında ısıtma ve soğutma enerjilerine de ihtiyaç duyulur. İncelenen örnekteki ölçekteki büyük binalar için kojenerasyon (bileşik ısı-güç) enerji üretimlerinin veya trijenerasyon sistemlerinin kurulmasının daha uygun olabileceği değerlendirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Gürsoy,H.,(2007) [www.bilgiustam.com/yenilenebilir-enerji-ve-kaynaklari-nelerdir/](http://www.bilgiustam.com/yenilenebilir-enerji-ve-kaynaklari-nelerdir/). (11 Mayıs 2007)
- [2] Anonim. (2016). [geturkiyeblog.com/yenilenebilir-enerji/](http://geturkiyeblog.com/yenilenebilir-enerji/).( on-line erişim 29 Apr 2016)
- [3] Mutlu, M ,Kılıç, M., (2015).Fotovoltaik Sistemlerin Ekonomik Analizi: Türkiye’deki Bir Müstakil Konut Örneği 3. Anadolu Enerji Sempozyumu ,Muğla ,.
- [4] Arruda lima,D. L.,Nofuentes, G., Aguilera, J., Fuentes, M., (2007) Tables for The Estimation of the Internal Rate of Return of Photovoltaic Grid-Connected Systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11, 447 – 466,.
- [5] 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.
- [6] Kahraman,D., (2010) ‘ Güneş Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretiminin Teknik - Ekonomik Analizi Ve Yöresel Uygulaması’ . Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [7] Grozdev,M., (2010)‘Alternatif Enerji Kaynakları: Güneş Enerjisi Ve Güneş Pilleri’,Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- [8] Keser, U.,(2010) ‘Elektrik Üretiminde Güneş Enerjisi Kullanımı Yatırımlarının Finansal Modellemesi’ Yüksek Lisans Tezi,Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [9] Karataş,A., (2012) ’Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi’, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi.
- [10] Güçlü,S., (2009) ‘Dumlupınar Üniversitesi Merkez Kampüs Çevre Aydınlatma Elektrik Enerjisinin; Güneş Enerjisi İle Sağlanması’. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi.
- [11] Anonim.(2016). [http://www.emo.org.tr/ekler/5772daf7f62a692\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/5772daf7f62a692_ek.pdf) (on-line erişim 11 Apr 2016).
- [12] Anonim.(2009), <http://www.ksrenergy.com/>.( on-line erişim 13 May 2009).
- [13] Anonim. (2014). <http://www.bilgiustam.com/hidroelektrik-santral-hesnedir-nasil-calisir-etkileri-nelerdir/>.( on-line erişim 27/07/2014.)
- [14] Anonim.(2014). <http://yenilenebilirenerjikaynaklari.biz/yenilenebilirenerjikaynaklari/jeotermal-enerji/jeotermal-enerji-nedir.html> (on-line erişim January 14,2014.)
- [15] Berg, H.,(2011). Türk-Alman Biyogaz Projesi Suluova Biyogaz Tesisinin Teknik-Ekonomik Esaslarına İlişkin Rapor, Ekim,2011.
- [16] Anonim.(2012) [http://www.eie.gov.tr/teknoloji/dalga\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/teknoloji/dalga_enerjisi.aspx) (on-line erişim 2012).
- [17] Anonim.(2012)<http://www.eie.gov.tr/> (on-line erişim 2012)
- [18] Bedeloglu A., Demir B., Bozkurt Y. “Fotovoltaik Teknolojisi: Türkiye ve Dünyadaki Durumu, Genel Uygulama Alanları ve Fotovoltaik Tekstiller ” Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 2010, 4(2) 43-58.
- [19] Dimroth,F., "New world record for solar cell efficiency at 46% French-German cooperation confirms competitive advantage of European photovoltaic industry". Fraunhofer ISE. Retrieved 2016-03-24.

