



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE
FOTOVOLTAİK (PV) ENERJİ KULLANIMININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

FATİH MEHMET EMİROĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2019

**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE
FOTOVOLTAİK (PV) ENERJİ KULLANIMININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

FATİH MEHMET EMİROĞLU

**Bu tez,
Biyosistem Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.**

KAHRAMANMARAŞ 2019

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Fatih Mehmet EMİROĞLU tarafından hazırlanan “FARKLI HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE FOTOVOLTAİK (PV) ENERJİ KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ“ adlı bu tez, jürimiz tarafından 26/06/2019 tarihinde oy birliği ile Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ali AYBEK (DANIŞMAN)

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Selçuk ARSLAN (ÜYE)

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Uludağ Üniversitesi

Doç. Dr. Servet TEKİN (ÜYE)

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YAZICI
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Fatih Mehmet EMİROĞLU



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**FARKLI HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE FOTOVOLTAİK (PV) ENERJİ
KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

FATİH MEHMET EMİROĞLU

ÖZET

Tarım ve hayvancılık sektöründe yaşanan teknolojik gelişmelerin yanı sıra artan nüfus, şehirleşme ve sanayileşme ile birlikte gıda ürünlerine olan talebin artması ile tarım sektöründe de enerji ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle, enerji ihtiyacı tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir sorun haline gelmiştir. Türkiye'nin güneş enerjisindeki potansiyel üstünlüğüne rağmen yapılarda ve tarımsal üretimde güneş enerjisinden yeterince yararlanamaması düşündürücüdür. Tarım ve hayvancılık işletmelerinin üretim maliyetleri açısından da enerji ihtiyacı oldukça önemlidir. Bu maliyetlerin azaltılması için çiftliklerde güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik üretimi yaygınlaşmaktadır. Ancak bu üretim toplam enerji ihtiyacının hala çok altında kalmaktadır. Bunun en büyük nedeni fotovoltaik (PV) enerji sistemlerinin başlangıç maliyetlerinin enerji verimliliğine oranla yüksek olmasıdır.

Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş ilinde bulunan iki farklı hayvancılık işletmesinde (Etlik piliç işletmesi ve tatlı su balık işletmesi) mevcut bulunan “*şebekeye bağlantılı (On-grid)*” ve “*şebekeye bağlantısız (Off-grid)*” fotovoltaik (PV) enerji sistemleri ele alınmıştır. İşletmelerin enerji gereksinimlerine uygun sistem tasarım ve maliyetlerinin incelendiği araştırma sonucunda, 300 kWh kapasiteli etlik piliç işletmesi ve 49 kWh kapasiteli tatlı su balık işletmesinin her biri 3 ila 4 yıl içerisinde başa baş noktasına ulaştığı ve elektrik enerjisi maliyetlerini sıfıra indirdikleri belirlenmiştir. Ancak On-grid sistem kullanan etlik piliç işletmesi üretilen fazla elektriğini şebekeye verdiği için, buradan yaklaşık 224 000 TL/yıl gelir elde etmektedir. PV güneş sistemi kullanım ömürlerinin 20 yıl olduğu düşünüldüğünde, tarım ve hayvancılık işletmelerinde kullanımlarının son derece karlı olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın, tarım ve hayvancılık alanında PV güneş enerjisi sistemlerini kullanacak olan tarımsal işletmelere enerji yönetimi ve enerji çeşitliliği açısından örnek olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik enerji, etlik piliç işletmeleri, tatlı su balık işletmeleri

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Haziran/ 2019

Danışman: Doç. Dr. Ali AYBEK

Sayfa sayısı: 49

EVALUATION OF THE USE OF PHOTOVOLTAIC (PV) ENERGY IN DIFFERENT LIVESTOCK ENTERPRISES

(MASTER THESIS)

Fatih Mehmet EMİROĞLU

ABSTRACT

In addition to the technological developments in agriculture and livestock sector, increasing demand for food products along with the increasing population, urbanization and industrialization, the need for energy is increasing day by day in the agricultural sector. Therefore, the need for energy has become an important problem in our country as well as the whole world. Despite the potential superiority of Turkey's solar energy, it is worrisome not to benefit from solar energy in the buildings and agricultural production and solar energy. Energy needs are very important in terms of production costs of agricultural and livestock enterprises. In order to reduce these costs, electricity generation from solar and wind energy is becoming widespread in farms. However, this production is still far below the total energy demand. The main reason for this is that the initial costs of photovoltaic (PV) energy systems are higher than the energy efficiency.

In this study, On-grid and Off-grid photovoltaic (PV) energy systems which exist in two different livestock farms (Broiler chick farm and freshwater fish enterprise) in the province of Kahramanmaraş have been analyzed. As a result of the research in which system design and cost of the enterprises which are suitable for energy requirements are examined, 300 kWh capacity broiler farm and 49 kWh capacity freshwater fish enterprise each has been catching the head to head in 3 to 4 years and making the electricity costs zero. However, because the broiler farm using on-grid system supplies the excess electricity generated to the grid, it takes profit approximately 224 000 TL per year. Considering that the PV solar system has a life span of 20 years, it is seen that their use in agriculture and livestock enterprises is highly profitable. It is thought that the research will be a reliable example in terms of energy management and energy diversity for agricultural enterprises which will use PV solar systems in agriculture and livestock field.

Keywords: Photovoltaic (PV) energy, broiler chick farms and freshwater fish enterprises.

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering, June/2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali AYBEK

Page Numbers: 49

TEŞEKKÜR

Araştırma konumun seiminde, alışmalarımın yrtlmesinde, değerlendirilmesinde ve yazımda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Ali AYBEK'e, en içten teŐekkürlerimi sunarım. Tez izleme komitesinde yer alarak çalışmalarımın her aşamasında verdikleri destek ve katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Selçuk ARSLAN, Sayın Doç. Dr. Servet TEKİN'e teşekkür ederim. Ayrıca bana tez süresince yardım eden ve adlarını tek tek yazamadığım tüm tanıdıklarına da teşekkür etmeyi bir görev bilirim.

Tez çalışmam esnasında tüm bilgi ve belgeler ile desteklerini esirgemeyen, engin bilgi ve deneyimlerini paylaşan Sayın Mehmet ÜLGEN'e, Sayın Mücahit Enes PAK ve Sayın Cengiz KÖFTE,'ye ve işletme çalışanlarına Őükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamın her aşamasında, sabır gösteren ve desteklerini her zaman hissettiren babam Mevlt EMİROğLU ve annem Ayşe EMİROğLU,'na sonsuz teşekkür ederim.

Fatih Mehmet EMİROğLU

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynağı: Güneş Enerjisi.....	4
2.2. Fotovoltaik (PV) Enerji Sistemleri.....	5
2.3. Fotovoltaik (PV) Enerji Sistem Bileşenleri.....	6
2.3.1. Güneş Panelleri	6
2.3.2. Eviriciler (İnvertör)	8
2.3.3. Şarj Regülatörleri (Şarj Kontrol Cihazları)	8
2.3.4. Aküler.....	9
2.3.5. Diğer Ekipmanlar	9
2.4. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli	9
2.5. Fotovoltaik (PV) Enerji Sistemleri Üzerine Yapılan Çalışmalar	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Çalışmanın Yürütüldüğü İşletmeler	18
3.1.2. Araştırmanın Yürütüldüğü Bölge ve Kahramanmaraş'ın Güneş Enerji Potansiyeli. 19	
3.1.3. İşletmelerde Kullanılan Makine/Ekipman ve PV Sistem Elemanları	21
3.1.3.1. Etlik Piliç (Broiler) İşletmesindeki Elektrik Tüketen Makine ve Ekipmanlar 21	
3.1.3.2. Etlik Piliç (Broyler) İşletmesindeki PV Sistem Elemanları	22
3.1.3.3. Tatlı Su Balık İşletmesindeki Elektrik Tüketen Makine ve Ekipmanlar	24
3.1.3.4. Tatlı Su Balık İşletmesi PV Sistemi Elemanları	25
3.2. Yöntem.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1. İşletmelerin Enerji Gereksinimleri	31
4.2. Etlik Piliç (On-grid) İşletmesi PV Sistemi ve Maliyet Analizi.....	33

4.3. Tatlı Su Balık (Off-grid) İşletmesi PV Sistemi ve Maliyet Analizi.....	37
4.4. Yenilenebilir Enerji Tesislerine Uygulanan Devlet Teşvikleri.....	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR.....	45



ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli	2
Çizelge 3.1. Etlik piliç işletmesinde elektrik tüketen makine ve ekipmanlar	22
Çizelge 3.2. Etlik piliç işletmesinde kullanılan PV güneş paneline ait teknik veriler	23
Çizelge 3.3. PV güneş enerji sisteminde kullanılan invertöre ait teknik özellikler	24
Çizelge 3.4. Tatlı su balık işletmesinde elektrik tüketen makine ve ekipmanlar	25
Çizelge 3.5. Tatlısu balık işletmesinde kullanılan PV güneş paneline ait teknik veriler	26
Çizelge 3.6. Tatlısu balık işletmesi hybrid inverter'e ait teknik veriler	27
Çizelge 3.7. Tatlısu balık işletmesi şarj regülatörü'ne ait teknik veriler	28
Çizelge 3.8. Tatlısu balık işletmesi dizel jeneratör'e ait teknik veriler	29
Çizelge 3.9. EPDK Nisan 2019 elektrik tarife tablosu	30
Çizelge 4.1. Etlik piliç işletmesindeki ekipmanlar ve elektrik enerjisi tüketimi	31
Çizelge 4.2. Tatlı su balıkçılık işletmesindeki ekipmanlar ve elektrik enerjisi tüketimi	32
Çizelge 4.3. Etlik piliç işletmesi PV sisteminde kullanılan ekipmanların maliyetleri	34
Çizelge 4.4. PV güneş enerjisi sistemleri için piyasa ortalama maliyet tablosu	35
Çizelge 4.5. Etlik piliç işletmesi son bir yıl içerisinde kullanılan elektrik enerjisi değerleri	35
Çizelge 4.6. Etlik piliç işletmesi PV sistemde üretilen elektrik enerjisi tablosu	36
Çizelge 4.7. Tatlı su balık işletmesi PV sistemde kullanılan ekipmanların maliyetleri	38
Çizelge 4.8. Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesis tipine göre uygulanacak ücretler	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>	
Şekil 2.1.	Fotovoltaik hücre, panel ve dizi	7
Şekil 2.2.	Monokristal ve polikristal paneller	8
Şekil 2.3.	Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası	10
Şekil 2.4.	Türkiye'nin aylara göre güneşlenme süreleri	11
Şekil 2.5.	Türkiye'nin aylara göre küresel radyasyon değerleri	11
Şekil 2.6.	Türkiye PV tipi-alan-üretilebilecek enerji (kWh-Yıl)	12
Şekil 3.1.	Çalışmanın yürütüldüğü işletmeler	18
Şekil 3.2.	Yıllık Kahramanmaraş ilinin farklı bölgelerine düşen güneş enerjisi miktarları	19
Şekil 3.3.	Kahramanmaraş ilinin aylık günlük küresel radyasyon değerleri	19
Şekil 3.4.	Kahramanmaraş iline ait aylık günlük ortalama güneşlenme süreleri	20
Şekil 3.5.	Kullanılan güneş paneli çeşidine göre üretilebilecek enerji (kWh/m ² -yıl)	20
Şekil 3.6.	Çalışmanın yürütüldüğü etlik piliç işletmesi ve şebeke bağlantılı (On-grid) PV sisteminden görünümü	21
Şekil 3.7.	PV güneş panel sisteminde kullanılan invertörlerden görünüm	23
Şekil 3.8.	Tatlı su balık işletme alanı	25
Şekil 3.9.	Tatlısu balık işletmesi hybrid solar inverterler ve şarj regülatörleri	27
Şekil 3.10.	Endüstriyel tip akü grubu	29
Şekil 4.1.	Şebekeye bağlantılı (On-grid) sistem şeması	33
Şekil 4.2.	Şebeke bağlantısız (Off-grid) sistem şeması	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
\$: Dolar
°C	: Santigrad (Celcius) Sıcaklık
°K	: Kelvin Sıcaklık
A	: Amper
Ah	: Ampersaat
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
CO ₂	: Karbondioksit
GWh	: Gigawattsaat
Hz	: Herz
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowattsaat
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
MW	: Megawatt
V	: Volt
W	: Watt
AC	: Alternatif Akım
DC	: Doğru Akım
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumuna
GES	: Güneş Enerjisi Santrali
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
HOMER	: Optimization Model For Electric Renewables (Yenilenebilir Enerji Sistemleri İçin Hibrid Optimizasyon Modeli)
MPPT	: Maximum Power Point Tracking (Maksimum Güç Noktası Takipçisi)
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
PV	: Photovoltaic (Fotovoltaik Güneş Pili)
PWM	: Pulse Width Modulation (Sinyal Genişlik Modülasyonu)
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TKDK	: Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu
TL	: Türk Lirası
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları
UV	: Ultraviyole

1. GİRİŞ

Günümüzde tarım ve hayvancılık işletmelerinin büyümesi ve yeni teknolojilerin kullanımı, işletmelerde ihtiyaç duyulan enerji oranını arttırmaktadır. Ayrıca, tarım ve hayvancılık işletmelerinde en önemli maliyet kalemlerinden biri enerji maliyetidir. Son yıllarda işletmeler enerji maliyetini düşürmek ve artan enerji ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmaktadır. Ancak, günümüzde tarımsal işletmelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ihtiyacı karşılayacak seviyede değildir. Bundan dolayı ülkemizde tüm sektörlerde olduğu gibi tarımsal işletmelerde de enerji sorununa karşı daha çok enerji üretiminin yanında, kendi öz tüketimlerini karşılayabilecek enerjilerini üretecek ve şebekeden enerji taleplerini azaltacak sistemler üzerinde durulması gereklidir. Gelişen teknolojiyle birlikte tarım sektöründe de yoğun bir şekilde enerji uygulamalarına yer verilmektedir. Özellikle hayvancılık ve seracılık uygulamalarında endüstriyel anlamda işletmelerin sayısı giderek artmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımsal kalkınmanın sağlanabilmesi için; fosil enerji kaynakları kullanımının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının sağlanması ve enerji verimliliğinin artırılması esastır (Avcıoğlu ve Dayıoğlu, 2016).

Çevresel etkileri yanında enerji verimliliğinin çiftçilere ekonomik katkı sağlayacağı da açıktır. Tüm sektörlerde olduğu gibi tarımsal faaliyetlerde de dikkate alınması gereken en önemli özellik üretilen ürünün içindeki enerji maliyetinin azaltılmasıdır. Ürün kalitesi ve verimini düşürmeden enerji maliyetinin azaltılması da enerjinin etkin kullanımı ve enerji verimliliği ile sağlanabilmektedir. Tarımsal faaliyetlerin her türünde ve her aşamasında etkin enerji kullanımını sağlayacak pek çok tedbir ve uygulama bulunabilmektedir. Verimlilik enerji tasarrufunun yanı sıra, doğal kaynakların tarım işletmelerinde etkin kullanımı ile sağlanabilecektir.

Dünyada ihtiyaç duyulan enerjinin çok büyük bir kısmı fosil kaynaklardan (kömür, petrol ve doğal gaz) karşılanmaktadır. Fosil enerji yakıtları günlük yaşantımız içinde her alanda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Endüstri devrimi sonrasında kömüre dayalı olan enerji arzına daha sonraki yıllarda petrol ve doğal gaz eklenmiştir. Ancak, 1973 Petrol Krizi sonrasında bu enerji kaynaklarına karşı bir güven sorunu ortaya çıkmıştır (Gürbüz, 2009). Krizden dolayı dünya ülkeleri yeni enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Aynı zamanda fosil kaynakların yoğun bir şekilde çevre kirliliği yaratması da bu arayışı hızlandırmıştır. Bu süreç içerisinde aslında çok uzun yıllardan beri bilinen ve kullanılan, ancak fosil yakıtlarla rekabet

edemediği için ikinci planda olan yenilenebilir enerji kaynakları tekrar önem kazanmaya başlamıştır.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yönünden fosil kaynaklara göre daha avantajlı durumdadır. Özellikle; hidrolik, rüzgar, güneş, biyokütle ve jeotermal enerjilerin potansiyeli oldukça yüksektir (Çizelge 1).

Çizelge 1.1. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli (ETKB, 2013)

Kaynak	Kurulu güç potansiyeli
Hidrolik	47.497 MW/yıl 164.000 GWh/yıl
Rüzgar	48.000 MW/yıl
Jeotermal	Elektrik 610 MW/Yıl Isı 31.500 MW/Yıl
Biyokütle	Elektrik 2,6 Mtep Isı 6 Mtep
Güneş	56.000 MW/yıl 380.000 GWh/yıl

Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarının en bilinenidir ve dünyanın en büyük enerji kaynağıdır. Bu kaynaktan yararlanmanın avantajı olduğu kadar, dezavantajları da bulunmaktadır. Güneş enerjisinin dünyada tükenmeyecek tek enerji kaynağı olması, çevreyi kirletici hiçbir zararlı madde içermemesi, nakli ve bakımı için hiçbir masraf gerektirmemesi, karmaşık teknolojiye ihtiyaç duyulmaması ve her konumda/her yerde kullanılması yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Ancak, güneş ışınlarının süreksizliği, kış aylarında az ve gece ışınımının olmamasından dolayı depolanma ihtiyacı duyulması ve ilk yatırım maliyetlerinin yüksek oluşu sistemin dezavantajlarıdır (Koyun, 2006).

Tarımda enerji kullanımı; i) Doğrudan enerji kullanımı (bitkisel üretimde, büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştirmede, tarım ürünlerinin taşınmasında, tarımsal ürünlerin işleme ve değerlendirilmesinde kullanılan elektrik, petrol ürünleri, doğal gaz, kömür vb. enerjilerin kullanımı) ve (ii) Dolaylı enerji kullanımı (tarımsal mekanizasyon araç ve makinaları, kimyasal gübreler, tarım ilaçlarının üretim, paketlenme ve taşınmasında kullanılan enerji) şeklinde iki grupta incelenebilir (Öztürk ve ark., 2010).

Tarımsal üretim işlemlerinde yararlanılabilecek yenilenebilir enerji teknolojisinin seçimi: gerekli enerjinin çeşidi, yenilenebilir enerji kaynağı ve tarımsal yapı ve işlemlerin

tasarımına bağlıdır. Tarımsal üretim işlemleri arasında çok fazla miktarda enerji tüketilen başlıca işlemler: sulama, ürün kurutma, sera ve hayvan barınaklarının ısıtma ve soğutulmasıdır. Bu işlemler sırasında yaygın olarak; motorin, doğal gaz, elektrik, sıvılaştırılmış petrol gazı veya propan gibi yakıtlar kullanılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının tarım sektöründe uygulanabilirliği ve ekonomikliği ise iklim, bölge koşulları ve seçilen sisteme göre değişmektedir. Tarım ve hayvancılık sektöründe kullanılan başlıca yenilenebilir enerji sistemleri; biyokütle, jeotermal enerji, rüzgar ve güneş enerjisi sistemleridir (Öztürk ve ark., 2010).