- [20] Stephen Y. Chou, Wei Ding. Ultrathin, high-efficiency, broad-band, omni-acceptance, organic solar cells enhanced by plasmonic cavity with subwavelength hole array. Optics Express, 2012; 21 (S1): A60 DOI: 10.1364/OE.21.000A60
- [21] Akkaş, V.C., (2016) <http://enerjienstitusu.com/2016/01/05/75256/> 5 Ocak, 2016.
- [22] TMMOB Makina Mühendisleri Odası. 2014. “Türkiye’nin Enerji Görünümü,” Yayın No: MMO/2014/616, Ankara.
- [23] Anonim. (2016). <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/pages/44.aspx> (on-line erişim 2016)
- [24] Fernandez Garcia, A., Zarza, E., Valenzuela, L., Perez, M. 2010. Parabolic-Trough Solar Collector-sandtheir Applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews 14, 1695–1721
- [25] Zarza, E. 2010. The Technologies for Concentrating Solar Radiation: Current State-of-the-Art and Potential for Improvement, June, TUBITAK MAM Energy Inst. Gebze Kocaeli Turkey.
- [26] Doğru, M., Proje Hazırlama Ve Ekonomik Analiz Eğitimi, 16-19 Kasım, 2011, Çeşme, İzmir.
- [27] Cesur, A.M., Proje Değerlendirme Yöntemleri ve Kullanılan Enstrümanlar, Ekim 2006, Ankara.
- [28] Kavak, K., Proje Analizinde Kullanılan Teknikler, Mart, 2012.
- [29] Anonim. (2013). <http://basin.inonu.edu.tr/haber.php?id=955#.VzmZseS51fc>
- [30] Ceylan, E., Makale ‘Güneş Enerji Santrallerinde Yatırımın Geri Dönüş Oranı’, 2 Mart, 2015.
- [31] Prof. Dr. Olcay Kincay, Y. Doç. Dr. Zafer Utlu – Güneş Bacaları
- [32] TCMB Enflasyon Raporu 2015-IV
- [33] Anonim. (2011). <http://www.limitsizenerji.com/gunes-havuzlari/> (on-line erişim 2011).
- [34] Anonim. (2016). <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> (on-line erişim 2016)

## EKLER

Ek 1 GES'te günlük üretilen elektrik enerjisi miktarlarının 2015 yılına ait verleri

SAYAÇ TAKİP ÇİZELGESİ		SAYAÇ TAKİP ÇİZELGESİ	
TARİH	KWH	TARİH	KWH
30.11.2014	4.308,00	1.2.2015	9.166,00
1.12.2014	4.297,00	2.2.2015	20.906,00
2.12.2014	4.234,00	3.2.2015	24.707,00
3.12.2014	4.880,00	4.2.2015	10.625,00
4.12.2014	1.060,00	5.2.2015	25.911,00
5.12.2014	1.681,00	6.2.2015	22.299,00
6.12.2014	3.985,00	7.2.2015	19.570,00
7.12.2014	6.025,00	8.2.2015	7.156,00
8.12.2014	7.304,00	9.2.2015	4.905,00
9.12.2014	8.467,00	10.2.2015	18.322,00
10.12.2014	9.088,00	11.2.2015	8.905,00
11.12.2014	12.919,00	12.2.2015	10.100,00
12.12.2014	5.998,00	13.2.2015	12.733,00
13.12.2014	3.909,00	14.2.2015	8.470,00
14.12.2014	0,00	15.2.2015	21.227,00
15.12.2014	7.088,00	16.2.2015	5.832,00
16.12.2014	18.280,00	17.2.2015	4.609,00
17.12.2014	18.000,00	18.2.2015	18.100,00
18.12.2014	4.708,00	19.2.2015	15.333,00
19.12.2014	1.813,00	20.2.2015	3.813,00
20.12.2014	2.842,00	21.2.2015	28.705,00
21.12.2014	12.707,00	22.2.2015	30.795,00
22.12.2014	227,00	23.2.2015	28.888,00
23.12.2014	15.484,00	24.2.2015	9.659,00
24.12.2014	10.310,00	25.2.2015	12.290,00
25.12.2014	14.606,00	26.2.2015	31.083,00