Tarımda güneş enerjisi kullanımının planlı biçimde artırılması gereklidir. Tarımsal yapıların ısıtılmasında güneş enerjisiyle pasif ve/veya aktif olarak ısıtma uygulamalarından yararlanılmalıdır. Güneş enerjisi ile sıcaklık uygulamaları, soğutma uygulamaları ve fotovoltajik teknoloji ile üretilen elektrik kullanımı uygulamaları şeklinde tarımsal üretimde yararlanılabilmektedir. Tarımsal sulama işlemlerinde güneş pillerinden yararlanılması durumunda: gerekli su miktarı, sulama gereken zaman, su kaynağının durumu, gerekli su miktarı, kuyu derinliği, suyun kimyasal yapısı ve su depolama tanklarının kapasitesi gibi özellikler dikkate alınmalıdır.

Tarımda enerji kullanım etkinliğinin artırılabilmesi için, işletmelerin mekanizasyon alt yapısı için enerji verimliliği yüksek olan teknolojiler kullanılmalı ve güç kaynağına uygun kapasitede alet ve ekipman seçilmelidir.

Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş ilinde fotovoltajik (PV) enerji sistemlerine (Off-grid ve On-grid) sahip 2 farklı işletmenin (etlik piliç (broiler) ve tatlı su balık işletmesi) enerji etkinliği belirlemek ve sistemin yörede benzer işletmelerde uygulanabilirliği ve PV Enerji sistemlerinin ekonomik analizlerinin ortaya konulmasıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynağı: Güneş Enerjisi

Nükleer yakıt haricinde bildiğimiz yaşamın en büyük ve temel enerji kaynağı güneş'tir. Dünyaya uzaklığı 151 106 milyon km ve çapı 1.4 milyon km olan güneş içerisinde meydana gelen füzyon reaksiyonları yoluyla, hidrojen elementinin helyum elementine dönüşmesini sonucunda ortaya çok büyük miktarlarda enerji açığa çıkarmaktadır. Güneşte meydana gelen bu füzyon sayesinde ortaya çıkan enerjinin çok az kısmı dünyaya ulaşabilmektedir. Dünyanın dış yüzeyinde 73 104 kW değerinde olan bu enerji, atmosferden geçişi sırasında atmosfer içerisinde bulunan su buharı, karbondioksit ve ozon gibi gazların absorbe edici özelliği ile önemli oranda kayıp yaşar ve dünyaya sadece 1367 W/m² değerinde enerji ulaşabilir. Yeryüzüne ulaşabilen ışınımın değerinin bu kadar düşük olmasının nedeni, kat edilen mesafe ve atmosferdeki karbondioksit, su buharı ve ozon gibi gazların ışınımı absorbe etmeleridir. Yüzey sıcaklığı 6000 °K olan güneşten yayılan ışınım değerinin yalnızca % 70'i yeryüzüne ulaşmaktadır. Atmosfer tabakasının dış yüzeyinde 1367 W/m² olan ışınım değeri, atmosferde güneş ışınlarının yayılım ve saçılım şeklinde azalmasından dolayı pratikte 1000 W/m² şeklinde kabul edilmektedir. Birim alana düşen anlık güneş enerjisi gücü (anlık enerji, W/m²) olarak anılan bu değer güneş sabiti olarak bilinmektedir (Karamanav, 2007).

İnsanların güneş enerjisinden teknolojik olarak yararlanması çok eskilere dayanır. Bilinen ilk uygulamalardan biri, Arşimed'in Sirakuza'da güneş ışınlarını büyük aynalarla yoğunlaştırarak düşman gemilerine odaklaması ve onları yakması olarak bilinir. 17.yy'da, yine aynalarla güneş ışınlarının yoğunlaştırılarak odun yığınlarının yakılmasında kullanıldığı, 18.yy'da yoğunlaştırılmış güneş ışınlarının kimyasal tepkimelerde ve güneş ocaklarında kullanıldığı görülür. 19.yy'da güneş enerjisi uygulamaları artmıştır. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi ile metal eritme, su damıtma, buhar üretme, güneşle çalışan buhar makinası, baskı makinası gibi yapılan çalışmalar, uygulama örnekleri olarak gösterilebilir. 20.yy'da insanların yaşamına giren petrol, güneş enerjisi kullanımıyla ilgili gelişmeleri bir ölçüde yavaşlatmıştır. Bununla birlikte, 1974'deki yapay bunalımı ve petrol fiyatlarının artması sonucu güneş enerjisi üzerindeki çalışmalar, yeniden hız kazanmıştır. Özellikle evlerde sıcak su sağlanmasında güneş topacları kullanımı bu yüzyılda yaygınlaşmıştır. Yine, yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin kullanıldığı güneş santralleri bu yüzyılda yapılmaya başlanılmıştır. 1954 yılında Bell laboratuvarları'nda güneş pillerinin geliştirilmesi ile güneş pilleri, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren aygıtlar olarak giderek yaygın kullanım alanları bulmuşlardır. Güneş pillerinin ilk büyük ölçekli uygulama alanı, uzay çalışmalarında

olmuştur. Uzay araçlarına enerji sağlamada bu piller en uygun araçlar olmuşlardır (Ültanır, 1998).

2.2. Fotovoltaik (PV) Enerji Sistemleri

Güneş enerjisinden elektrik üretimi denildiğinde karşımıza ilk olarak fotovoltaik (photovoltaic) terimi çıkmaktadır, “PV” ile gösterilen bu terim ışıktan gerilim üretilmesi anlamına gelmektedir. Fotovoltaik (PV) etki; temel olarak güneş radyasyonu altındaki iki farklı malzeme arasında oluşan elektriksel potansiyeldir. PV hücresi, bu etkiyi kullanarak güneş ışığını direkt olarak elektriğe çevirir. Bu etki ilk defa 1939 yılında fizikçi Becquerel tarafından ortaya atılmıştır (Patel, 1999).

Elektrik enerjisi ihtiyacı olan tüm uygulamalarda güneş pilleri kullanılabilir. Güneş pilleri ve modülleri seçilen uygulamaya göre; invertör (eviriciler), aküler, akü şarj kontrol cihazları ve çeşitli elektronik devreler ile birlikte, bir güneş pili sistemini (fotovoltaik sistem) meydana getirirler. Bu sistemler, yerleşim yerlerinden uzakta, jeneratör maliyetlerinin pahalı olduğu, elektrik şebekesi olmayan bölgelerde sıklıkla kullanılmaktadırlar. Bununla birlikte son yıllarda şebeke hattı ile entegre, sisteme bağlantılı olarak kullanılmaya başlamışlardır.

Fotovoltaik (PV) sistemler, alternatif akım (AC) ya da doğru akım (DC) ile çalışan ekipmanların enerji ihtiyaçlarını karşılamak için, güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürürler. Panellerde üretilen elektrik doğru akım (DC)'dir. Panellerde üretilen bu doğru akım ile çalışabilen makine ve ekipmanlar direkt olarak beslenebilir. Ancak güneş ışınımı (radyasyonu) düzenli ve kararlı olmadığı için, doğru akım ile çalışan yükün beslenmesinde yetersiz kalılabilmektedir. Ayrıca PV sistemde üretilen elektrik enerjisi bazı zamanlarda sistemin ihtiyacından fazla olabilmektedir. Fazla olan bu elektrik enerjisi aküler yardımıyla depolanarak, güneşin olmadığı ya da yetersiz kaldığı zamanlarda kullanılabilir. Fotovoltaik (PV) sistemler, şebeke elektriğinin olmadığı yerleşim yerlerinden uzak noktalarda elektrik şebekesinden bağımsız olarak inşa edilebildikleri gibi, şebeke elektriğinin olduğu yerlerde şebekeye enerji aktaracak şekilde de düzenlenebilirler. Elektrik enerjisinin doğru akım yerine alternatif akım olarak istendiği şebekeden bağımsız veya şebeke bağlantılı sistemlerde, PV panellerde üretilen doğru akım bir invertör yardımı ile alternatif akıma dönüştürülerek kullanılır. Uygulamanın şekline göre çeşitli destekleyici elektronik elemanlar sisteme katılabilir (Patel, 1999).

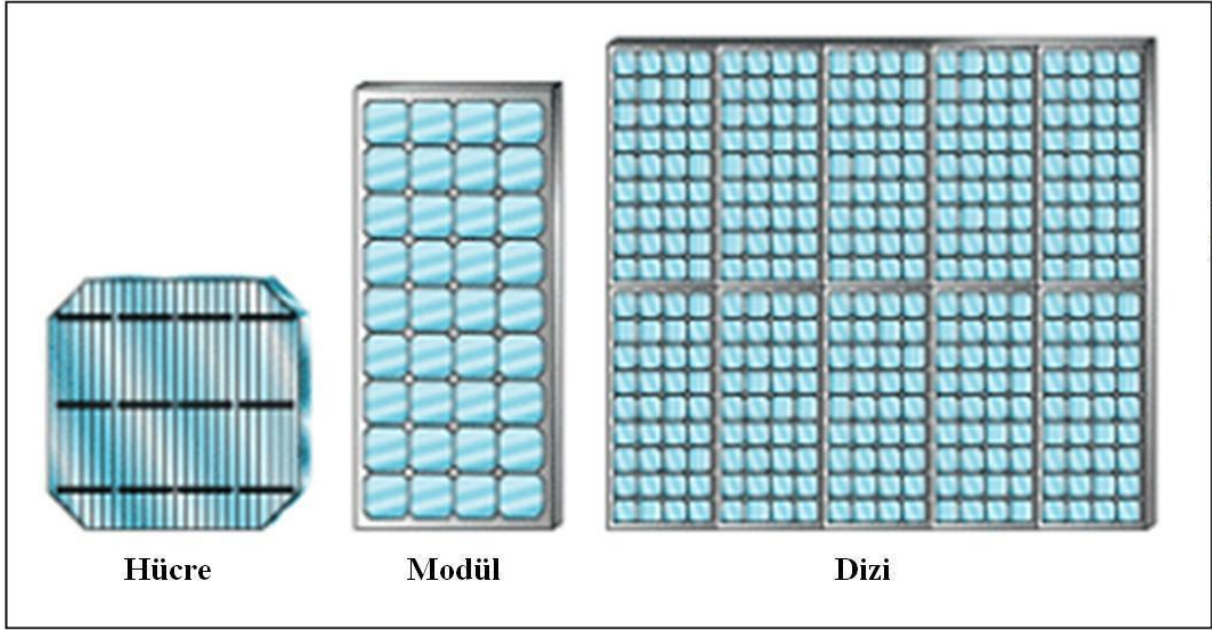
2.3. Fotovoltaik (PV) Enerji Sistem Bileşenleri

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilen PV sistemlerde kullanılan ekipmanlar temelde aynıdır. Şebeke bağlantılı ve şebeke bağlantısız olması durumuna göre sadece akü grubu farklılık göstermektedir. PV sistemde genel hatlarıyla PV güneş paneli, DC-AC invertör (evirici), akü grubu, şarj kontrol ünitesi, kablo ve bağlantı elemanları, yedek güç ünitesi, izleme ve sistemin kontrolörü için gerekli ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.3.1. Güneş Panelleri

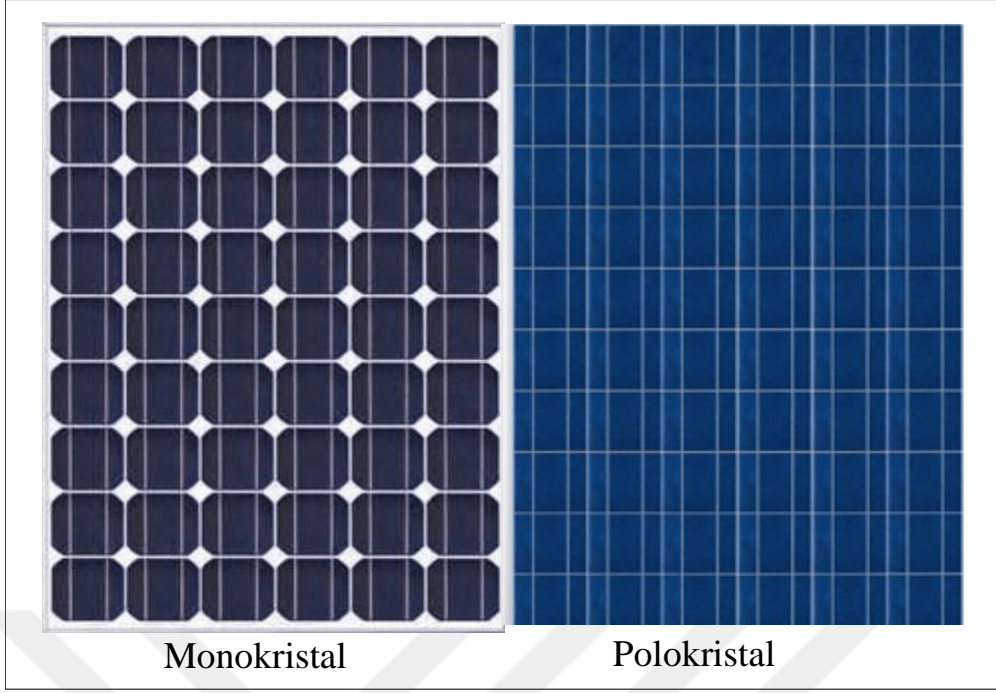
PV güneş panelleri, enerjinin korunumu yasasına göre, güneşten gelen ışık enerjisini elektrik enerjisine çeviren ve enerjiyi depolayamayan cihazlardır. Güneş panelleri, birçok solar hücrenin birleşiminden oluşmaktadır. Bu hücreler dünyamızda bolca bulunan ve adına silikon (silisyum) denen elementlerden yapılır. Bu hücreler tıpkı pillerdeki gibi, elektrik akımı oluşturmak için pozitif ve negatif katmandan meydana gelir. Güneşten gelen fotonlar, güneş panellerinin üzerinde bulunan bu hücreler tarafından emilirler ve açığa çıkardıkları enerji ile elektronların serbest hareket etmesine neden olurlar. Serbest kalan elektronlar, panelin alt kısmına doğru hareket eder ve elektronların bu hareketiyle elektrik üretilir. Güneş panelleri, yapılarına bağlı olarak yüzeylerine gelen güneş enerjisinin sadece % 5 ile % 25'lik kısmını elektrik enerjisine dönüştürebilirler. Güneş panellerindeki bu verimliliği yapılarında bulunan silikonun saflık derecesi belirler. (Güler, 2014).

Güneş panelleri birkaç cm² alana ve küçük güç değerlerine sahip fotovoltaik hücrelerin seri veya paralel bağlanarak birleşmesiyle oluşurlar. Bu birleşme ile panellerin güç değerleri hücre sayısı oranında artmış olur. Güneş panellerinde üretilen güç değerleri de bir PV sistem için yeterli değildir. PV sistemlerde gerekli olan daha yüksek güç değerlerine ulaşmak için ise güneş panelleri seri veya paralel bağlanırlar. PV panellerin bu şekilde bağlanmaları ile oluşan düzeneğe fotovoltaik dizi denmektedir. Fotovoltaik hücre, panel ve dizi yapısı Şekil 2.1.'de görülmektedir (Bahtiyar, 2006).



Şekil 2.1. Fotovoltaik hücre, panel ve dizi

Güneş pilleri yarı-iletken özellik gösteren birçok farklı maddeden faydalanarak üretilirler. Ancak günümüzde ulaşımı en kolay ve ekonomik olmasından dolayı silisyum (silikon) tercih edilmektedir. Genelde kullanılan iki tip panel çeşidi vardır. Bu paneller monokristal panel ve polikristal panel olarak adlandırılırlar (Şekil 2.2.). Dökme silisyum bloklardan dilimlenerek elde edilen polikristal panellerin verimi % 14-18 arasında olurken, tekkristal silisyum bloklardan üretilen monokristal panellerin verimleri % 15-24 arasında olabilmektedir. Monokristal panellerin verimleri polikristal panellere göre daha fazladır, fakat fiyatları da pahalıdır. Bu yüzden GES kurulumlarında polikristal paneller daha sık tercih edilirler. (Gasch ve Twele, 2002).



Şekil 2.2. Monokristal ve polikristal paneller

2.3.2. Eviriciler (İnvertör)

Elektriksel bir güç dönüştürme elemanı olarak tanımlanabilen eviriciler (invertörler) güneş panellerinde üretilen doğru akımı alternatif akıma (şebeke akımına) dönüştüren, sistemin en önemli ürünlerinden biridir. İnvertörler genel olarak tam sinüs ve kare dalga invertörler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Eğer sistemde hassas yük gerektiren işler bulunuyor ise tam sinüs çıkışlı eviriciler, aydınlanma ve ısınma gibi düşük hassasiyetli işler bulunuyor ise kare dalga invertörlerin kullanılması uygun görülmektedir. İnvertör gücü hesaplanırken, sistemde aynı anda çalışabilecek cihazların güç değerleri toplanır ve invertör seçimi buna göre yapılır. (URL, 2018a).

İnvertörler ayrıca, panellerde üretilen gerilimi şebeke gerilimine göre düzelterek, akımda meydana gelen sapmaları doğrulturlar. Bu sayede elektrik dalgalanmalarından kaynaklanan motor ve mekanik aksam arızalarını önleyerek, tamir ve bakım masraflarını minimize eder ve ömürlerini uzatırlar.

2.3.3. Şarj Regülatörleri (Şarj Kontrol Cihazları)

Şarj regülatörleri, yenilenebilir PV güneş enerjisi sistemlerinde, güneş panellerinde üretilen elektrik enerjisinin akımını, kontrollü bir şekilde akülere aktaran cihazlardır. Bu cihazlar aynı zamanda akülerin fazla şarj olmaması için akımı keserek akülerin ömrünü uzatırlar. Genellikle şebeke bağlantısız (off-grid) sistemlerde kullanılan ürünlerdir. Aynı bir modül olarak kullanılabilirler gibi dahili olarak solar inverterlere entegre şeklinde de

bulunabilirler. Her iki durumda da görevleri ; aküleri düzenli bir şekilde şarj ederek akülerden panellere giden akımı engellemektir. Şarj regülatörlerinin seçimi genellikle verimlerine göre yapılmaktadır. Şarj regülatörleri PWM şarj regülâtörleri ve MPPT şarj regülâtörleri olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır (URL, 2018b).

2.3.4. Aküler

Elektrik enerjisinden elde edilen enerjiyi kimyasal enerjiye çevirerek depo eden, ihtiyaç olduğunda ise bu enerjiyi elektrik enerjisi olarak tekrar verebilen cihazlardır. Sulu, kuru ve Jel akü gibi çeşitleri bulunmaktadır. Güneş ve rüzgar enerjisi sistemlerinde sıklıkla kullanılan bu aküler istenen kapasiteye ulaşabilmek için seri veya paralel bağlanabilirler ve istenen güç değerlerine göre ayarlanabilirler.

2.3.5. Diğer Ekipmanlar

Sistemde kullanılan diğer ekipmanlar trafo, bağlantı elemanları, kablolar ve sigortalardır. Ayrıca sistemin çalışmasını ve verilerin izlenebilmesi için çeşitli elektronik devreler ya da yazılımlar kullanılabilir. Trafo, kablo ve sigorta seçimi sistemin sorunsuz çalışabilmesi için oldukça önemlidir. Güneş enerjisi sistemlerinde genelde 3 çeşit kablo kullanılmaktadır. Bu kablolar DC kablo, AC kablo, kontrol ve haberleşme kablolarıdır. Ayrıca güneş enerjisi sistemlerinde dış ortam şartlarında kaldıkları için en çok zarar gören ekipmanlar DC kablolardır. Bu yüzden DC solar kablolar dış ortam şartlarına dayanıklı, çift katmanlı olarak izole edilmişlerdir. Dış ortam şartlarında aşırı sıcaklık, aşırı soğuk ya da don tehlikesine maruz kalabilen bu DC kablolar yanmaya, aşırı ısıya ve soğuğa, UV, ozon, asit ve basınç gibi doğa şartlarına dayanıklı olmalıdır. Bu yüzden 25 sene bu şartlara dayanmaları gerekmektedir. (URL, 2018c)

2.4. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli

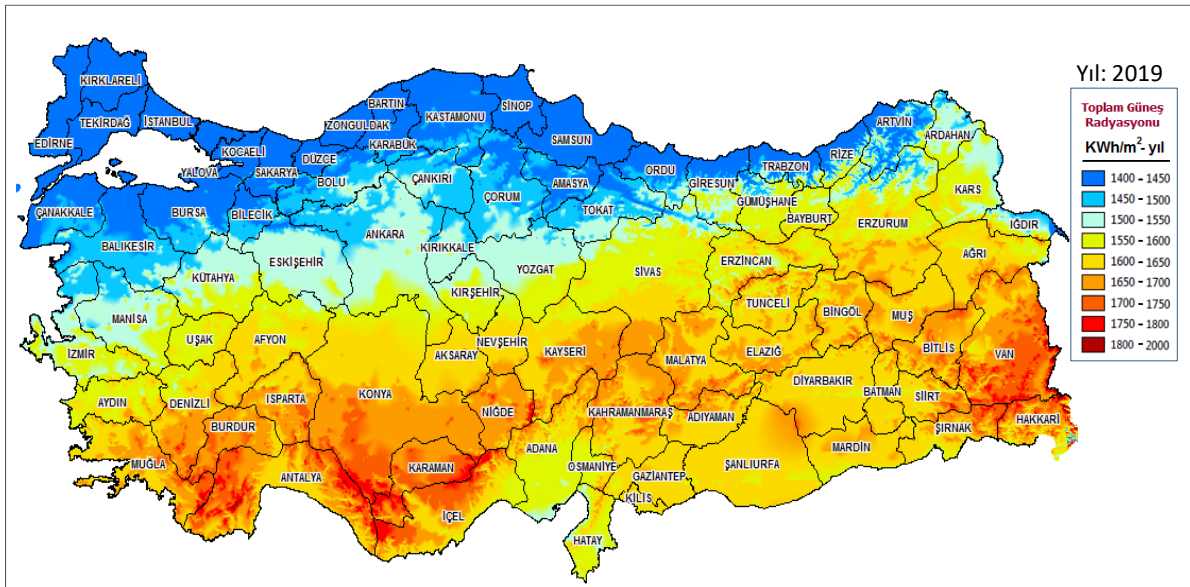
Türkiye'nin sahip olduğu coğrafi konumdan dolayı günlük ortalama 7.5 saatlik güneşlenme süresi (Şekil 2.4) ve 1527 kWh/m² yıllık toplam gelen güneş enerjisi miktarı (Şekil 2.5) ile birçok ülkeye göre güneş enerjisi potansiyeli bakımından avantajlı durumdadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) verilerine göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2741 saat (günlük ortalama 7.5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1527 kWh/m².yıl (günlük ortalama 4.18 kWh/m².gün) olduğu belirtilmiştir. 2018 yılında toplam güneş kolektörlerinin kapladığı alan yaklaşık 20 200 000 m²'ye ve ısı enerjisi üretimi değeri 876 720 TEP (Ton Eşdeğer Petrol)'e ulaşmıştır. Yine 2018 yılında devreye alınan güneş enerjisi santral sayısı 5868 adet olmuştur.

Bunun 4981.2 MW'ı lisanssız, 81.8 MW da lisanslı olmak üzere Türkiye deki güneş enerjisi santrallerinin toplam kurulu gücü 5063 MW'a ulaşmıştır. Bu sonuçlara göre Güneşten elde edilen elektrik enerjisinin ülkedeki toplam elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payı 7477.3 GWh ile %2.5'a yükselmiştir (Şekil-2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5 ve Şekil 2.6) (ETKB, 2019).

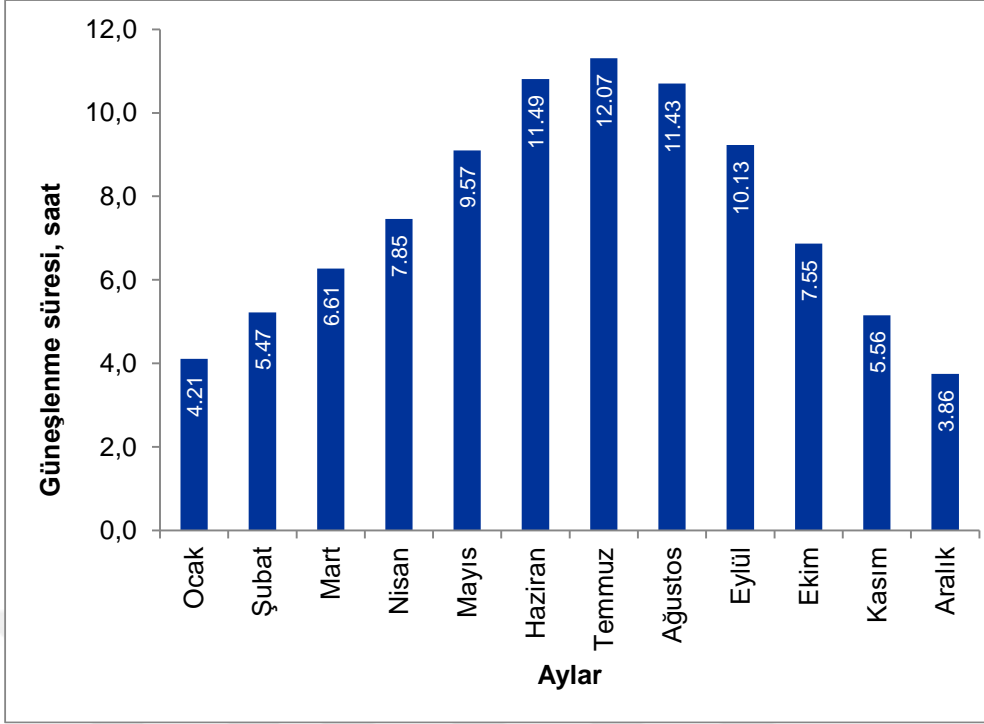
Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli, Avrupa'nın güneş enerjisine en büyük destek veren ülkesi Almanya ile karşılaştırıldığında, yaklaşık olarak iki kat daha verimli bir ülke olduğu görülmektedir. Ülkemizin güneş ışınımı açısından en verimli kesimi, güney bölgeleridir. Ancak yatırım yapılabilirlik açısından bakıldığında kıyı şeridi bölgelerinin yatırıma en elverişli bölgeler olmadığı değerlendirilmektedir.

Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisleri, yatırım ve işletme süreçleri açısından değerlendirildiğinde, hidroelektrik, rüzgar ve fosil yakıt santralleri gibi enerji üretim santrallerine benzer süreçlere sahiptirler. Güneş enerjisinden elektrik üreten PV santralleri için kurulum sahası belirlenirken bölgenin güneş enerjisi potansiyeli iyi analiz edilmeli, PV tesisinin başlangıç kurulum maliyetlerinin ve işletme maliyetlerinin iyi belirlenmesi son derece önem arz etmektedir. Bu analizlerin yapılabilmesi için tesis kurulum sahasının coğrafi konumu ve iklim şartları da dikkate alınmalıdır (Karaca ve ark., 2011).

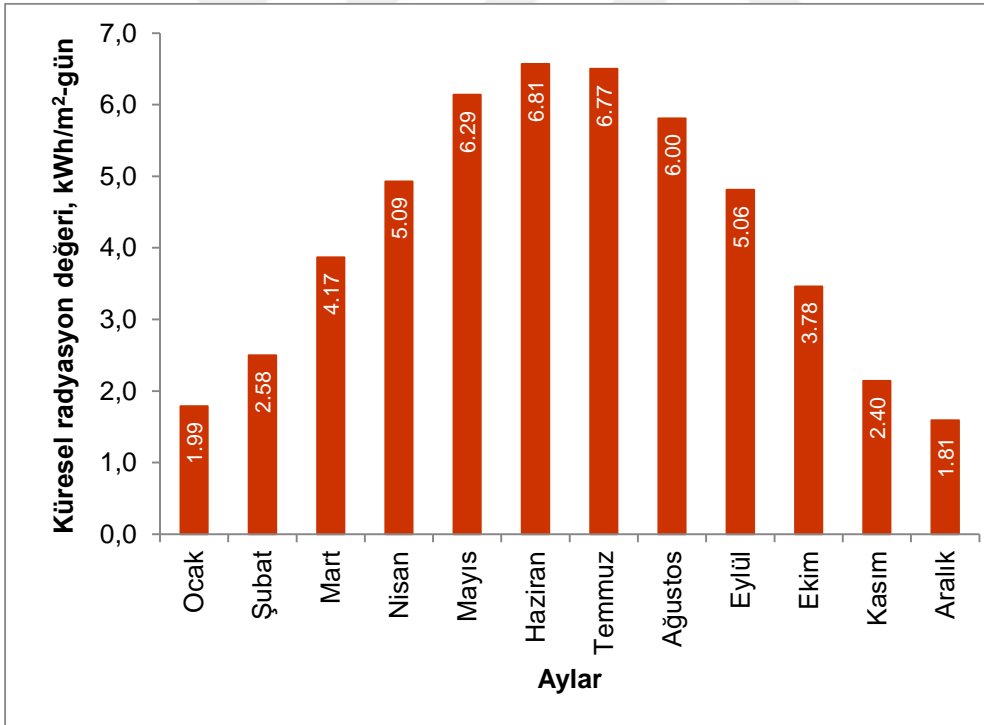
Aşağıda Şekil 2.3'de bölgelere ve şehirlere göre güneşlenme değerlerinin karşılaştırılabileceği Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) verilmiştir



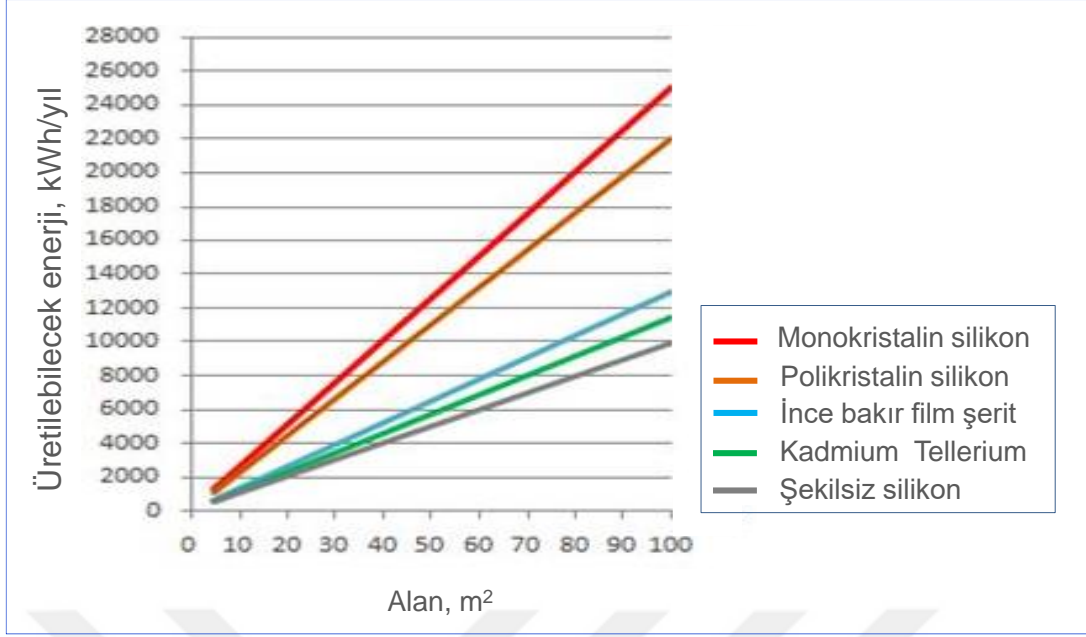
Şekil 2.3. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA, 2019a).



Şekil 2.4. Türkiye'nin aylara göre güneşlenme süreleri



Şekil 2.5. Türkiye'nin aylara göre küresel radyasyon değerleri



Şekil 2.6. Türkiye PV tipi-alan-üretilebilecek enerji (kWh-Yıl)

Yukarıdaki verilere göre Türkiye en yüksek güneş enerjisi değerine haziran ve temmuz aylarında, en düşük güneş enerjisi değerlerine ise ocak ve aralık aylarında sahip olmaktadır. Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi potansiyeline sahip olan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi'dir. İkinci sırada ise Akdeniz Bölgesi bulunmaktadır. Güneş enerjisi uygulamaları projelendirilirken sadece güneşlenme zamanının değil radyasyonunda hesaplanması gerekir.

2.5. Fotovoltaik (PV) Enerji Sistemleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Elhadily ve Shaahid (2003) yılında Suudi Arabistan'da bir iş merkezinin enerji yük gereksinimini (yıllık ortalama 620 000 kWh elektrik enerjisi) karşılamak için hibrit (rüzgar+güneş) enerji dönüşüm sistemlerinin kullanım potansiyelini belirlemek için yürüttükleri çalışmalarının sonucunda, sisteme 150 m² alana sahip fotovoltaik (PV) enerji sistemi ve 300 kW rüzgar türbininin toplam gereksinim duyulan enerji yükünün %17'lik kısmın karşılayabileceklerini rapor etmişlerdir.

Kurban ve Hocoğlu (2004), yaptıkları güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının tek başına kullanımının bazı süreksizliklerden dolayı gün içerisinde ve yıl içerisinde değişkenlik gösterdiğinden, bu enerji kaynaklarının tek başına kullanılması yerine iki veya daha fazla yenilenebilir enerji kaynağının birlikte kullanıldığı hibrid enerji sistemlerinin sistem güvenilirliğini artırdığını belirtmişlerdir. Özellikle enerji gereksiniminin kesintiye uğramamasının gerekli olduğu sistemlerde, hibrid uygulamalar için

güneş, rüzgar ve dizel jeneratör enerji kaynaklarının ikili veya üçlü olarak kullanımının gereklilik olduğu ve bu enerji kaynaklarından hangilerinin kullanılacağına bölgenin meteorolojik koşullarına göre belirleneceği açıklanmıştır.

Karamanav (2007), “Güneş Enerjisi ve Güneş Pilleri” isimli çalışmasında, fotovoltaik etki ve güneş pillerinin ilkelerini incelemiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi hakkında istatistiki bilgilere yer vermiştir. Ayrıca güneş pilleri ile alakalı deneysel çalışmalar yapmıştır. Buna ilave olarak, Güneş enerjisinin yapısı ve güneş ışınlarının dünyaya etkileri, güneş pillerinin tarihi gelişim süreci, fotovoltaik (PV) dönüşüm ilkeleri ve çalışma prensibi, güneş pillerinin çeşitleri ve güneş pillerinin verim değerleri hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmada ayrıca güneş pillerinin çalışmasını etkileyen dış faktörler açıklanmış ve yapılan bir deneysel çalışma ile bu dış faktörlerden biri olan foto açısal etki üzerinde durulmuştur. Yapılan bu deneysel çalışma neticesinde elde edilen sonuçlara göre ışık açısına bağlı olarak güneş pilinin akım ve gerilim değişimi grafikler halinde ortaya konmuştur. Bu çalışma sonucunda güneş pilleri ile ilgili önemli istatistiksel bilgiler derlenerek, yenilenebilir enerji kullanımının geleceğine yönelik alınan önlemler hakkında genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Akyüz ve ark. (2009), endüstriyel bir tavukçuluk sektöründe hibrid yenilenebilir enerji sisteminin ekonomik açıdan değerlendirilmesini yapmışlardır. Yapılan bu çalışmada, şebekeden bağımsız, ticari bir tavuk çiftliğinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için hibrid bir sistemin teknolojik ve ekonomik olarak uygulanabilirliği incelenmiştir. Balıkesir ilinde faaliyet gösteren çiftlikte yapılan çalışmalarında dizel jeneratörün çalışma saatleri, işletmenin enerji maliyeti, fazla elektrik üretimi, aşırı yüklenme ve yakıt tasarrufu açısından incelenmiştir. Çiftliğin enerji ihtiyacı belirlenerek, enerji talebini karşılamak için farklı sistemler tasarlanmıştır. Yenilenebilir enerji sistemleri için hibrid optimizasyon (HOMER) yazılımında sırasıyla sadece dizel, rüzgar-dizel-akü, fotovoltaik-dizel-akü, fotovoltaik-rüzgar-dizel-akü sistemleri olmak üzere dört farklı durum için değerlendirilme yapılmıştır.

Paska ve ark. (2009), yaptıkları çalışma ile hibrit bir elektrik üretim sistemi ile geleneksel elektrik üretim kaynaklarının beraber kullanılmasının, enerji verimliliği açısından en uygun sonucu verdiğini açıklamışlardır. Mevcut elektrik şebekeleri ile yenilenebilir enerji sistemlerinde üretilen enerjinin birbirleriyle olan uyum sorununun ciddi problemler oluşturduğu ve farklı hibrit denemeleri sonucunda jeneratör destekli şebeke sisteminin en uygun çözüm olduğu sonucuna varmışlardır. Yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişim ve maliyetlerin önemli ölçüde azalması sonucunda sistem maliyetlerinin düşeceğini

öngörmüşlerdir. Bu çalışmada önerilen çözümde ülkesel bazda değişiklik gösteren petrol ürünleri fiyatının düşük olması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olması bu sistemlerin ekonomik olmamasının başlıca nedenlerindedir.