26.12.2014	4.756,00	27.2.2015	22.121,00
27.12.2014	1.598,00	28.2.2015	20.513,00
28.12.2014	0,00	ŞUBAT AYI	456.743,00
29.12.2014	0,00	1.3.2015	20.475,00
30.12.2014	0,00	2.3.2015	14.401,00
31.12.2014	0,00	3.3.2015	23.155,00
ARALIK AYI	190.574,00	4.3.2015	15.965,00
01.01.2015-16.01.2015	0,00	5.3.2015	35.014,00
17.1.2015	423,00	6.3.2015	31.285,00
18.1.2015	3.990,00	7.3.2015	27.293,00
19.1.2015	1990,00	8.3.2015	29.153,00
20.1.2015	3.201,00	9.3.2015	32.208,00
21.1.2015	0,00	10.3.2015	32.400,00
22.1.2015	0,00	11.3.2015	6.643,00
23.1.2015	1.274,00	12.3.2015	3.964,00
24.1.2015	259,00	13.3.2015	24.847,00
25.1.2015	6.131,00	14.3.2015	24.164,00
26.1.2015	7.791,00	15.3.2015	25.708,00
27.1.2015	5.556,00	16.3.2015	8.848,00
28.1.2015	2.493,00	17.3.2015	13.617,00
29.1.2015	3.995,00	18.3.2015	24.305,00
30.1.2015	5.517,00	19.3.2015	5.385,00
31.1.2015	5.315,00	20.3.2015	16.660,00
OCAK AYI	47.935,00	21.3.2015	18.760,00
		22.3.2015	5.280,00
		23.3.2015	33.238,00
		24.3.2015	9.677,00

		24.3.2015	9.677,00
		25.3.2015	6.513,00
		26.3.2015	33.147,00
		27.3.2015	27.668,00
		28.3.2015	12.900,00
		29.3.2015	12.220,00
		30.3.2015	12.068,00
		31.3.2015	6.036,00
		<b>MART AYI</b>	<b>592.997,00</b>
1.4.2015	23.145,00	1.5.2015	18.486,00
2.4.2015	24.025,00	2.5.2015	23.613,00
3.4.2015	18.331,00	3.5.2015	23.620,00
4.4.2015	13.147,00	4.5.2015	29.934,00
5.4.2015	35.152,00	5.5.2015	38.480,00
6.4.2015	32.215,00	6.5.2015	33.740,00
7.4.2015	33.649,00	<b>7.5.2015</b>	<b>39.110,00</b>
8.4.2015	19.490,00	8.5.2015	35.656,00
9.4.2015	10.840,00	9.5.2015	16.852,00
10.4.2015	26.776,00	10.5.2015	26.654,00
11.4.2015	8.314,00	11.5.2015	24.077,00
12.4.2015	6.743,00	12.5.2015	29.724,00
13.4.2015	22.014,00	13.5.2015	21.220,00
14.4.2015	32.076,00	14.5.2015	17.366,00
15.4.2015	26.875,00	15.5.2015	38.338,00
16.4.2015	36.602,00	16.5.2015	35.448,00
17.4.2015	37.529,00	17.5.2015	25.948,00
18.4.2015	34.963,00	18.5.2015	26.095,00
19.4.2015	35.438,00	19.5.2015	26.766,00
20.4.2015	23.543,00	20.5.2015	30.682,00

21.4.2015	12.781,00	21.5.2015	34.687,00
22.4.2015	21.976,00	22.5.2015	26.679,00
23.4.2015	8.662,00	23.5.2015	32.065,00
24.4.2015	15.879,00	24.5.2015	32.398,00
25.4.2015	39.101,00	25.5.2015	35.095,00
26.4.2015	37.077,00	26.5.2015	35.984,00
27.4.2015	31.779,00	27.5.2015	23.457,00
28.4.2015	36.414,00	28.5.2015	33.443,00
29.4.2015	25.334,00	29.5.2015	30.424,00
30.4.2015	35.297,00	30.5.2015	5.605,00
<b>NİSAN AYI</b>	<b>765.167,00</b>	31.5.2015	9.356,00
		<b>MAYIS AYI</b>	<b>861.002,00</b>
1.6.2015	32.599,00	1.7.2015	35.724,00
2.6.2015	21.018,00	2.7.2015	26.437,00
3.6.2015	30.375,00	3.7.2015	25.848,00
4.6.2015	37.065,00	4.7.2015	25.912,00
5.6.2015	29.931,00	5.7.2015	24.451,00
6.6.2015	19.837,00	6.7.2015	34.045,00
7.6.2015	36.176,00	7.7.2015	35.625,00
8.6.2015	34.707,00	8.7.2015	35.013,00
9.6.2015	32.148,00	9.7.2015	32.729,00
10.6.2015	28.456,00	10.7.2015	33.465,00
11.6.2015	36.030,00	11.7.2015	34.703,00
12.6.2015	35.139,00	12.7.2015	34.363,00
13.6.2015	35.369,00	13.7.2015	35.680,00
14.6.2015	29.954,00	14.7.2015	34.350,00
15.6.2015	31.005,00	15.7.2015	27.620,00
16.6.2015	33.341,00	16.7.2015	31.099,00
17.6.2015	37.128,00	17.7.2015	25.532,00
18.6.2015	36.543,00	18.7.2015	25.978,00
19.6.2015	35.748,00	19.7.2015	26.687,00
20.6.2015	30.225,00	20.7.2015	26.111,00
21.6.2015	29.723,00	21.7.2015	25.097,00