Ekren ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada İzmir Urla da aküleme, basit geri ödeme süresi ve iletim hatları uzunluğu gibi parametreleri dikkate alarak hibrit güneş ve rüzgar enerjisi sistemin olası boyutlarına değinmişlerdir. Mobil bir baz istasyonunun enerji ihtiyacını karşılamak için yaptıkları çalışmalarının sonunda optimum fotovoltaik alanı 3.95 m², rüzgâr türbinin süpürdüğü alanı 29.4 m² ve akü kapasitesini 31.92 kWh olarak bulmuşlardır. Bu hibrit sistemin 37 034 \$ maliyetinin olduğunu hesaplamışlardır. Baz istasyonu ile şebeke elektriğine ulaşacağı trafo arasındaki mesafe 4 817 metre ve üzerinde olması halinde hibrit sistemin ekonomik olacağı belirlenmiştir.

Setiawan ve ark. (2009), Yaptıkları çalışmalarında hibrit bir elektrik üretim sistem tasarlayarak bir su arıtma tesisinde gerekli olan elektrik ihtiyacı karşılamayı düşünmüşlerdir. Rüzgâr türbini, PV sistem, dizel jeneratör ve akü içeren alternatifler arasından bölge şartlarına en uygun sistemin jeneratör ve rüzgâr türbininden oluşan kombinasyon olduğuna karar vermişlerdir. Sonuç olarak jeneratör ve rüzgâr türbininden oluşan bir sistemin birim enerji maliyetinin 0.437 \$/kWh olduğunu hesaplamışlardır. Sistemde üretilen elektrik enerjisinin %20'sinin rüzgâr türbininden, %80'ninin de dizel jeneratörden karşılandığı ve sistem basit geri ödeme süresinin 11 yıl olduğu bulunmuştur.

Koussa ve ark. (2009), Cezayir'in altı farklı kırsal bölgesinde şebekeden bağımsız güneş, rüzgar ve jeneratör ile elektrik enerjisi gereksiniminin karşılanabileceğini söyledikleri araştırmalarında, farklı kapasite ve farklı bölgelerde kurulan yenilenebilir enerji sistemlerinde enerji kalitesi arttıkça ilk kurulum maliyetinin düştüğünü bulmuşlardır. Rüzgâr debisinin yıl boyu süreklilik gösteren yerlerde enerji ihtiyacının daha çok rüzgâr türbini ile karşılanmasının daha verimli olacağı sonucuna varılmıştır.

Aksoy ve ark. (2010), Konya'da yapılan bu çalışmada hibrit bir enerji üretim sisteminin sulama amaçlı kullanımının teorik olarak uygulanabilirliği üzerinde durulmuştur. Araştırmada 10 metre yükseklikteki rüzgâr debisi değerlerini ve bölgenin ortalama güneş ışınım değerlerini kullanmışlardır. Bu verilere göre hibrit bir sistemin ortalama 4080 kWh/Yıl elektrik üreteceğini hesaplamışlardır. Üretilen bu elektrik ile 50 metre derinliğindeki bir su kuyusundan sırası ile haziran ayında 64.9 m³, temmuz ayında 81.3 m³ ve ağustos ayında da günlük ortalama 63.9 m³ suyun çıkarılabileceğini öngörmüşlerdir. Güneş enerjisi ve rüzgâr

enerjisinden oluşan bu hibrit sistemin mevcut fiyatlarla maliyetinin yüksek olduğunu, ancak bakım maliyetinin çok az olması ve çevre dostu olmasının önemini belirtmişlerdir.

Dursun ve ark. (2010), yaptıkları çalışmalarında Ege bölgesinde yakıt pili güç üretimi, fotovoltaik güneş enerjisi sistemi ve rüzgâr türbini sistemlerinin performansını değerlendirmişlerdir. Araştırmalarında tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılan Güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi sistemlerinin meteorolojik şartlar da göz önünde bulundurularak geniş ölçüde kullanılabilceğini, yakıt pillerinin ise tek başına kullanılamayacağı ancak iyi bir destekleyici sistem olabileceğini vurgulamışlardır.

Düzenli (2010), yaptığı çalışmasında güneş panelleri ile su pompalama sistemleri incelenmiş ve ekonomik açıdan da değerlendirilmiştir. Sistemde batarya kullanımının maliyeti artırdığı ancak, batarya kullanmadan da şebekeden bağımsız yerlerde bu sistemin kullanımının sulama ihtiyacına cevap vermediğini belirtmiştir. Hazırlanan tezde özellikle ekonomik analiz kısmında elde edilen veriler ışığında fotovoltaik sistem kullanımının jeneratörlü bir sisteme nazaran son derece ekonomik olduğunu ortaya konmuştur. Bununla birlikte detaylı bir inceleme sonucunda üretilen elektriğin maliyetinin şebekeden alınan elektrik fiyatından pahalı olduğu vurgulanmıştır. Ancak, mevcut bazı dezavantajlara rağmen fotovoltaik sistemler, güneş enerjisinden enerji elde etmek son derece çevreci, nispeten temiz, güvenilir, orta vadede kendini amorti edebilen, kullanımı kolay ve güvenilir sistemler olduğu da ifade edilmiştir.

Nema ve ark. (2010), Elektrik enerjisini dizel jeneratör ile karşılayan bir telefon baz istasyonunda hibrid yenilenebilir enerji kullanımının uygulanabilirliğinin ve geri ödeme süresinin konu edildiği çalışmada, bakım ve işletme maliyetlerinin çok az olduğu hibrit sistemin basit geri ödeme süresinin 2 ila 4 yıl arasında olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca hibrit sistem kullanımı ile dizel yakıt kullanımının %70-80 oranında düştüğünü ve dolayısıyla CO₂ salınımının azaldığı ve çevre dostu bir sistem olduğunu ifade etmişlerdir.

Zhou ve ark. (2010), araştırmalarında güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisinin birleşiminden oluşan ve akü ile desteklenen şebekeden bağımsız hibrid bir sistem simülasyonu yapmışlar ve yenilenebilir hibrit sistemin mevcut teknolojilerinin durumuna değinmişlerdir. Sonuç olarak yenilenebilir enerji sistemleri alanında araştırma ve geliştirme çalışmalarının devam etmesi gerektiği, gelişmelerden elde edilen veriler ve tekniklerin diğer enerji kaynakları ile entegrasyonunun ihtiyacına olan öneme değinmişlerdir.

Köse (2010), tarafından tamamlanan tez çalışmasında; Dumlupınar Üniversitesi Kampus alanında şebekeden bağımsız ve şebekeye bağlı güneş ve rüzgâr enerjisinden oluşan hibrit enerji sistemlerinin elektrik üretimi üzerine teorik bir inceleme yapmışlardır. Bölgede rüzgâr ve güneş potansiyeline ilişkin daha önce yapılmış ve bunlar yayımlanmış olup elde edilen veriler kullanılmıştır. Yapılan sistemde, kurulu gücü 15 ila 45 kW arasında olan 16 adet şebekeye bağlı, 1 ila 10 kW kurulu güç değerlerinde ise şebekeden bağımsız altı farklı senaryo oluşturulmuş, elektrik enerjisi üretimi araştırılmıştır. Oluşturulan sistemlere uyumlu olarak güneş paneli, rüzgar türbini, akü, şarj regülatörü ve invertör seçimi yapılmış ve yıllık ortalama panele gelen güneş ışınımı dikkate alındığında güneş panelinin en uygun konumunun güney yönünde 30° eğimli olacağını da belirtmiştir.

Karaca ve ark. (2011), Konya'nın güneş enerjisi potansiyelinin de ortaya konulduğu bu çalışmada, Konya'da yapılan güneş enerjisinden elektrik üretimi konusunda örnek bir uygulamanın detaylarına yer verilmiştir. Konya Ve Civarının Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Selçuklu Belediyesi Muhtar Evlerinde Güneşten Elektrik Üretim Sistemi Uygulaması adlı çalışma sonucunda Türkiye'de fazla örneği olmayan güneşten elektrik enerjisi üretim sistemi ile ilgili elde edilen veriler anlatılmıştır. Bu uygulama örnek alınarak, Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretimi ile ilgili benzer çalışmaların yaygınlaşmasının önemi vurgulanmıştır.

Mokeddem ve ark. (2011), yaptıkları deneysel çalışmada PV'lerden üretilen elektriğin direk verildiği bir DC pompalama sisteminin fizibilitesini yapmışlardır. Sistemde 1.5 kW PV panel, DC motor ve santrifüj pompadan oluşmaktadır. Deneysel çalışma 4 ay boyunca yapılmış ve değişik iklim koşullarında ve ışınım miktarlarında incelenmiştir. Analizde pompa verimi %30'u geçmemesine rağmen, şebekeden uzak ve özellikle düşük kot farkı bulunan yerlerde pompalama için oldukça elverişli olduğu görülmüştür. Sistemin bataryasız ve karmaşık elektronik sistemlere ihtiyaç duymadan çalışması da ayrı bir avantaj olarak vurgulanmıştır.

Türkay ve Telli (2011), İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi içerisinde şebekeye bağlantılı (On-grid) ve şebeke bağlantısız (Off-grid) yenilenebilir enerji kaynakları kullanmanın ekonomik değerlendirmesini yapmışlardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından hangisinin seçileceği, boyutlandırma seçenekleri ve hibrit enerji sisteminin işletilmesi stratejileri için değişik senaryolar üzerinde durulmuştur. Sistemin simülasyonu için HOMER (Optimization Model for Electric Renewables) güç optimizasyon programı kullanılmıştır. Yapılan bu araştırmaya göre şebekeye bağlantılı hibrit enerji sistemlerinin

şebekeden bağımsız sistemlerden çok daha avantajlı ve uygulanabilir olduğunu görülmüştür. Yenilenebilir enerji sistemlerinden elde edilen enerjinin kullanımında kesintilere uğranmaması için kurulacak enerji sisteminin büyük boyutlarda olması gerekliliği belirtilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre bölgenin rüzgar kapasitesi, ortalama güneş ışınım değerleri ve ekipman maliyetleri göz önüne alındığında şebeke bağlantılı hibrit bir PV güneş enerji sisteminin en uygun seçim olacağı görülmüştür. Yapılan sistemin birim elektrik maliyeti 0.307 \$ / kWh olarak belirlenmiştir.

Dalton ve ark. (2011), 50 odalı bir konaklama tesisinde elektrik ihtiyacını karşılamak için sadece güneş enerjisinden elde edilen elektriğinin kullanıldığı, sadece rüzgar enerjisi elektriğinin kullanıldığı ve her ikisinin beraber kullanıldığı hibrit bir sistemin teknik ve ekonomik analizini ortaya koymuşlardır. Çalışma ile en uygun sistemin şebeke bağlantılı 1.8 MW kapasiteli rüzgâr enerjisi sistemi olduğunu bulmuşlardır. Akünün sisteme dahil edilmediği bu çözüm ile %73 yenilenebilir enerjinin kullanım oranı bulunmuştur. Yine bu sistem ile yılda 3800 ton CO₂ gazı salınımının bertaraf edileceği belirtilmiştir. Çalışma konusu sistem için geri ödeme süresinin 14 yıl olduğu bulunmuştur. PV güneş enerjisi içeren sistemlerin %10 daha ucuz olması şartı ile uygulanabilir olabileceği de belirtilmiştir.

Parida ve ark. (2011), PV teknolojilerinden başlıca kullanım alanlarından bahsedilen bir diğer çalışmada PV güç üretimi, hibrit sistemler, boyutlandırma, performans, enerji güvenliği ve kontrolüne genel bir bakış yapılmıştır. Ayrıca, PV sistemlerini farklı uygulama alanlarından uzay, deniz suyu arıtma, bina uygulamaları, su pompalama sistemleri üzerinde de durulmuştur. Çalışmada hibrit sistemlerin giderek artan bir kullanım alanı olduğu ve özellikle iki farklı yenilenebilir enerjiden oluşan sistemlerin çevre dostu olduğu belirtilmiştir.

Alam ve ark. (2013), Malezya da yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımsal alanlar dışında, kentlerde kullanımını etkileyen sebeplerini inceledikleri araştırmalarında, yenilenebilir enerjinin teorik olarak yeşil enerji kaynağı olarak kabul edilip edilmeyeceğine değinmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

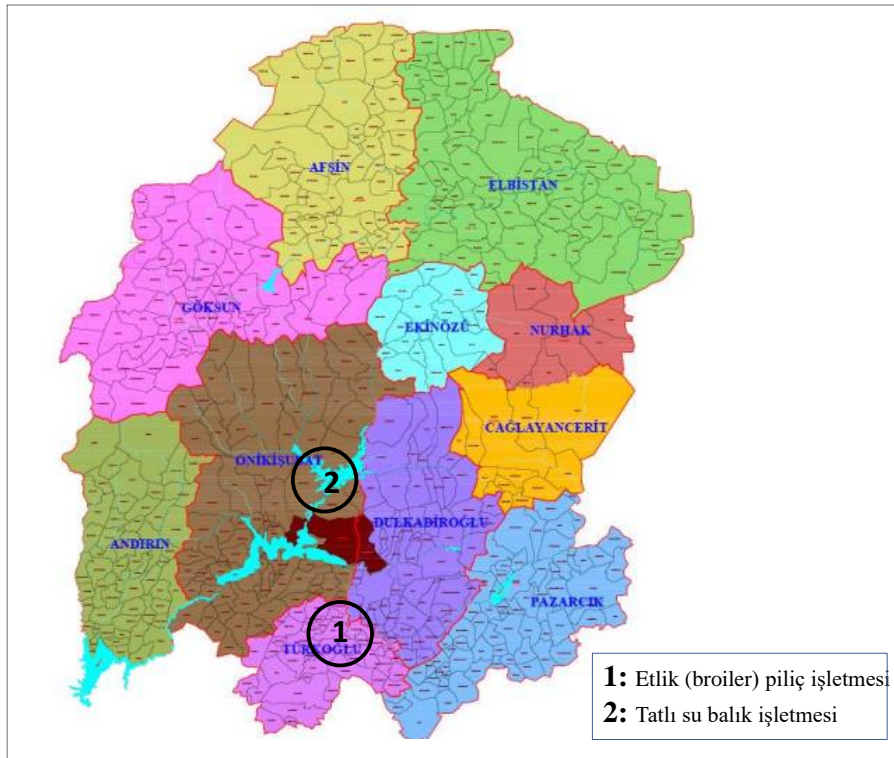
3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmanın Yürütüldüğü İşletmeler

Çalışmanın yürütüldüğü işletmelerin bulunduğu Kahramanmaraş ili 14 346 km²'lik yüzölçümüne sahiptir. İlin deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 568 m olup, 37°-38° enlem ve 36°-37° boylamları arasındadır (URL, 2018d). Kahramanmaraş ili coğrafi konumu nedeniyle Akdeniz İklimi özellikleri göstermesine rağmen, yükseltiye bağlı olarak kuzeye doğru gidildikçe tamamen karasal iklim özelliğine sahiptir.

Araştırma, Kahramanmaraş ilinde bulunan Etlik piliç ve tatlı su balık işletmelerinde yürütülmüştür. Etlik piliç işletmesi, Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesinde yıllık 300 000 adet kapasiteye sahip bir işletmedir. İşletme, yılda 6 dönemde piliç üretimi yapmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü işletme denizden 481 m yükseklikte, 37° 21' 52'' enlem ve 36° 52' 14'' boylamındadır (Şekil 3.1).

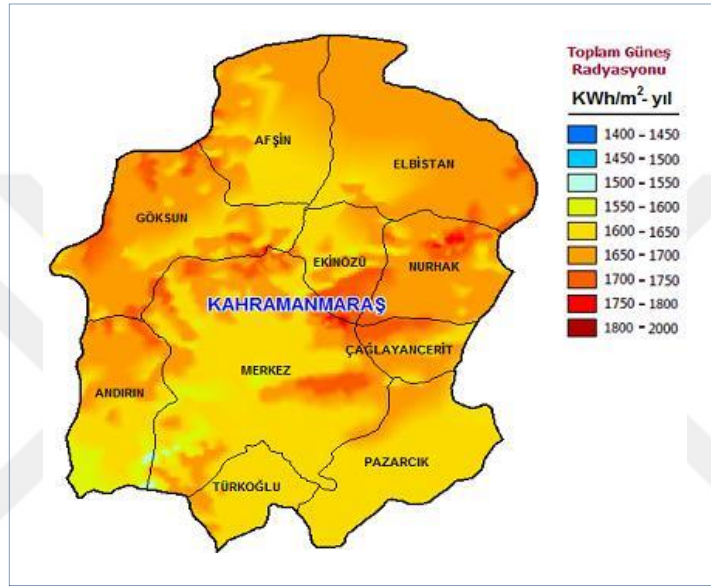
Kahramanmaraş ili Menzelet baraj göleti üzerinde bulunan tatlı su balık işletmesi denizden 584 m yükseklikte, 37° 41' 27'' enlem ve 36° 50' 29'' boylamındadır. İşletmede yıllık 30 ton yayın balığı ve 1 000 000 adet yavru balık üretimi yapmaktadır (Şekil 3.1).



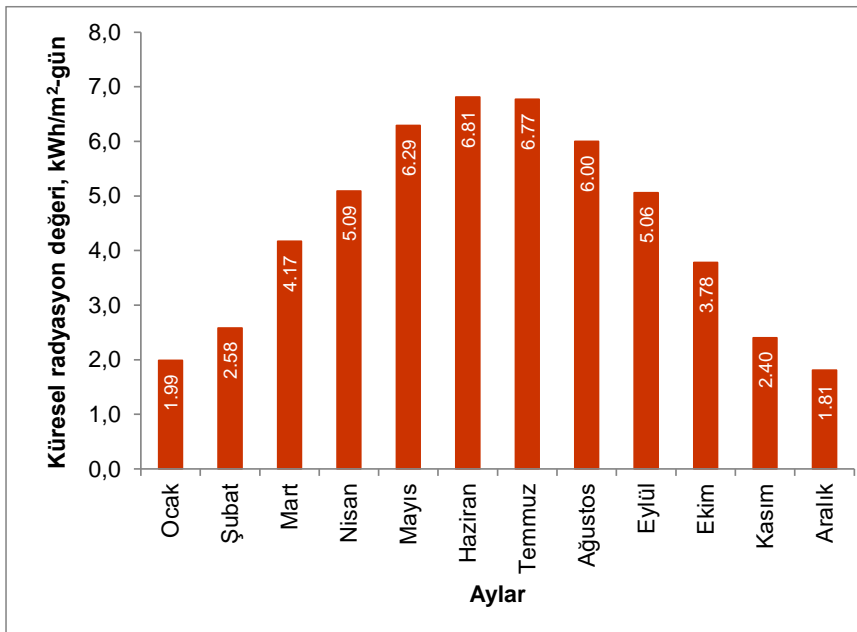
Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü işletmeler

3.1.2. Araştırmanın Yürütüldüğü Bölge ve Kahramanmaraş'ın Güneş Enerji Potansiyeli

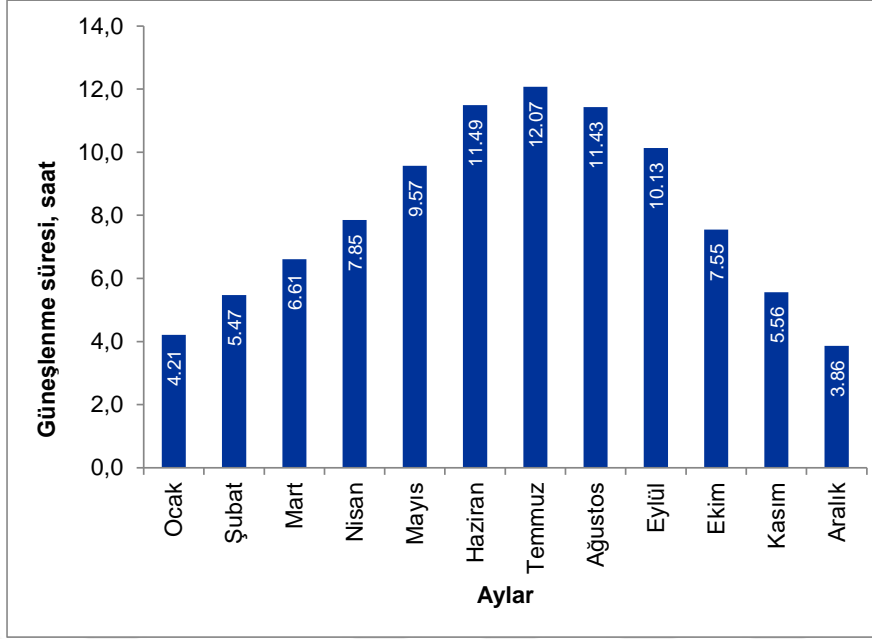
Kahramanmaraş ili Kuzeyden Güneye gidildikçe ve rakım arttıkça güneş enerjisi potansiyelinden daha fazla yararlanabileceği rapor edilmiştir (Şekil 3.2) (GEPA, 2019b). Ayrıca, konumundan elde ettiği yıllık gelen güneş enerjisi miktarı 1611 kWh/m^2 olup günlük enerji ortalaması ise 4.41 kWh/m^2 'dir (Şekil 3.3). Kahramanmaraş ilinin yıl içerisinde en düşük güneş enerjisi potansiyeli 56.1 kWh/m^2 değeri ile Aralık ayında, en yüksek enerji potansiyeli 204.3 kWh/m^2 değeri ile Haziran ayında olmaktadır. İlin yıllık toplam güneşlenme süresi ise 2924 saat (günlük 8 saat)'dir (Şekil 3.4).



Şekil 3.2. Yıllık Kahramanmaraş ilinin farklı bölgelerine düşen güneş enerjisi miktarları

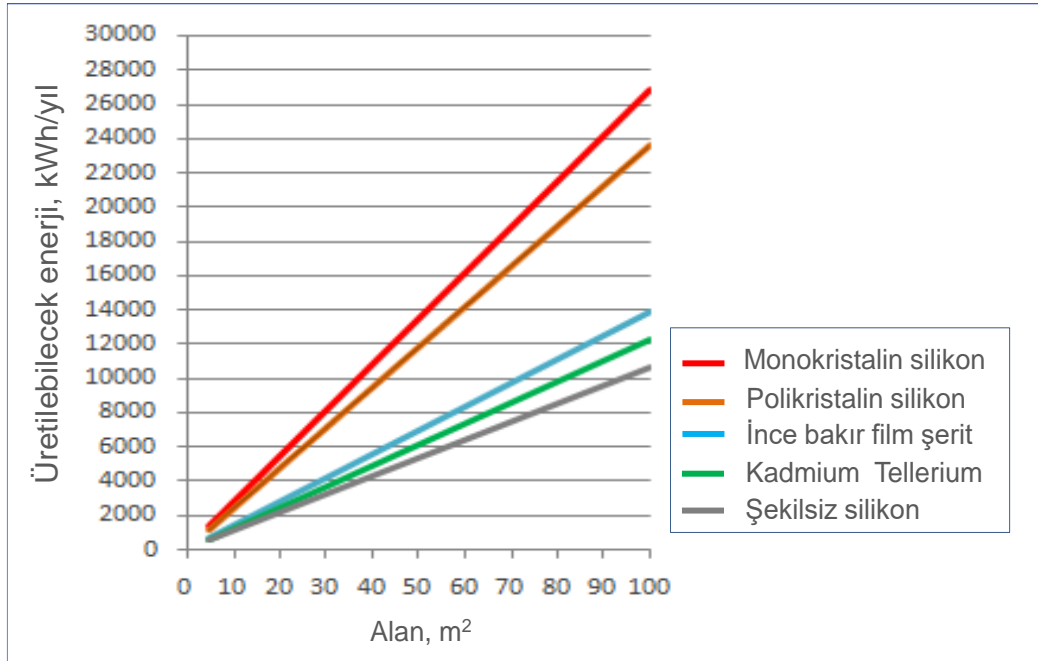


Şekil 3.3. Kahramanmaraş ilinin aylık günlük küresel radyasyon değerleri



Şekil 3.4. Kahramanmaraş iline ait aylık günlük ortalama güneşlenme süreleri

Farklı PV paneli tiplerine (Monokristal, Polikristal, İnce bakır film şerit, Kadmium tellerium ve Şekilsiz silikon) göre birim alan başına üretilebilecek elektrik miktarları Şekil 3.5 de gösterilmiştir (GEPA, 2019b). En yüksek enerji üreten güneş panel tipi monokristal paneldir (Şekil 3.5). Fakat maliyetinin yüksek olmasından dolayı özellikle Kahramanmaraş ili için en yaygın kullanılan panel tipi polikristal panellerdir.



Şekil 3.5. Kullanılan güneş paneli çeşidine göre üretilebilecek enerji (kWh/m²-yıl)

3.1.3. İşletmelerde Kullanılan Makine/Ekipman ve PV Sistem Elemanları

3.1.3.1. Etlik Piliç (Broiler) İşletmesindeki Elektrik Tüketen Makine ve Ekipmanlar

Çalışmanın yürütüldüğü etlik piliç işletmesi, elektrik enerjisinin tamamını bölgesel elektrik dağıtım şirketinden karşılamaktadır. İşletmeci elektrik enerjisi maliyetini düşürmek için “şebeke bağlantılı (On-grid)” fotovoltaik sistem olarak bilinen PV güneş enerjisi sistemi kullanmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Çalışmanın yürütüldüğü etlik piliç işletmesi ve şebeke bağlantılı (On-grid) PV sisteminden görünümü

Sistem, üretilen elektriğin akülerde depolanması yerine üretim yerinde tüketilmesi prensibine dayanmaktadır. Ayrıca, üretilen fazla enerji elektrik şebekesine verilmektedir. PV sistemde yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise bölgesel elektrik dağıtım şebekesinden

enerji alınmaktadır. On-grid PV sistemlerinde enerji depolanmadığından yalnızca üretilen Doğru Akım (DC) elektriğin, Alternatif Akım (AC) elektriğine çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması yeterlidir. Çalışmanın yürütüldüğü işletmede elektrik tüketen makine ve ekipmanlar Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Etlik piliç işletmesinde elektrik tüketen makine ve ekipmanlar

Elektrik tüketen makine ve ekipmanlar	Elektrik gücü (kW)	Sayı (adet)
Otomatik yemleme sistemi motor grubu	0.55	4
Kümeslerde otomatik silo sistemi	0.55	2
Sulama sistemi motor grubu	1.10	1
Havalandırma fanı 1 (çap:138 cm, debi: 37.850 m ³ /h)	1.10	24
Havalandırma fanı 2 (çap: 95 cm, debi: 11.950 m ³ /h)	0.37	14
Klape motoru	0.37	4
Soğutma pedi motor grubu (redüktörlü motorlu)	0.55	4
Köpüklü temizlik makinesi	5.50	1
Üfleli soba	7.50	2
Aydınlatma sistemi (tasarruflu lambalar)	0.023	200

3.1.3.2. Etlik Piliç (Broyler) İşletmesindeki PV Sistem Elemanları

Etlik piliç işletmesindeki PV sistemi belirlenirken, işletmenin tam kapasite ile tüm makine ve ekipmanların çalıştığı varsayılmıştır. İşletmenin çatı konstrüksiyonunun ve statik yapısının uygun olmasından dolayı PV panelleri çatıya monte edilmiştir. İşletmenin enerji ihtiyacını karşılamak için 270 W değerinde PV panelleri, 30 kW’lik invertörler ve çift yönlü sayaç kullanılmıştır. Sistemde kullanılan diğer ekipmanlar; bağlantı elemanları, kablolar ve sigortalardır. Ayrıca, şebekede oluşabilecek arıza ve elektrik kesintilerine karşı dizel jeneratör sistemde bulunmaktadır. İşletmede kullanılan PV sistem ekipmanlarının özellikleri aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

(i) PV Güneş Paneli

PV güneş panelleri, en yüksek güç değerlerini hava ve çevre koşullarının uygun olması durumunda vermektedir. Güneş ışınlarının dik geliş açısına sahip olmaması, panel camının kirli olması, havanın çok soğuk ya da çok sıcak olması, gölgelenmenin ve bulutlu havanın olması panel verimini düşürmektedir. Yayılım ışınlarına daha duyarlı ve ekonomik olmasından dolayı işletmede polikristal silikon hücre tipli PV güneş paneli seçilmiştir. Sistemde kullanılacak PV panelinin anma gücü 270 W, yüzey alanı 1.62 m²’dir. İşletmede kullanılan PV paneline ait teknik veriler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Etlik piliç işletmesinde kullanılan PV güneş paneline ait teknik veriler

Panel Tipi	Polikristal
Maksimum güç (Pmax)	361.66 W
Açık devre gerilimi (Voc)	38.03 V
Kapalı devre akımı (Isc)	9.51 A
Anma gerilimi (Vm)	30.85 V
Anma akımı (Im)	8.76 V
Anma gücü (Pm=ImxVm)	270 W
Panel verimi	%15.4
<i>Standart test koşulları (Güneş ışınımı 1000 W/m²; ortam sıcaklığı 25 °C; güneş spektrumu 1.5)</i>	

(ii) İnvörtör

İşletmede bağımsız “Maksimum Güç Noktası Takipçisi (MPPT)” özelliğine sahip farklı değerlerde veya sayıda solar panellerle senkronize olabilen ve tam sinüs şebeke frekansına uyumlu 30 kW değere sahip 10 adet inverter kullanılmaktadır. MPPT’ler elde edilen gücün belirli periyotlarda tepe noktasını takip etmekte ve yüke yollanmasını sağlamaktadır. MPPT’ler alternatif enerji sistemlerinin kesişim noktalarıdır. MPPT’ler sayesinde sistemde üretilen enerjiden maksimum yararlanılabilmektedir. Gün içinde sürekli değişen açılardaki güneş ışınları nedeniyle güneş panellerinin üreteceği enerji de her zaman aralığında farklı olacaktır. Artan ve azalan düzensiz bu enerji doğrudan kullanılamaz. MPPT’ler içerisinde bulunan mikro denetleyici kompleks algoritmalar ile düzensiz bu güç değerlerinin düzenlenerek verimli şekilde kullanılmasını sağlanmaktadır (URL, 2018e). Sistemin toplam invertör gücü $30 \times 10 = 300$ kW’dır. İnvörtör üzerinde DC akım kesici bulunmaktadır. Ayrıca, hem DC yönünde hem de AC yönünde Type II özelliğine sahip yıldırım koruyucular ve kaçak akım rölesi bulunmaktadır. Sistemde kullanılan invertörlere ait teknik özellikler Çizelge 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.7. PV güneş panel sisteminde kullanılan invertörlere ait görünüm

Çizelge 3.3. PV güneş enerji sisteminde kullanılan invertöre ait teknik özellikler

Model	MPPT şarj cihazlı solar invertör
<i>Giriş Değerleri</i>	
Maksimum verim	%98.6
Maksimum DC kullanılabilir güç	30.6 kW
Maksimum giriş gerilimi	1.000 V
MPPT başına maksimum akım	23 A
MPPT başına maksimum kısa devre akım	32 A
Minimum çalışma gerilimi	200 V / 250 V
Tan güç MPPT gerilim aralığı	480 V / 800 V
MPPT çalışma gerilimi aralığı	200 V / 950 V
<i>Çıkış Değerleri</i>	
Anma AC aktif güç	30 kW
Görünür güç	33 kW
Çıkış gerilimi	220 V / 380 V, 230 V / 400 V AC \pm %5
Anma frekansı	Tam Sinüs, 50 Hz/60 Hz
Maksimum çıkış akımı	48 A
Çalışma sıcaklığı	-25 °C ~ 60 °C
Boyutları	930 x 550 x 283 mm
Ağırlık	50 kg

(iii) Diğer ekipmanlar

İşletmenin PV güneş sisteminde, 6 mm çapında 2500 metre solar kablo, güneş panelleri arasındaki kablo bağlantıları için galvanizli kablo kanalları, çift yönlü sayaç, trafo, kaçak akım devre kesici, sigorta ve bağlantı elemanları mevcuttur. Ayrıca, sistemin çalışmasının ve üretim verilerinin izlenebilmesi için invertör üreticisi firma tarafından oluşturulan yazılım sistemi ile tesiste üretilen güneş enerji elektriğinin verileri anlık, günlük ve aylık olarak bilgisayarlardan ya da cep telefonundan takip edilebilmektedir. Etlik piliç işletmesinde PV güneş panellerinde üretilen elektrik enerjisi doğrudan şebekeye aktarıldığından, sistem içerisinde akü grubu bulunmamaktadır. Bu da maliyeti oldukça avantajlı hale getirmektedir.

3.1.3.3. Tatlı Su Balık İşletmesindeki Elektrik Tüketen Makine ve Ekipmanlar

Çalışmanın yürütüldüğü tatlı su balık işletmesinin elektrik şebeke bağlantısı olmadığından işletme elektrik enerjisi ihtiyacını, dizel jeneratörden karşılamaktadır. Ancak kullanılan jeneratör yakıt ve bakım maliyetlerinin fazla olmasından dolayı işletme elektrik enerjisinin tamamını yenilenebilir enerji kaynağı olan PV sistemlerden karşılamaktadır. Elektrik ihtiyacının olduğu ancak şebeke elektriğinin olmadığı bu gibi yerlerde, çözüm olarak Off-grid sistem olarak adlandırılan ve enerjinin depolanması için akü grubunun sisteme dahil edildiği PV sistemleri kullanılmaktadır.

İşletmede kullanılan ve elektrik tüketen makine ve ekipmanlar Çizelge 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Tatlı su balık işletme alanı

Çizelge 3.4. Tatlı su balık işletmesinde elektrik tüketen makine ve ekipmanlar

Makine/ekipman	Güç (kW)	Sayı (Adet)
Devirdaim pompası	2.20	3
Isı pompası	1.00	3
Siskülasyon pompası	0.50	2
Havalandırma pompası	0.50	2
Buzdolabı	0.20	1
Çamaşır makinesi	2.20	1
Elektrikli ocak	2.00	1
Led projektör	0.05	3

3.1.3.4. Tatlı Su Balık İşletmesi PV Sistemi Elemanları

İşletme baraj gölü üzerinde olduğundan şehir şebekesi elektriğine erişimi bulunmamaktadır. Bu nedenle elektrik ihtiyacını güneş enerjisinden karşılamaktadır. Tesisin ihtiyacını karşılamak için 255 W değerinde PV panelleri, 5 kW lık invertörler ve 2 V 1200 Ah' lik akü grubu kullanılmıştır. Sistemde kullanılan diğer ekipmanlar; bağlantı elemanları, kablolar ve sigortalardır. Sistemde oluşabilecek sorun ve arızalarda ise dizel jeneratör devreye girecektir. Tesiste kullanılan bu ekipmanların özelliklerine aşağıda ayrıntılı olarak değinilmiştir.

(a) PV Panel

Bu tesiste üretilecek elektrik enerjisi akülerde depolanacaktır. Üretilen elektrik enerjisi değeri güneşlenme süresine ya da mevsimlere göre değişecektir. Panellerin yaz aylarında güneşlenme süresi 11 saat olurken, kışın bu süre 4 saate kadar düşmektedir. Bulutlu günlerde bu oran daha da aşağı inecektir. İşletmenin günlük enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için güneşlenmenin en az olduğu kış ayları baz alınarak PV panel seçimi yapılmıştır.

Sistemde kullanılacak PV panellerinin bir tanesinin anma gücü 255 W, yüzey alanı 1.62 m² dir. PV paneline ait teknik veriler Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Tatlısu balık işletmesinde kullanılan PV güneş paneline ait teknik veriler

Panel Tipi	Polikristal
Maksimum güç (P _{max})	333 W
Açık devre gerilimi (V _{oc})	37.5 V
Kapalı devre akımı (I _{sc})	8.88 A
Anma gerilimi (V _m)	30.1 V
Anma akımı (I _m)	8.47 V
Anma gücü (P _m =I _m xV _m)	255 W
Panel verimi	% 15.4
Panel yüzey alanı	1.62 m ²
Standart test koşulları (Güneş ışınımı 1000 W/m ² ; ortam sıcaklığı 25 °C; güneş spektrumu 1,5)	

(b) İnvörtör

Şebekeden bağımsız akülü bir sistemde doğru akım enerjisinin alternatif akım enerjisine çevrilmesine yarayan invertörün gücü ve seçimi yapılırken, PV sistemde kullanılacak makine ve ekipmanlardan aynı anda kaçının çalışabileceği ve toplam güç değerleri dikkate alınmaktadır. Tatlı su balık işletmesinde sistemin aynı anda ortalama 15 kW’lik kısmının çalıştığı görülerek, 15 kW’lik invertörün yeterli olacağı öngörülmüştür.

Araştırma konusu işletmede tam sinüs dalga şebeke frekansına uyumlu ve ileride sisteme entegre edilmesi düşünülen rüzgar türbini ile de senkronize olabilecek olan hibrid bir inverter tercih edilmiştir. Hibrit invertörler, çift yönlü invertörler olup, üretilen enerjinin fazlalığı veya azlığına göre elektriğin akülere veya sisteme verilmesini sağlayan invertörlerdir. Bu yönü ile güneş panellerinden gelen elektrik enerjisi veya rüzgar türbininde üretilecek elektrik enerjisinin akülere depolanması sırasında ortaya çıkabilecek uyum sorunları ortadan kaldırılacaktır.