21.6.2015	29.723,00	21.7.2015	25.097,00
22.6.2015	36.002,00	22.7.2015	25.424,00
23.6.2015	36.275,00	23.7.2015	25.445,00
24.6.2015	34.524,00	24.7.2015	24.418,00
25.6.2015	37.969,00	25.7.2015	24.998,00
26.6.2015	33.730,00	26.7.2015	25.975,00
27.6.2015	32.779,00	27.7.2015	25.447,00
28.6.2015	33.402,00	28.7.2015	24.541,00
29.6.2015	35.000,00	29.7.2015	24.684,00
30.6.2015	32.377,00	30.7.2015	27.381,00
<b>HAZİRAN AYI</b>	<b>984.575,00</b>	31.7.2015	34.395,00
		<b>TEMMUZ AYI</b>	<b>899.177,00</b>
1.8.2015	27.326,00	1.9.2015	32.510,00
2.8.2015	31.911,00	2.9.2015	32.130,00
3.8.2015	31.558,00	3.9.2015	31.875,00
4.8.2015	32.476,00	4.9.2015	31.410,00
5.8.2015	32.784,00	5.9.2015	26.068,00
6.8.2015	33.343,00	6.9.2015	30.021,00
7.8.2015	33.306,00	7.9.2015	28.993,00
8.8.2015	32.263,00	8.9.2015	29.032,00
9.8.2015	31.556,00	9.9.2015	27.096,00
10.8.2015	31.625,00	10.9.2015	24.627,00
11.8.2015	33.160,00	11.9.2015	25.508,00
12.8.2015	32.058,00	12.9.2015	27.134,00
13.8.2015	31.925,00	13.9.2015	29.109,00
14.8.2015	32.043,00	14.9.2015	30.653,00
15.8.2015	27.392,00	15.9.2015	30.214,00
16.8.2015	26.217,00	16.9.2015	31.315,00
17.8.2015	11.126,00	17.9.2015	31.379,00
18.8.2015	31.292,00	18.9.2015	31.069,00
19.8.2015	30.101,00	19.9.2015	24.493,00
20.8.2015	30.236,00	20.9.2015	27.086,00
21.8.2015	31.267,00	21.9.2015	22.063,00

22.8.2015	31.207,00	22.9.2015	27.751,00
23.8.2015	27.974,00	23.9.2015	23.385,00
24.8.2015	25.566,00	24.9.2015	29.134,00
25.8.2015	34.250,00	25.9.2015	28.855,00
26.8.2015	34.520,00	26.9.2015	28.841,00
27.8.2015	33.226,00	27.9.2015	26.023,00
28.8.2015	32.516,00	28.9.2015	26.881,00
29.8.2015	28.800,00	29.9.2015	22.920,00
30.8.2015	31.096,00	30.9.2015	23.671,00
31.8.2015	31.444,00		
<b>AGUSTOS AYI</b>	<b>945.564,00</b>	<b>EYLÜL AYI</b>	<b>841.246,00</b>
1.10.2015	25.309,00	1.11.2015	27.224,00
2.10.2015	1.557,00	2.11.2015	26.945,00
3.10.2015	14.979,00	3.11.2015	21.809,00
4.10.2015	29.817,00	4.11.2015	25.728,00
5.10.2015	29.736,00	5.11.2015	17.850,00
6.10.2015	15.023,00	6.11.2015	23.513,00
7.10.2015	8.764,00	7.11.2015	24.673,00
8.10.2015	16.875,00	8.11.2015	2.546,00
9.10.2015	23.573,00	9.11.2015	21.012,00
10.10.2015	29.907,00	10.11.2015	18.672,00
11.10.2015	28.614,00	11.11.2015	16.669,00
12.10.2015	22.905,00	12.11.2015	16.667,00
13.10.2015	20.654,00	13.11.2015	23.985,00
14.10.2015	24.389,00	14.11.2015	24.948,00
15.10.2015	16.820,00	15.11.2015	22.653,00
16.10.2015	23.519,00	16.11.2015	16.608,00
17.10.2015	28.628,00	17.11.2015	12.003,00
18.10.2015	26.263,00	18.11.2015	22.185,00
19.10.2015	25.568,00	19.11.2015	19.018,00
20.10.2015	24.472,00	20.11.2015	22.386,00
21.10.2015	19.945,00	21.11.2015	22.014,00
22.10.2015	15.390,00	22.11.2015	21.966,00

23.10.2015	8.129,00	23.11.2015	22.060,00
24.10.2015	10.364,00	24.11.2015	19.544,00
25.10.2015	7.245,00	25.11.2015	9.644,00
26.10.2015	4.480,00	26.11.2015	792,00
27.10.2015	5.862,00	27.11.2015	8.121,00
28.10.2015	15.800,00	28.11.2015	15.233,00
29.10.2015	4.377,00	29.11.2015	4.077,00
30.10.2015	23.511,00	30.11.2015	3.836,00
31.10.2015	21.288,00		
<b>EKİM AYI</b>	<b>588.841,00</b>	<b>KASIM AYI</b>	<b>534.381,00</b>

Ek 2.2015 yılına Ait Hastanenin Elektrik Tüketimi

Oca.15									
Fatura Dönemi	2015-01	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (YTL)
Fatura Tarihi	31.1.2015	GÜNDÜZ	89,014	29,032		20700	1241627,00	0,22759	282.581,86 TL
İlk Okuma Tarihi	31.12.2014	PUANT	36,475	12,883		20700	488354,00	0,22759	111.144,47 TL
Son Okuma Trh.	31.1.2015	GECE	52,660	18,298		20700	711293,00	0,22759	161.883,16 TL
Günlük Ort. Tük.	78750,77	ENDÜKTİF	6,379	2,642		20700	77355,00		
		KAPASİTİF				20700			
TOPLAM-1									555.609,49 TL
P.S.H.BEDELİ									
İletim Bedeli									0,008751 21.363,59 TL
OKUMA BEDELİ									5,922 5,92 TL
TOPLAM-2									576.979,00 TL
Enerji Fonu									5.556,09 TL
TRT Payı									11.112,19 TL
KDV									106.916,50 TL
GENEL TOPLAM									700.897,00 TL
Şub.15									
Fatura Dönemi	2015-02	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (YTL)
Fatura Tarihi	28.2.2015	GÜNDÜZ	124,105	89,014		20700	726384,00	0,227515	165.263,23 TL
İlk Okuma Tarihi	31.1.2015	PUANT	57,299	36,475		20700	431057,00	0,227515	98.071,92 TL
Son Okuma Trh.	28.2.2015	GECE	82,541	52,660		20700	618537,00	0,227515	140.726,43 TL
Günlük Ort. Tük.	63427,80	ENDÜKTİF	9,951	6,379		20700	73940,00		
		KAPASİTİF							
TOPLAM-1									404.061,59 TL
P.S.H.BEDELİ									
İletim Bedeli									0,008748 15.536,26 TL
OKUMA BEDELİ									5,92 5,92 TL
TOPLAM-2									419.603,77 TL
Enerji Fonu									4.040,62 TL
TRT Payı									8.081,23 TL
KDV									77.710,61 TL
GENEL TOPLAM									509.436,25 TL
Mar.15									
Fatura Dönemi	2015-03	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (YTL)
Fatura Tarihi	24.4.2015	GÜNDÜZ	158,014	124,105		20700	701916,00	0,185426	
İlk Okuma Tarihi	28.2.2015	PUANT	79,872	57,299		20700	467261,00	0,185426	
Son Okuma Trh.	31.3.2015	GECE	115,751	82,541		20700	687447,00	0,185426	
Günlük Ort. Tük.	59891,10	ENDÜKTİF	13,839	9,951		20700	80481,00		
		KAPASİTİF	19,40	13,79		20700	116002,00		
TOPLAM-1									
KAYIP BEDELİ									0,026278 48.788,37 TL
İletim Bedeli									0,008748 16.241,75 TL
OKUMA BEDELİ									5,92 5,92 TL
Gecikme bedeli									237,76 TL
Enerji Fonu									
TRT Payı									
KDV									
GENEL TOPLAM									474.174,00 TL
Nis.15									
Fatura Dönemi	2015-04	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (TL)
Fatura Tarihi	21.5.2015	GÜNDÜZ	192,991	158,014		20700	724024,00	0,182871	
İlk Okuma Tarihi	1.4.2015	PUANT	104,092	79,872		20700	501354,00	0,182871	
Son Okuma Trh.	30.4.2015	GECE	149,290	115,751		20700	694257,00	0,182871	
Günlük Ort. Tük.	66194,31	ENDÜKTİF	23,791	13,839		20700	206006,00		
		KAPASİTİF	22,65	19,40		20700	67399,00		
TOPLAM-1									
KAYIP BEDELİ									0,026078 50.060,24 TL
İletim Bedeli									0,008949 17.178,81 TL
OKUMA BEDELİ									5,92 5,92 TL
Gecikme bedeli									
Enerji Fonu									
TRT Payı									
KDV									
GENEL TOPLAM									488.644,50 TL