Şekil 3.9. Tatlısu balık işletmesi hibrid solar inverterler ve şarj regülatörleri

Hibrid inverter'e ait teknik veriler Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Tatlısu balık işletmesi hibrid inverter'e ait teknik veriler

Model	Hybrid solar inverter
Nominal güç	5000 W
Anlık maksimum güç	10000 W
Batarya gerilimi aralığı	42-56 Vdc
Çıkış A.C. gerilim şekli	Tam sinüs, 50 Hz/60 Hz 220 VAC \pm 5%
Çıkış A.C. akım	21,7 A
Giriş çıkış	Panel, Akü, Şebeke, USB, Toprak, AC çıkış, Alarm Kontak, USB
Güneş paneli gerilim aralığı	60-145 Vdc
MPPT gerilim oranı	60-115 Vdc
Güneş paneli şarj akımı	60 A / Maksimum 120 A dir.
Verim (yükte göre değişir)	%94
Çalışma sıcaklığı	-10 +55 °C
Boyutları	455x260x145 mm

(c) Şarj Regülatörü

Şebekeden bağlantısız (Off-grid) sistemler için tasarımda mutlaka bulunması gereken, güneş enerjisinden gelen akımı ve voltajı dengeleyen, aküler dolduktan sonra akımı keserek akünün fazla şarj olmasını engelleyen ve gece akülerden panellere akım gitmesini engelleyen ürünler olan şarj regülatörleri, güneş panelinin akımına ve sistemde kullanılan toplam güneş panelinin gücüne göre belirlenir.

Tatlı su balık işletmesinde, güneş paneli gücü ve akülerin gerilim değerlerine uygun olarak verim değeri yüksek olan MPPT şarj regülatörleri tercih edilmiştir. Solar şarj regülatörü ile ilgili teknik veriler Çizelge 3.7.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Tatlısu balık işletmesi şarj regülatörü'ne ait teknik veriler

Model	60 Amper MPPT
Nominal akım	60 AH
Nominal voltaj	12/24/48 V otomatik
Max. panel voltajı	18V-150V
Yüksüz harcama	1.4-2.2W
Şarj modu	MPPT

(d) Akü Grubu

Tatlı su balık işletmesi tesisinde derin deşarj yapılabilen, uzun süreli kullanımlara uygun, şarj edilmesi kolay özelliklere sahip yapılarından dolayı endüstriyel tip akü olarak bilinen Traksiyoner tip akü kullanılmıştır. Traksiyoner aküler %80 oranında deşarja izin verdiğinden dolayı “derin deşarj” aküleri olarak da bilinirler. Üretim tiplerine göre Traksiyoner aküler jel veya sıvı elektrolitli olarak ikiye ayrılır ve istenilen voltaj değerine göre 2 Voltluk hücrelerin seri olarak bağlanmasıyla elde edilirler. Aside dayanıklı şekilde kaplamaya sahip bu aküler 10 kg olabilmektedirler (URL, 2019a).

Şebekeden bağımsız bir yenilenebilir enerji tesisinde kullanılacak akülerin kapasitesi ve sayısını belirlenirken, sistemdeki panellerin güneş göremeyeceği gün veya saati dikkate alınır. Tesiste ileriki zamanlarda rüzgar enerjisi sistemi de dahil olacağından aküler 1 günlük enerjiyi depolayacak şekilde belirlenmişlerdir. Sistemde 2 V 1200 Ah' lik 96 adet akü grubu kullanılmıştır.



Şekil 3.10. Endüstriyel tip akü grubu

(e) Diğer Ekipmanlar

Sistemde 6 mm çapında 500 metre solar kablo, güneş panelleri arasındaki kablo bağlantıları için galvanizli kablo kanalları, kaçak akım devre kesici, sigorta ve bağlantı elemanları kullanılmıştır. Akülü sisteme sahip işletmede, panellerde üretilen elektrik enerjisini aktarmak için DC kablo, akü bağlantı kabloları ve akü sonrası için AC kablolar kullanılmıştır.

(f) Dizel Jeneratör

Tatlı su balık işletmesinde şehir elektrik şebekesi bulunmadığından, PV güneş enerjisi sistemi kurulumundan önce elektrik enerjisini 20 kVA'lık dizel jeneratör ile karşılamaktadır. Ancak PV sistem kurulumundan sonra dizel jeneratör sadece PV sisteminde arıza olması durumunda devreye girecek şekilde bağlantısı yapılmıştır. Çizelge 3.8'de Dizel jeneratör ile ilgili teknik özellikler gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Tatlısu balık işletmesi dizel jeneratör'e ait teknik veriler

Genel özellikler	3 fazlı, 50 Hz, 4 silindirli dizel jeneratör
Standby güç (ESP)	16 kW/20 kVA
Prime güç (RPM)	14.4 kW/18 kVA
Standby amper	28.9 A
Prime amper	26 A
Voltaj	400/230 V
Güç faktörü (cosφ)	0.8
Yakıt tankı kapasitesi	95 L
Yakıt sarfıyatı (lt/saat)	4.5 L

Standby Güç (ESP): Şebeke kaynağının kesilmesi durumunda, acil güç kaynağı olarak değişken yük altında kullanımı ifade eder.

Prime Güç (PRP): Değişken elektrik yükü altında sürekli güç kaynağı olarak kullanımı ifade eder. Jeneratör sürekli çalışması durumunda prime güç (RPM) değerleri dikkate alınır.

3.2. Yöntem

Araştırmada, ilk olarak her iki işletmenin kurulu güçlerine göre elektrik enerjisi gereksinimleri belirlenmiştir. İkinci olarak işletmelerin PV sistemi tasarımları üzerinde durularak, sistem gereksinimlerine uygun seçilmiş olan PV ekipmanları ve özellikleri incelenmiştir. Daha sonra her iki işletme için ayrı ayrı PV sistemlerin optimum maliyetleri belirlenmiştir. İşletmelerin başa baş noktaları ve kara geçiş sürelerini belirleyebilmek için, PV sistem kurulumu öncesi elektrik enerjisi maliyetleri ortaya konulmuştur. Son olarak da işletmelerin elektrik enerjisi maliyetleri ile PV sistem maliyetlerinin karşılaştırılması yapılarak, hayvancılık işletmelerinde kullanımının değerlendirilmesi ve ekonomik analizi yapılmıştır.

Elektrik şebekesi enerji maliyetlerine esas olması açısından EPDK Nisan 2019 tarife tablosu (Çizelge 3.9), dizel jeneratör akaryakıt maliyeti için ise nakliye hariç Nisan 2019 motorin fiyatları (6.50 TL/L) ortalaması baz alınmıştır. Güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan PV sistem elemanlarının fiyatları, marka seçimine ve ihtiyaç duyulan teknik özelliklere göre değişiklik göstermektedir. Ayrıca PV sistem elemanlarının büyük çoğunluğu yurtdışında üretildiği için döviz bazında fiyatlandırılmaktadır. Araştırma konusu işletmeler PV güneş enerjisi sistemleri için bire bir görüşme ve pazarlıklarla, kendilerine özgü fiyat teklifleri almışlardır. Bu nedenle işletmelerin maliyet analizleri almış oldukları bu tekliflere uygun olarak yapılmıştır. Ancak işletmelerine PV sistem kurmak isteyen yatırımcılara fikir vermesi açısından güncel piyasa koşullarına uygun yaklaşık maliyet cetveli de çalışma içerisinde sunulmuştur. Ayrıca, maliyet analizinde hayvancılık işletmelerine PV sistemler için devlet tarafından uygulanan yatırım teşviklerinin etkisi de irdelenmiştir.

Çizelge 3.9. EPDK Nisan 2019 elektrik tarife tablosu (EPDK, 2019)

Abone grubu	Aktif enerji birim fiyatı (TL/kWh)	Dağıtım bedeli birim fiyatı (TL/kWh)	Vergi ve fonlar dahil fiyat (TL/kWh)
Mesken	0.263	0.171	0.538
Ticarethane	0.399	0.175	0.715

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde Kahramanmaraş ilinde bulunan iki farklı hayvancılık işletmesinin (Etlik piliç işletmesi ve tatlı su balık işletmesi) enerji gereksinimleri, enerji gereksinimlerine uygun PV güneş enerjisi sistem tasarımları ve kurulan PV sistemlerinin maliyet analizlerine yer verilmiştir.

Araştırma bulguları dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde işletmelerin enerji gereksinimleri, ikinci bölümde etlik piliç işletmesi enerji gereksinimlerine uygun PV sistemleri ve maliyet analizi, üçüncü bölümde tatlı su balık işletmesi enerji gereksinimlerine uygun PV sistemleri ve maliyet analizi yapılmıştır. Maliyet analizleri yapılırken işletmelerin PV sistem öncesi ve sonrası elektrik enerjisi maliyetlerinin karşılaştırması ve başa baş noktalarının belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Dördüncü bölümde ise hayvancılık işletmelerine PV sistemleri için verilen devlet teşvikleri ve geri ödeme süresine etkisi bilgilerine yer verilmiştir.

4.1. İşletmelerin Enerji Gereksinimleri

Bir işletmenin enerji ihtiyacını ortaya koyabilmek için öncelikle söz konusu işletmede kullanılan ekipmanların enerji tüketim değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Araştırmada ele alınan etlik piliç işletmesindeki ekipmanlar ve elektrik enerjisi değerleri Çizelge 4.1’de, tatlı su balıkçılık işletmesindeki ekipman ve elektrik enerjisi tüketim değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Etlik piliç işletmesindeki ekipmanlar ve elektrik enerjisi tüketimi

Cihazlar	Güç (kW)	Miktar (Adet)	Toplam güç gereksinimi (kWh)	Çalışma süresi (h/gün)	Toplam enerji tüketimi (kWh/gün)
Otomatik yemleme sistemi motor grubu	0.55	4	2.2	6	13.20
Kümeslerde otomatik silo sistemi	0.55	2	1.1	6	6.60
Sulama sistemi motor grubu	1.1	1	1.1	20	22
Havalandırma fanı 1 (çap 138 cm, debi 37850 m ³ /h)	1.1	24	26.4	20	528
Havalandırma fanı 2 (çap 95 cm, debi 11950 m ³ /h)	0.37	14	5.18	10	51.80
Klape motoru	0.37	4	1.48	1	1.48
Soğutma pedi motor grubu	0.55	4	2.2	8	17.60
Köpüklü temizlik makinesi	5.5	1	5.5	0.5	2.75
Üfleme soba	7.5	2	15	8	120
Aydınlatma sistemi (tasarruflu lambalar)	0.02	200	4.6	24	110.40
Toplam			64.76		873.83

Etlik piliç işletmesindeki ekipmanların tam kapasite ile çalışması durumunda saatlik toplam güç gereksinimi 64.76 kW, işletmede kullanılan ekipmanların günlük çalışma süreleri

dikkate alındığında toplam günlük enerji gereksinimi ise 873.83 kWh/gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Etlik piliç işletmesinde güneş enerjisi sisteminin kapasitesi belirlenirken, işletmenin saatlik ve günlük maksimum enerji gereksinimlerinin dikkate alınmıştır. Ancak işletme koşullarına ve broyler üretim dönemlerine göre bu değerler farklı çıkabilmektedir. Örneğin üretim dönemi başlangıcında küçük olan civcivler için havalandırma fanları yarı zamanlı çalışırken, üretimin sonuna doğru kademeli bir şekilde artarak çalışmaya devam etmektedirler. Üfleli soba kış aylarında tam kapasite çalışırken, yaz aylarında ise her dönem 10 gün çalışmaktadır. Aynı şekilde köpüklü temizlik makinesi her üretim döneminde (40 gün) sadece 2 saat çalışmaktadır. Burada unutulmaması gereken nokta Çizelge 4.1’de yer alan ekipmanların tamamının aynı anda çalışmadığı gerçeğidir.

Çizelge 4.2. Tatlı su balıkçılık işletmesindeki ekipmanlar ve elektrik enerjisi tüketimi

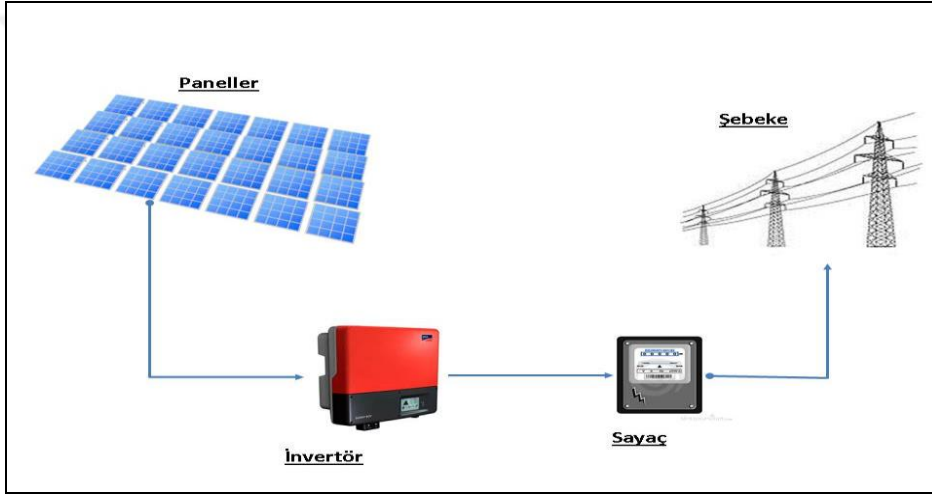
Cihazlar	Güç (W)	Adet	Saatlik güç gereksinimi (kWh)	Çalışma süresi (h)	Günlük enerji tüketimi (kWh/gün)
Devirdaim pompası	2 200	3	6.6	24	158.4
Isı Pompası	1 000	3	3	8	24
Siskülasyon pompası	500	2	1	1	1
Hava pompası	500	2	1	24	24
Buzdolabı	200	1	0.2	8	1.6
Çamaşır makinesi	2 200	1	2.2	1	2.2
Elektrikli ocak	2 000	1	2	10	20
Led projektör	50	3	0.15	8	1.2
Toplam			16.15		232.4

Çizelge 4.2’de kurulu güç değerini verdiğimiz tatlı su balıkçılık işletmesi için kurulması gereken PV güneş enerjisi sisteminin, saatlik 16.15 kW/h ve çalışma süreleri dikkate alındığında günlük 232.4 kW/gün güç değerine sahip olması gerektiği düşünülebilir. Ancak yine unutulmaması gereken nokta, yukarıdaki çizelgede yer alan cihazların tamamının aynı anda çalışmadığı ve dönemsel olarak farklılık gösterebileceğidir.

Araştırma konusu tarımsal işletmelerin her ikisinde de tam kapasitede çalışması durumunda gerekli olacak elektrik enerjisi değerlerine göre PV sistemi tasarımı yapılmıştır. İşletmelerin gerçekte bu değerlere çoğu zaman ulaşamayacakları bilinmektedir.

4.2. Etlik Piliç (On-grid) İşletmesi PV Sistemi ve Maliyet Analizi

Şebeke bağlantılı (On-grid) fotovoltaik sistemler, üretilen elektriğin akülerde depolanması yerine üretim yerinde tüketilmesi prensibine dayalı olarak çalışmaktadır. On-grid sistemlerde üretilen fazla enerji elektrik şebekesine verilir, yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise şebekeden enerji alınır. Şebeke bağlantılı sistemde enerjinin depolamasına gerek yoktur, sadece üretilen DC elektriğin, AC elektriğe çevrilmesi ve şebekeye uyumlu hale gelmesi gerekmektedir. Üretilen enerji invertörler yardımı ile şehir şebeke sistemine bağlanır. Böylelikle panellerden üretilen enerji doğrudan şebeke sistemine gönderilmiş olur. Alan ve ışınım koşulları uygun olduğu takdirde şebekeye bağlı elektrik üretim sistemi ile istenilen güçte elektrik enerjisi üretimini sağlamak mümkündür (URL, 2019b).



Şekil 4.1. Şebekeye bağlantılı (On-grid) sistem şeması

On grid sistemin temel bileşenleri;

- Fotovoltaik panel,
- İnvertör,
- Trafo, çift yönlü sayaç, sigortalar, kablo ve bağlantı elemanlarıdır.

Etlik piliç işletmesi 49 812 adet/dönem ve 6 dönem halinde yıllık 300 000 adet kapasiteye sahiptir. İşletme elektrik enerjisinin tamamını Bölgesel Elektrik Dağıtım şirketinden karşılamaktadır. Tam kapasite ile tüm makine ve ekipmanlar çalıştığı varsayıldığında işletmenin günlük enerji ihtiyacı 873.83 kW olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bir broyler işletmesinde iki ana gider bulunmaktadır. Bunlar yem gideri ve enerji gideridir. Yem gideri civciv temin edilen işletmelerden karşılandığından, geriye sadece elektrik enerjisi gideri kalmaktadır. Bu nedenle işletmede elektrik enerjisi maliyetini

azaltmak, hatta bu sistemden kar elde etmek için güneş enerjisi (PV) sistemi kurulmuştur. Çatı konstrüksiyonu ve statik hesaplamalar uygun olduğundan sistem çatıya kurulmuştur.

GEPA'ya göre Kahramanmaraş'ın günlük ortalama güneşlenme süresi 8 saat, günlük gelen güneş enerjisi 4.41 kWh/m² gün olduğu bilinmektedir. Ancak bu değerler havanın temiz, güneş açısının dik, gölgelenmenin olmadığı zamanlar için geçerlidir. Bu nedenle kayıpların yaşanacağı ve güneşlenme süresinin çok daha az olduğu kış ayları da dikkate alınarak günlük 873.83 kW enerji gereksinimi olan tesisin ihtiyacını karşılamak için DC 300 kWh' lik üretim yapan bir güneş paneli (PV) sistemi tasarlanmıştır. Tesisin, güneşlenme süresinin en az olduğu kış ayları baz alınarak, günlük ortalama 5 saat güneş aldığı kabul edilirse $300 \times 5 = 1500$ kW/gün enerji elde edilmesi beklenmektedir. Bu enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için 1200 adet 270 W değerinde polikristal güneş paneli, 10 adet 30 kW'lık invertör kullanılmıştır. Sistemde ayrıca 2500 mt 6 mm solar kablo, 750 metre 5x25 mm NYY bağlantı kablosu, 400 kVA trafo, çift yönlü sayaç, kaçak akım rölesi, sigorta ve bağlantı elemanları kullanılmıştır. Şebekede oluşabilecek arıza ve elektrik kesintilerine karşı ayrıca 125 kVA gücündeki dizel jeneratör sistemde bulunmaktadır.

300 kWh'lik enerji üretebilen sistem için maliyet hesabı Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Etlik piliç işletmesi PV sisteminde kullanılan ekipmanların maliyetleri

Ürün	Özellikleri	Miktar (Adet)	Birim fiyatı (\$)	Toplam fiyat (\$)
Güneş Paneli	Polikristal 270 W	1200	110	132 000
İnvertör	30 kW	10	4 500	45 000
Trafo, çift yönlü sayaç, sigortalar, kablo, bağlantı elemanları ve diğer giderler	On-grid sistem uyumlu	1 grup	35 000	35 000
Toplam maliyet				210 000

PV sistem elemanları için piyasada çok farklı marka mevcuttur ve farklı fiyatlar oluşabilmektedir. Etlik piliç işletmesi anahtar teslim PV güneş enerjisi maliyeti 210 000 \$ olmuştur. Yeni kurulacak tesislerde örnek teşkil etmesi açısından piyasada uygulanan fiyatlar Çizelge 4.4.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. PV güneş enerjisi sitemleri için piyasa ortalama maliyet tablosu (URL, 2019c)

Güneş paneli	0.40-0.70 cent\$/W
İnvertör	0.15-0.25 cent\$/W
Konstrüksiyon	0.15-0.25 cent\$/W
Kablo kanalı	15-20 TL/metre
Solar kablo (6 mm)	2-5 TL/metre
Tek veya çift yönlü sayaç	500-1500 TL/adet
Enerji nakil hattı ve trafo	100 000-200 000 TL
Nakliye, işçilik ve diğerleri	150-200 000 TL
Projelendirme ve izin maliyetleri	40-60 000 TL

Her ürün için birim fiyatlar olmasına karşın toplu alım ve büyük işletmelerde watt başına fiyat alınmaktadır. PV panel sistemi elektrik enerjisi ürettiği sürece işletme bunu kullanacaktır.

İşletmede güneş enerjisi sistemi kurulmadan önce enerji ihtiyacı şebekeden karşılanmaktaydı. Tesiste bulunan tüm makinelerin çalıştığı bir günde 873.83 kW elektrik enerjisi maliyeti olmaktadır. Şebeke enerji maliyetlerine esas olması için EPDK Nisan 2019 tarife tablosu (Çizelge 3.9.) referans alınmıştır. Buna göre tesiste günlük 873.83 kW x 0.715 TL = 794 TL maliyeti olacaktır. İşletmenin tam kapasite ile yıl boyu çalıştığı varsayıldığında; 365 x 794 = 289 810 TL yıllık maliyet olacaktır. Ancak elektrik enerjisi tüketiminin üretim dönemlerine göre değişiklik göstermesinin yanı sıra, tüm makine ve ekipmanların aynı anda çalışmadığı bilinmektedir. Bu nedenle maliyet analizinin daha kesin sonuç vermesi açısından işletmenin son bir yıl içerisinde kullandığı elektrik enerjisi miktarı (Çizelge 4.5.) referans alınmıştır.

Çizelge 4.5. Etlik piliç işletmesi son bir yıl içerisinde kullanılan elektrik enerjisi değerleri

Tüketim Ayı	Aylık tüketim (kW)	Günlük tüketim (kW)	Birim fiyatı (kWh/TL)	Toplam tutar (TL)
Nis.18	14 687	490	0.715	10 501.20
May.18	9 548	318	0.715	6 826.82
Haz.18	13 587	453	0.715	9 714.70
Tem.18	9 254	308	0.715	6 616.61
Ağu.18	8 639	288	0.715	6 176.89
Eyl.18	15 423	514	0.715	11 027.45
Eki.18	12 452	415	0.715	8 903.18
Kas.18	10 597	353	0.715	7 576.86
Ara.18	7 238	241	0.715	5 175.17
Oca.19	9 410	314	0.715	6 728.15
Şub.19	12 660	422	0.715	9 051.90
Mar.19	11 275	376	0.715	8 061.62
Yıllık toplam	134 770			96 360.55

Etlik piliç işletmesi PV sistemde üretilen ve işletmenin AKEDAŞ'a kestiği faturalar Çizelge 4.6.'de gösterilmiştir. Bu faturalar, işletmenin kullandığı elektrik enerjisi miktarları dışında kullanım fazlası elektrik enerjisi miktarını göstermektedir. Yani işletmeye net gelir olarak yansımaktadır.

Çizelge 4.6. Etlik piliç işletmesi PV sistemde üretilen elektrik enerjisi tablosu

Tüketim Ayı	Aylık üretim (kW)	Günlük üretim (kW)	Saatlik üretim (kWh)	Birim fiyatı (kWh/TL)	Toplam tutar (TL)
Nis.18	36 430	1 214	173	0.538	19 609.51
May.18	44 100	1 470	210	0.587	25 867.20
Haz.18	43 760	1 459	208	0.616	26 937.73
Tem.18	51 280	1 709	244	0.631	32 335.38
Ağu.18	35 640	1 188	170	0.772	27 507.47
Eyl.18	37 690	1 256	179	0.846	31 881.15
Eki.18	17 580	586	84	0.780	13 719.69
Kas.18	14 280	476	68	0.720	10 283.69
Ara.18	5 266	176	25	0.637	3 354.70
Oca.19	9 410	314	45	0.713	6 707.00
Şub.19	12 660	422	60	0.700	8 866.96
Mar.19	23 110	770	110	0.725	16 749.35
Toplam	331 206				223 819.83

İşletmenin kullandığı elektrik enerjisi miktarı 134 770 kW karşılığı 96 360.55 TL ve yıllık PV sistemden elde edilen gelir 331 206 kW karşılığı 223 819.83 TL olarak belirlenmiştir.

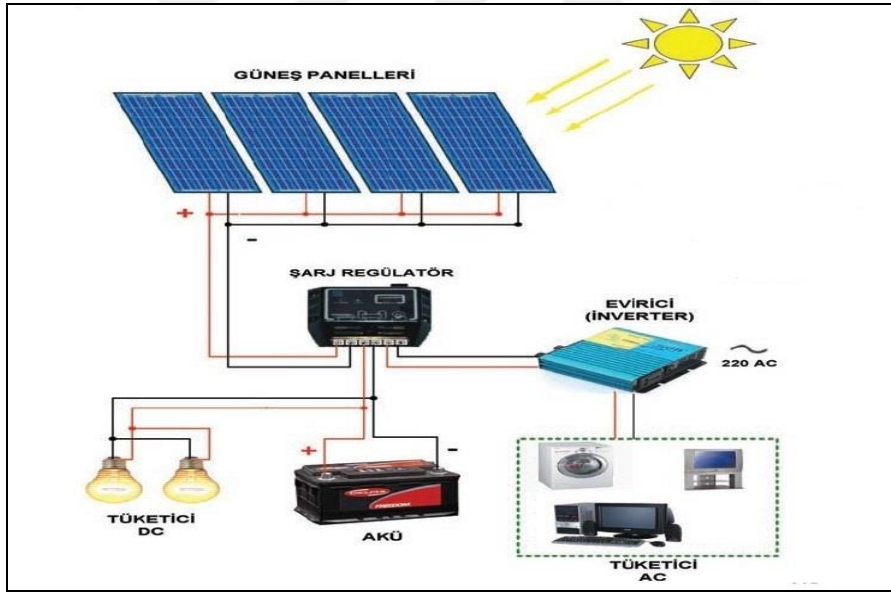
İşletme yıllık ortalama 96 000 TL olan elektrik enerjisi maliyetini sıfırlamış ve PV sistemden yaklaşık 224 000 TL/Yıl gelir sağlamıştır. Bu sonuca göre işletmenin yıllık ortalama 320 000 TL kar elde ettiğini söyleyebiliriz. PV güneş enerjisi tesisinin maliyetinin 210 000 \$ olduğunu bilmekteyiz. Nisan 2019 dolar kuru ortalama 5.75 TL olduğu düşünüldüğünde, 1 207 500 TL sistem maliyeti bulunmuştur. Bu şartlarda PV sisteminin $1\ 207\ 500 / 320\ 000 = 3.8$ yılda başa baş noktasını yakaladığı ve kendisini amorti ettiği hesaplanmıştır. Araştırmada işletmenin kullandığı elektrik enerjisi maliyeti ve PV sistemin maliyetinin işletmeye geri dönüşümü hesaplandığından, amortisman giderleri göz ardı edilmiştir.

Şebeke bağlantılı PV güneş enerjisi sistemlerinde gelir ve kazanç hesaplamaları için yapılan çalışmalarda 300 kWh'lik bir tesisin kurulum maliyeti 320 000 \$ olarak bulunmuştur. Akdeniz bölgesi için ilk yıl ortalama getirisi ise 60 000 \$ olarak belirtilmiştir. Bu şartlar altında 2016 yılı verilerine göre 300 kWh'lik bir güneş enerjisi sisteminin 5.3 yılda kendisini

amorti ettiği görülmüştür (URL, 2019d). Araştırma konusu etlik piliç işletmesinin kurulum maliyeti 210 000 \$ ve sistemin geri ödeme süresinin ise 3.8 yıl olduğu bilinmektedir. Bu sonuçlara göre 300 kWh'lik On-grid bir güneş enerjisi sisteminin başlangıç maliyetinin 2016 yılına göre %35 oranında düştüğü söylenebilir. Ayrıca Nisan 2019 verilerine göre sistemden yıllık $320\,000/5.75 = 55\,652$ \$ gelir elde edilmesi, sistemin Akdeniz bölgesi güneş enerjisi sistemi getiri beklentileri ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

4.3. Tatlı Su Balık (Off-grid) İşletmesi PV Sistemi ve Maliyet Analizi

Güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisinin sadece işletme içerisinde kullanıldığı bu sistemde güneş panelleri, akü grubu, akü şarj regülatörü, invertör ve yardımcı elektronik devreler bulunmaktadır. Tesisin günlük enerji ihtiyacı kurulan bu PV sistemden karşılanırken, güneşin olmadığı gece saatlerinde ya da bulutlu günlerde enerjisiz kalmamak için akü grubu sisteme enerji vermektedir. Sistemde sorun yaşanması durumunda ise dizel jeneratör devreye girmektedir. Şekil 4.1'de tatlı su balık işletmesi (Off-grid) hybrid sistem şeması görülmektedir.



Şekil 4.2. Şebeke bağlantısız (Off-grid) sistem şeması

İşletme 30 Ton/Yıl – 1 000 000 Adet Yavru/Yıl kapasite ile çalışmakta, şebeke bağlantısı olmadığı için elektrik enerjisinin tamamını yenilenebilir enerji kaynağı PV sistemlerden karşılamaktadır. GEPA'ya göre Kahramanmaraş'ın günlük ortalama güneşlenme süresi 8 saat, günlük gelen güneş enerjisi 4.41 kWh/m^2 gün olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu değerler havanın temiz ve güneş açısının dik olduğu zamanlar için geçerlidir. Bu nedenle kayıpların yaşanacağı ve güneşlenme süresinin çok daha az olduğu kış ayları da dikkate

alınarak günlük 232 kW enerji gereksinimi olan tesisin ihtiyacını karşılamak için 49 kWh'lik üretim yapan bir güneş paneli sistemi tasarlanmıştır. Tesisin kış ayları baz alınarak günlük ortalama 5 saat güneş aldığı kabul edilirse $49 \times 5 = 245$ kW'lık enerji elde edilmesi beklenmektedir. Bu enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için 192 adet 255 W değerinde panel dizisi kullanılmıştır. Panel sayısı belirlenirken çatı alanının kısıtlayıcı etkisi de göz önüne alınmıştır. Sisteminin aynı anda 15 kW'lık kısmının çalışacağı düşünülerek 15 kW'lık invertör, 60 amperlik 11 adet akü şarj regülatörü ve 230 kW/h'lık enerjiyi depolayabilecek 2 V 1200 Ah'lık 96 adet akü grubu kullanılmıştır. Sistemde kullanılan diğer ekipmanlar solar kablolar, bağlantı elemanları ve sigortalardır. Günlük ortalama 245 kW'lık enerji üretebilen tatlı su balık işletmesinde uygulanan PV sistem için maliyet hesabı Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Tatlı su balık işletmesi PV sistemde kullanılan ekipmanların maliyetleri

PV Ekipmanı	Özellikleri	Miktarı (Adet)	Birim fiyatı (\$)	Toplam fiyat (\$)
Güneş paneli	Polikristal 255 W	192	110	21 120
Akü	Endüstriyel tip 2V,1200Ah	96	250	24 000
Şarj regülatörü	60 Amper MPPT	11	310	3 410
İnvertör	5000 W	3	1 000	3 000
Diğer ekipmanlar	Kablo,bağlantı elemanları,sigortalar vb.	1 Grup	3 500	3 500
Toplam maliyet				55 030

Bu tesiste güneş enerjisi sistemi kurulmadan önce enerji ihtiyacı 20 kVA gücündeki dizel jeneratör tarafından karşılanmaktaydı. Tam yükte çalışırken günlük yaklaşık 40 L dizel akaryakıt kullanan bu jeneratörün günlük maliyeti Nisan 2019 tarihi itibari ile $40 \text{ L} \times 6.50 \text{ TL/L} = 260 \text{ TL}$ olacaktı. Yıl boyu kullanıldığı farz edilirse $365 \times 260 = 94 900 \text{ TL}$ yıllık maliyet olacaktır. Nisan 2019 dolar kuru ortalama 5.75 TL olduğu düşünüldüğünde, $55 000 \times 5.75 = 316 250 \text{ TL}$ PV sistem maliyeti diyebiliriz. Tesisin maliyetinin 316 bin TL olduğu ve tam yükte çalıştığı düşünülürse $316 000 / 94 900 = 3.3$ yılda başa baş noktasını yakaladığı ve kendisini amorti ettiği hesaplanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin tek başına kullanımında karşılaşılan süreksizlikler ve gece saatlerinde kesintiye uğraması nedeniyle, rüzgar enerjisi ile birlikte kullanılmasının yenilenebilir enerji sistemlerini daha verimli ve güvenilir hale getirdiği belirtilmiştir. Birden fazla yenilenebilir enerji kaynağının birlikte kullanıldığı bu hibrid enerji sistemlerinin hangilerinin birlikte uygulanacağını bölgenin meteorolojik

koşullarına göre belirleneceği açıklanmıştır (Kurban ve Hoccoğlu 2004). Buna göre araştırma konusu tatlı su balık işletmesi gibi şebekeden bağımsız yenilenebilir enerji sistemleri kullanan tarımsal işletmelerde, enerji gereksiniminin kesintiye uğramaması ve aküleme maliyetinin daha aşağılara çekilmesi açısından hibrid uygulamaların kullanımının gereklilik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elektrik enerjisini dizel jeneratör ile karşılayan bir telefon baz istasyonunda hibrid yenilenebilir enerji kullanımının uygulanabilirliğinin ve geri ödeme süresinin konu edildiği bir araştırmada, işletme ve bakım maliyetleri de göz önüne alınarak hibrit sistemin geri ödeme süresinin 2 ila 4 yıl arasında olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca hibrit sistem kullanımı ile dizel yakıt kullanımının %70-80 oranında düştüğünü ve dolayısıyla CO₂ salınımının azaldığı ve çevre dostu bir sistem olduğunu ifade etmişlerdir (Nema ve ark., 2010). Buna göre araştırmanın yürütüldüğü tatlı su balık işletmesinde kullanılan PV güneş enerjisi sisteminin 3.3 yıl olan geri ödeme süresinin hibrid bir sistem ile benzerlik arz ettiği ve sisteme eklenecek rüzgar enerjisi sisteminin maliyeti artıracığı ancak daha az batarya kullanımı gerektireceğinden, geri ödeme süresinin fazla bir değişikliğe uğramayacağı düşünülmüştür.

PV sistem elemanları için piyasada çok farklı marka mevcuttur ve farklı fiyatlar oluşabilmektedir. İşletmelerin büyüklüğüne, pazarlık gücüne ve rekabet koşullarına göre fiyatlar değişebilmektedir. Her iki işletmenin de PV sisteminin maliyetleri yaptıkları dönemki anlaşmaları göz önünde bulundurularak dolar üzerinden hesaplanmıştır. Benzer işletmelere örnek teşkil etmesi açısından Nisan 2019 merkez bankası döviz kuru verilerine göre güncellenmiştir. Yeni kurulacak tarımsal işletmelere fikir vermesi açısından Çizelge 4.4.'de verilen PV güneş enerjisi sistemleri için piyasa ortalama maliyet tablosu verilmiştir.

4.4. Yenilenebilir Enerji Tesislerine Uygulanan Devlet Teşvikleri

Yenilenebilir enerji tesislerine genel olarak üç kategoride devlet tarafından teşvik verilmektedir. Bunlardan ilki ve en çok bilineni, şebeke bağlantılı sistemlerde üretilen elektrik enerjisinin devlet tarafından alım garantisi desteğidir. İkinci olarak vergi ve KDV istisnaları, son olarak da yenilenebilir enerji tesisi kuracak tarımsal işletmelere uygulanan kurulum desteği teşvikleridir.

Şebeke bağlantılı (On-grid) sistemlerde PV sistemi kurabilmek için öncelikle bölgedeki elektrik dağıtım şirketinden, güneş enerjisi santrali kurulumuna ilişkin çağrı mektubu evrakları ile başvuru yapılması gerekmektedir. Çağrı mektubu işlemi tamamlandıktan sonra PV sisteminin kurulması ve sonrasında kurulumun tamamlandığına

dair geçici kabul yapılarak sistemin devreye alınması gerekmektedir. PV sisteminin kurulumu tamamlayarak tesislerinin geçici kabulünü yaptıran işletmeler, PV sistemde üretilen elektriklerinin tesis ihtiyaçları kadarını kullandıktan sonra, geriye kalan fazla miktarını 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu çerçevesinde 10 yıl süreyle bağlantı anlaşmalarındaki fiyat üzerinden devlete satabilmektedirler (Çizelge 4.6.). Etlik piliç işletmesinde üretilen elektrik dolar bazında 13.3 cent/kWh olacak şekilde Devlet tarafından satın alınmaktadır.

Çizelge 4.8. Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesis tipine göre uygulanacak ücretler (Resmi Gazete, 2005).

Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesis tipi	Uygulanacak fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
Hidroelektrik üretim tesisi	7.3
Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7.3
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10.5
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi	13.3
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13.3

Yukarıda bahsedilen alım bedellerinin yanında lisanssız elektrik üretim tesislerinde yıllık sistem işletim bedeli ve üretilen elektriğin kWh başına birde sistem kullanım(dağıtım) bedeli bulunmaktadır. Yıllık sistem işletim bedeli Temmuz ve Aralık aylarında 2 taksit olarak ödenmektedir. 2019 yılı için bu bedel 3 604.7 TL dir. Sistem kullanım bedeli ise 31.12.2017 tarihinden önce kabule hazırdır tutanağı alan lisanssız üretim tesisleri için 3.3060 kr/kWh ve 01.01.2018 tarihinden sonra kabule hazırdır tutanağı alan lisanssız üretim tesisleri için 13.2224 kr/kWh'dir. PV sistem kuracak işletmelere göre farklılık gösterdiğinden dolayı etlik piliç işletmesi maliyet hesaplamalarında bu giderler göz önünde bulundurulmamıştır.