May.15									
Fatura Dönemi	2015-05	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (TL)
Fatura Tarihi	17.6.2015	GÜNDÜZ	231,331	192,991		20700	793638,00	0,182871	
İlk Okuma Tarihi	1.5.2015	PUANT	131,923	104,092		20700	576102,00	0,182871	
Son Okuma Trh.	31.5.2015	GECE	186,600	149,290		20700	772317,00	0,182871	
Günlük Ort. Tük.	71401,90	ENDÜKTİF	41,088	23,791		20700	358047,00		
		KAPASİTİF	24,58	22,65		20700	39826,00		
									TOPLAM-1
									KAYIP BEDELİ
									İletim Bedeli
									OKUMA BEDELİ
									Gecikme bedeli
									Enerji Fonu
									TRT Payı
									KDV
									GENEL TOPLAM
									GENEL TOPLAM
									544.537,50 TL
Haz.15									
Fatura Dönemi	2015-06	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (TL)
Fatura Tarihi	15.7.2015	GÜNDÜZ	273,928	231,331		20700	881758,00	0,208949	22.994,49 TL
İlk Okuma Tarihi	1.6.2015	PUANT	163,140	131,923		20700	646192,00	0,208949	16.851,39 TL
Son Okuma Trh.	30.6.2015	GECE	230,216	186,600		20700	902851,00	0,208949	23.544,55 TL
Günlük Ort. Tük.	83820,73	ENDÜKTİF	58,398	41,088		20700	358317,00	0,133449	
		KAPASİTİF	28,47	24,58		20700	80502,00	0,133449	
									TOPLAM-1
									KAYIP BEDELİ
									İletim Bedeli
									OKUMA BEDELİ
									Gecikme bedeli
									Enerji Fonu
									TRT Payı
									KDV
									GENEL TOPLAM
									GENEL TOPLAM
									617.986,50 TL