Devlet tarafından desteklenen yenilenebilir enerji tesislerine, ürettikleri elektrik enerjisine uygulanan alım garantisinin yanı sıra onaylanmış işletmeler için Ekonomi Bakanlığı tarafından verilen yatırım teşvik belgesi ile KDV muhafiyeti teşviği de uygulanmaktadır.

Buraya kadar bahsedilen teşvikler, üretilen elektrik enerjilerinin alımı ve vergi indirimlerine yönelik teşviklerdi. Devlet ayrıca tarım ve hayvancılık işletmelerinin kendi elektrik ihtiyaçlarını karşılamak için kuracakları yenilenebilir enerji tesislerinin kurulum giderleri için Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK) aracılığı ile hibe desteği vermektedir. Yenilenebilir enerji tesislerinin kurulumuna yönelik bu desteklerin oranı başvuru koşullarına göre %50-70 arasında değişebilmektedir. Bu desteklerden yararlanmak isteyen işletmelerin bağlı oldukları elektrik dağıtım şirketlerinden bağlantı anlaşması almış olmaları gereklidir. Bağlantı anlaşmasına sahip olmayan ve bağlı oldukları elektrik

dağıtım şirketi tarafından işletmenin kurulacağı bölgedeki trafolarla yeterli kapasitesinin olmadığı durumlarda, işletmelerin yenilenebilir enerji yatırımlarını TKDK kapsamında yapmaları halinde, kurulu gücü en fazla 300 kW'ya kadar olan sistemler için kapasite muafiyeti belgesi alabilmektedirler (TKDK, 2019).

TKDK kurulum desteklerinin yanı sıra Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde Tarım ve hayvancılık işletmelerine, Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı çerçevesinde Makine ve Ekipman Alımlarının Desteklenmesi Programı kapsamında güneş enerjisine yönelik kuracakları yenilenebilir enerji tesisleri için %50 hibe desteği verilmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kahramanmaraş ilinde bulunan iki farklı hayvancılık işletmesinde (Etlik piliç işletmesi ve tatlı su balık işletmesi) mevcut bulunan fotovoltaiik (PV) enerji sistemlerinin incelendiği bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Bölgenin güneş enerjisi potansiyeli ve işletmenin enerji gereksinimleri dikkate alınarak yapılan hesaplamaların sonucunda Etlik Piliç (On-grid) işletmesinde kullanılan PV sitemde güneş panellerinin ürettiği 300 kWh elektrik enerjisi invertör ve çift yönlü sayaç ile şebeke hattına verilmiştir. İşletmenin ihtiyacı olan elektrik enerjisi ve üretilen elektrik enerjisi arasındaki fark, işletmeye kazanç olarak kaydedilmiştir. Sistemin geri ödeme süresi 3.8 yıl olarak hesaplanmıştır. Tarım ve hayvancılık işletmelerine sağlanan Tarım Bakanlığı ve bağlı kuruluşlar bünyesinde verilen hibe desteğinden yararlanması durumunda ise başa baş noktasını yakalaması 1.5-2 yıl arasında olmaktadır. On-grid sistem kullanan etlik piliç işletmesi üretilen fazla elektriğini şebekeye verdiğinden, buradan yaklaşık 224 000 TL/Yıl gelir elde etmektedir.

Tatlı su balık (Off-grid) işletmesinde 49 kWh kapasiteli güneş panelinden oluşan PV sistemi ile elektrik enerjisi üretilmiştir ve bu enerji 2 V 1200 Ah akülerde depolanmıştır. Aküler 24'lük gruplar halinde 4 grup seri ve paralel bağlanarak sistem voltajı 48 V DC olacak şekilde düzenlenmiştir. İntvertör aracılığı ile de sistemin ihtiyacı olan AC elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılmıştır. Yapılan ekonomik analizde, şebekeden uzak yerlerde kullanılan PV sisteminin dizel jeneratörlere oranla daha avantajlı olduğu ve basit geri ödeme süresinin ortalama 3-4 yıl olduğu tespit edilmiştir. Tarım Bakanlığı desteği ile birlikte geri ödeme süresi 1.5-2 yıl arasında olmaktadır.

Kahramanmaraş, güneş ışınım şiddeti ve güneşlenme süresi değerlerine bakıldığında Türkiye ortalamasının üstünde değerlere sahiptir. Ancak şebekeden bağımsız (Off-grid) bir işletmede güneş panellerine kış aylarında gelen enerjinin yetersiz olacağı ve geceleri güneş enerjisinden faydalanılamayacağından dolayı, sadece güneş panelleriyle üretilecek enerjinin yeterli olmayacağı, sisteme dahil edilecek bir rüzgar türbini yardımı ile hibrit bir sistem üzerinden planlamanın yapılması ile daha iyi sonuçlar alınacağı düşünülmektedir.

Araştırma konusu her iki hayvancılık işletmesi için de kullanılan güneş panellerinin, şarj regülatörü ve evirici gibi cihazların pek çoğunun ithal ve görece olarak hala pahalı olmaları nedeniyle ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu düşünülebilir. Ancak PV sistemleri 10 yıl bozulmama garantisi ve 20 yıl çalışma garantisi ile satılmaktadır. Ayrıca, bu

sistemlerin bakım masrafları da yok denecek kadar azdır. Çalışma ömürlerinin 20 yıl olduğu düşünüldüğünde geri ödeme sürelerinin düşük ve sistemin ekonomik açıdan uygulanabilir olduğu görülmektedir.

Tarımsal ve kırsal alanlardaki hayvancılık işletmelerine devlet tarafından uygulanan teşvikler dikkate alındığında, yatırımın türüne göre %50 ila %70 arasında hibe desteklerinin olması geri ödeme sürelerini en az %50 oranında düşürmektedir. Bu destekler sayesinde tarım ve hayvancılık işletmelerin en büyük giderlerinden biri olan elektrik enerjisi maliyetlerini sıfırlaması ve ilk yatırım maliyetlerini çok daha kısa sürede tolere etmesinin önü açılmış olmaktadır.

Hayvancılık işletmelerinde kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından PV güneş enerjisi sistemlerinin, ekonomik ve işletmelere kar sağlayıcı olmasının yanı sıra, fosil yakıtlardan kaynaklı sera gazı emisyon değerlerinin düşürülmesine ve daha temiz bir gelecek bırakma misyonuna önemli katkı sağlayacağı da bir gerçektir.

Bu sonuçlar doğrultusunda yapılacak öneriler ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

Tarım ve hayvancılık işletmelerinde güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik üretimi ve kullanımının yaygınlaşması gereklidir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle tarım sektöründe yenilenebilir enerji bilincinin artırılması sağlanmalıdır. Sektör temsilcileri ve potansiyel yatırımcılar için bilgilendirme toplantıları yapılarak, konunun ülke ve işletmelerin geleceği üzerindeki etki ve avantajları anlatılmalıdır.

Hayvancılık işletmelerinde PV güneş sistemi kuracak işletmelere, teknik altyapı ve resmi işlemlerinde kolaylık sağlanarak prosedür yükleri hafifletilmelidir.

Tarım ve hayvancılık işletmelerine verilen yenilenebilir enerji hibe desteklerinin artarak devam etmesi ve yatırımların uygulanabilir olması açısından yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulumunda kullanılan malzemelerin ithalatında vergi muafiyetleri sağlanmalıdır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının yaygınlaşabilmesi için ilk kurulum maliyetinin düşmesi ve güneş paneli üretim teknolojilerinin gelişmesi ve daha ekonomik yollardan üretilmesi gerekmektedir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yenilenebilir enerjinin gelişimi, genel olarak kamu tarafından sunulan destekleme yöntemlerinin etkinliğine göre yön bulmaktadır. Bu nedenle, çoğunluğu ithal olarak ülkemize giren bu teknolojilerin daha ucuza mal edilebilmesi için,

yerli üretimin devlet tarafından desteklenmesi çok büyük önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji endüstrisindeki ar-ge çalışmalarına verilen destek artarak devam etmelidir.

Tarım ve hayvancılık sektörünün gelişimi için yenilenebilir enerji kaynaklarına teşvikler verilirken bu sistemlerin ülke imkanları ile üretilme durumları da dikkate alınmalıdır. Aksi halde teşvik olarak devlet tarafından ayrılan bütçeler yabancı ülkelere kaynak oluşturabileceği unutulmamalıdır.

Enerjide dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye’de elektrik enerjisi tüketiminde her yıl %6’lık bir artış olmaktadır. Bu yükselmeye nüfus artışı ve sanayileşme ile birlikte artan gıda talebi de önemli rol oynamaktadır. Fosil yakıtların giderek azaldığı, iklim değişikliği ve hava kirliliğinin arttığı bir dönemde, yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilerek geliştirilmesi ve ülke öz kaynaklarının daha etkili bir şekilde kullanımını sağlayacak tarım politikaları ve projelere öncelik verilmesi gerekmektedir. Enerji birim maliyetleri hesaplanırken çevreye verilen toplam zarar da değerlendirilmeli, sürdürülebilir tarım ve hayvancılık bilinci ile enerji alanında bu sorumlulukla adımlar atılmalıdır.

Türkiye de enerji kullanımı ve enerji verimliliği konusuna bir bütün olarak baktığımızda, daha ekonomik ve sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmanın yanı sıra, enerjide kayıpların azaltılması ve elde edilen enerjinin daha verimli kullanılabilmesi de önemli bir yer tutmaktadır. Sanayide olduğu kadar tarım ve hayvancılık faaliyetlerinde bulunan işletmelerde kullanılan elektrikli ekipmanların seçiminde de enerji verimliliğinin ön planda tutulması ve hali hazırda kısıtlı olan enerji kaynaklarının daha dikkatli kullanılması, enerjinin yönetimi konusunda dikkate alınması gereken önemli etkenler olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, M. H., Kose, F., Ozgoren, M., 2010, Analysis of a hybrid system driven by wind and solar energy for irrigation purpose in Konya, Turkey, 5th International Ege Energy Symposium and Exhibition (IEESE-5), 299.
- Akyüz, E., Bayraktar, M., Oktay, Z., 2009. Hibrid Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin Endüstriyel Tavukçuluk Sektörü İçin Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi: Bir Uygulama. Balıkesir Üniversitesi FBE Dergisi, Cilt:11, Sayı 2, s.44-54
- Alam, S.S., Hashim, N.H.N., Rashid, M., Omar, N.O., Ahsan, N., Ismail, D., 2013. Small-Scale Households Renewable Energy Usage Intention: Theoretical Development and Empirical Settings. Renewable Energy Journals, N:68 P. 255-263
- Bahtiyar, B., 2006. Fotovoltaik Sistemleri İçin Gerçek Zamanlı Bir İzleme Merkezi Tasarım Ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Dalton, G.J., Lockington, D.A., Baldock, T.E., 2009. Feasibility analysis of renewable energy supply options for a grid-connected large hotel, Renewable Energy, 34, 955–964
- Dursun, E., Bayar, H., Gorgun, H. and Kilic, O., 2010. Performance evaluation of a stand-alone photovoltaic/wind turbine/fuel cell power system for each province in the Aegean Region of Turkey, 5th International Ege Energy Symposium and Exhibition (IEESE-5), 298.
- Düzenli, A., 2010. Güneş Enerjili Su Pompalama Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Ekren, O., Ekren, B., Y., and Ozerdem, B., 2009. Break-even analysis and size optimization of a PV/wind hybrid energy conversion system with battery storage – A case study, Applied Energy, 8, 1043-1054
- Elhadidy, M.A., Shaahid, S. M., 2003. Promoting applications of hybrid power systems in hot regions, Renewable Energy, 29, 517-528
- EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu), 2019. Elektrik Faturalarına Esas Tarife Tabloları.<https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari> (Erişim, 12.02.2019).

- ETKB. 2013. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşların Amaç ve Faaliyetleri Raporu, www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_Kitap_2013.pdf (Erişim : 12.10.2013).
- ETKB (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), 2019. Güneş. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes> (Erişim, 19.03.2019).
- Gasch, R., Twele, J., 2002. Wind power plants: fundamentals, design, construction and operation, Solarpraxis AG, Berlin.
- GEPA (Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası), 2019a. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/> (Erişim tarihi: 15.02.2019).
- GEPA (Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası), 2019b. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası Kahramanmaraş. <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/46.aspx> (Erişim tarihi: 19.03.2019).
- Güler, S., 2014. Orta Ölçekli Hayvancılık İşletmelerinde Yenilenebilir Enerji Kullanım Olanakları ve Örnek Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Gürbüz, A. 2009. Enerji Piyasası İçinde Yenilenebilir (Temiz) Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi, Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 1-7, 13-15 Mayıs 2009, Karabük.
- Karaca, İ.H., Gürkan, E.C., Yarar, H., 2011. Konya ve Civarının Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Selçuklu Belediyesi Muhtar Evlerinde Güneşten Elektrik Üretim Sistemi Uygulaması. I. Konya Kent Sempozyumu, 275-292, Konya
- Karamanav, M., 2007. Güneş Enerjisi ve Güneş Pilleri. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya
- Koussa, D.S., Haddadi, M. and Belhamel, M., 2009. Economic and technical study of a hybrid system for rural electrification in Algeria (wind–photovoltaic–diesel), Applied Energy 86, 1024–1030
- Koyun, A., (2006). Güneş Bacası İle Enerji Üretiminin İncelenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Kurban, M., Hocaoglu, F.O., 2004. Anadolu Üniversitesi İki Eylül Kampüsü'nde Rüzgar ve Güneş Potansiyelini Belirleyerek Hibrid (Rüzgar-Güneş) Enerji Santral Modeli Kurmak. Bilimsel Araştırma Projesi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Köse, G., 2010. Hibrit (Güneş +Rüzgâr) Enerji Sisteminden Elektrik Üretimi: Kütahya Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Mokeddem, A., Midoun, A., Kadri, D., Hiadsi, S. and Raja, A.I., 2011. Performance of a directly-coupled PV water pumping system, *Energy Conversion and Management*, 52, 3089–3095.
- Nema, P., Nema, R.K., and Rangnekar, S., 2010. Minimization of green house gases emission by using hybrid energy system for telephony base station site application, *Renewable and Sustainable Energy Rewievs*, 1635-1639.
- Avcıoğlu O.A., Dayıoğlu, M.A. 2016. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri. A.Ü.Z.F. Yayınları: 1637, Ders Kitabı: 588, Ankara.
- Öztürk, H.H., Yaşar, B., Eren, Ö., 2010. Tarımda Enerji Kullanımı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Parida, B., Iniyar, S. and Goic, R., 2011. A review of solar photovoltaic technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1625–1636.
- Paska, J., Biczal, P., and Kłos, M., 2009. Hybrid power systems – An effective way of utilising primary energy sources, *Renewable Energy*, 34, 2414–2421.
- Patel, M.R., 1999, *Wind and solar power systems*, CRC Press, 472p, New York, USA.
- Resmi Gazete, 2005. 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun.18/5/2005 tarih ve 25819 Sayılı Resmi Gazete. Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Setiawan, A., Zhao, Y., and Nayar, C.V., 2009. Design, economic analysis and environmental considerations of mini-grid hybrid power system with reverse osmosis desalination plant for remote areas, *Renewable Energy*, 34, 374-383.
- TKDK (Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu), 2019. Elektrik İhtiyacını (öztüketimi) Karşılama Yönelik Yenilenebilir Enerji Yatırımları.

- <https://tkdk.gov.tr/Content/File/BasvuruFiles/BasvuruPaketiHazirlamaDokumanlari/BasvuruCagriRehberi/IPARDII/5.0/101.pdf> (Erişim, 28.04.2019).
- Türkay, B.E., and Telli, A.Y., 2011. Economic analysis of standalone and grid connected hybrid energy systems, *Renewable Energy*, 36, 1931-1943.
- URL, 2018a. İnvörtör. <https://www.enerjiportali.com/invertor-inverternedir-nerelerde-kullanilir/> (Erişim, 14.07.2018)
- URL, 2018b. şarj Kontrol Cihazı. <https://www.enerjibes.com/sarj-kontrol-cihazı-nedir-ne-ise-yarar/> (Erişim, 04.06.2018).
- URL, 2018c. Solar Kablo. <http://www.ayetek.com/solar-kablo-fiyatlari-hakkinda/> (Erişim tarihi 18.08.2018).
- URL, 2018d. Coğrafi Yapı Kahramanmaraş. <http://www.kahramanmaras.gov.tr/cografı-yapı> (Erişim, 26.10.2018).
- URL, 2018e. MPPT nedir. <https://www.enerjiportali.com/mppt-nedir-nerelerde-kullanilir/>. (Erişim, 23.12.2018).
- URL, 2019a. Akü. <https://www.basaku.com.tr/endustriyel-aku/> (Erişim, 14.01.2019)
- URL, 2019b. şebeke Bağlantılı (ON-GRİD) sistemler. <http://www.bnmsolar.com/?pnun=10&pt=Nas%C4%B1+%C3%87al%C4%B1%C5%9F%C4%B1yor%3F> (Erişim, 09.03.2019).
- URL, 2019c. Güneş Enerjisi Santrallerinin Kurulum ve Maliyeti. <https://www.enerjibes.com/gunes-enerji-santrali-kurulumu-maliyeti/> (Erişim, 25.03.2019).
- URL, 2019d. Fatih UYAR. Güneş enerjisi santrali maliyet, gelir ve kazanç örnekleri. <https://www.enerjibes.com/gunes-enerjisi-santrali-kazanc/> (Erişim, 30.04.2019).
- Ültanır, M.Ö., 1998. 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi. Yayın No: TÜS_AD-T/98-12/239, , Lebib Yalkım Yayınları ve Basım İşleri A.ř., İstanbul.
- Zhou, W., Lou, C., Li, Z., Lu, L., and Yang, H., 2010. Current status of research on optimum sizing of stand-alone hybrid solar-wind power generation systems, *Applied Energy*, 87, 380-389 p.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı : Fatih Mehmet
Soyadı : EMİROĞLU
Uyruğu : T. C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 19.08.1979 - KAHRAMANMARAŞ
Medeni Hali : Bekar
Telefon : 0 536 412 08 51
E-posta : fmemiroglu@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	KSÜ / Biyosistem Mühendisliği ABD	2019
Lisans	EÜ / Makine Mühendisliği Bölümü	2007
Lise	Kahramanmaraş Fatih Lisesi	1996

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Tenis, Yamaç paraşütü, Dalgıçlık, Fotoğrafçılık, RC Model Uçak, Atıcılık, Dağcılık, Trekking, Müzik, Tarihi ve Kültürel Gezi