Tem.15									
Fatura Dönemi	2015-07	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (YTL)
Fatura Tarihi	17.8.2015	GÜNDÜZ	322,19	273,928		20700	999086,00	0,185858	
İlk Okuma Tarihi	30.6.2015	PUANT	197,97	163,140		20700	721022,00	0,185858	
Son Okuma Trh.	31.7.2015	GECE	281,30	230,216		20700	1057460,00	0,185858	
Günlük Ort. Tük.	89598,97	REAKTİF	73,89	58,398		20700			
		KAPASİTİF	32,03	28,47		20700			
									TOPLAM-1
									P.S.H.BEDELİ
									İletim Bedeli
									Kayıp Bedeli
									OKUMA BEDELİ
									TOPLAM-2
									Sistem kullanım bedeli
									Enerji fonu
									TRT Payı
									Gecikme bedeli
									KDV
									GENEL TOPLAM
									GENEL TOPLAM
									516.233,23 TL
Ağu.15									
Fatura Dönemi	2015-08	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSİ	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (YTL)
Fatura Tarihi	18.9.2015	GÜNDÜZ	379,84	323,12		20700	1174145,00	0,185907	218281,77
İlk Okuma Tarihi	31.7.2015	PUANT	235,43	197,97		20700	775339,00	0,185907	144140,95
Son Okuma Trh.	31.8.2015	GECE	335,52	281,30		20700	1122458,00	0,185907	208672,80
Günlük Ort. Tük.	99095,00	ENDÜKTİF	91,33	73,89		20700	361111,00		
		REAKTİF	34,38	32,03		20700	48603,00		
									TOPLAM-1
									P.S.H.BEDELİ
									İletim Bedeli
									Kayıp bedeli
									OKUMA BEDELİ
									TOPLAM-2
									Enerji Fonu
									TRT Payı
									Gecikme bedeli
									KDV
									GENEL TOPLAM
									GENEL TOPLAM
									829.022,38 TL

Eyl.15									
Fatura Dönemi	2015-9	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSI	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (YTL)
Fatura Tarihi	15.10.2015	GÜNDÜZ	430,29	378,91		20700	1063483,00	0,185907	
İlk Okuma Tarihi	31.8.2015	PUANT	270,49	235,43		20700	725846,00	0,185907	
Son Okuma Trh.	30.9.2015	GECE	384,41	335,52		20700	1011982,00	0,185907	
Günlük Ort. Tük.	93377,03	ENDÜKTİF	102,58	91,33		20700	232895,00		
		KAPASİTİF	39,75	34,80		20700	111241,00		
									TOPLAM-1 520.783,14 TL
									P.S.H.BEDELİ 0,006916 19.373,86 TL
									İletim Bedeli 0,008992 25.189,39 TL
									Kayıp bedeli 0,026035 72.932,13 TL
									OKUMA BEDELİ 5,92 5,92 TL
									TOPLAM-2
									Enerji Fonu 5.401,57 TL
									GEÇİKME BEDELİ
									TRT Payı 10.803,14 TL
									KDV 117.808,05 TL
									GENEL TOPLAM 772.297,20 TL
Eki.15									
Fatura Dönemi	2015-10	AKTİF	SON END.	İLK END.	EKSI	ÇARPAN	TÜKETİM	Birim Fiyat	Toplam (TL)
Fatura Tarihi	31.10.2015	GÜNDÜZ	481,94	430,29		20700	1069093,00	0,185595	456.822,61 TL
İlk Okuma Tarihi	30.9.2015	PUANT	299,58	270,49		20700	601997,00	0,185595	
Son Okuma Trh.	31.10.2015	GECE	422,59	384,41		20700	790305,00	0,185595	
Günlük Ort. Tük.	79399,84	ENDÜKTİF	108,82	102,58		20700	129064,00		
		KAPASİTİF	52,16	39,75		20700	256845,00		
									TOPLAM-1 456.822,61 TL
									P.S.H.BEDELİ 0,007228 17.790,96 TL
									İletim Bedeli 0,009493 23.366,02 TL
									Kayıp bedeli 0,025534 62849,26
									OKUMA BEDELİ 5,92 5,92 TL
									TOPLAM-2
									Enerji Fonu 86.221,20 TL
									Enerji Fonu 4.746,14 TL
									TRT Payı 9.492,27 TL
									KDV
									GENEL TOPLAM 678.895,60 TL

## ÖZGEÇMİŞ

Fatma Sümeyye DURAK; 1990 Tokat doğumlu olup, 2008 yılında Tokat Anadolu Lisesi'nden, 2014 Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2015 yılında İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

**Ad Soyad:** Fatma Sümeyye DURAK

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Tokat 03.11.1990

**Adres:** Karşıyaka mah. Vali Ayhan Çevik Cad. 2. Sokak Onur Sitesi F blok  
Kat:3 Daire:12 Merkez /Tokat

**E-Posta:** fsumeyyedrk@gmail.com

**Lisans:** Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü