



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**



**BASINÇLI SULAMA PROJELERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ**

**MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:**

**ÇANAKKALE – ÇIRPILAR ÖRNEĞİ**

**Gizem KUNT**

**Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**

**ÇANAKKALE**

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BASINÇLI SULAMA PROJELERİNDE**  
**YENİLENEBİLİR ENERJİ MALİYETLERİNİN**  
**KARŞILAŞTIRILMASI:**  
**ÇANAKKALE – ÇIRPILAR ÖRNEĞİ**

**Gizem KUNT**

**Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**

Tezin Sunulduğu Tarih: **26/08/2020**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. İsmail TAŞ**

**ÇANAKKALE**

Gizem KUNT tarafından Doç. Dr. İsmail TAŞ yönetiminde hazırlanan ve **26/08/2020** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Basınçlı Sulama Projelerinde Yenilenebilir Enerji Maliyetlerinin Karşılaştırılması: Çanakkale-Çırpılar Örneği**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

## **JÜRİ**

Doç. Dr. İsmail TAŞ .....

**Başkan**

Prof. Dr. Zeki GÖKALP .....

**Üye**

Dr. Öğr. Üyesi Murat TEKİNER .....

**Üye**

Doç. Dr. Pelin KANTEN

Müdür

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Sıra No: .....

## İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

Gizem KUNT

## TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. İsmail TAŞ'a, beni büyüten, yetiştiren ve en iyi yerlere gelebilmem için tüm imkanlarını seferber eden kıymetli annem Filiz Aydın ile kıymetli babam Hacı Hıdır Aydın'a ve yüksek lisans yapmam konusunda beni teşvik eden, vizyonumu ve ufkumu geliştiren, tez hazırlık aşamasında ekonomi alanındaki uzmanlığı ile bana yol gösteren, hayat arkadaşım ve yoldaşım, sevgili eşim Burak Kunt'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Varlığı ile dünyamı aydınlatan, biricik oğlum Atlas'ım;  
Sana daha iyi bir gelecek bırakabilmek umuduyla...

Gizem KUNT  
anakkale, Ağustos 2020

## SİMGELER VE KISALTMALAR

₺	Türk Lirası
\$	Amerikan Doları
%	Yüzde oranı
+	Toplama
-	Çıkarma
x	Çarpma
/	Bölme
=	Eşittir
A.Ş.	Anonim Şirketi
AC	Alternatif Akım
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
BG	Beygir gücü
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
°C	Santrigrat derece
CSP	Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Sistemleri
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
DC	Doğru Akım
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
EBRD	Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
ETV	Elektrik Tüketim Vergisi
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GES	Güneş Enerji Santrali
GMKA	Güney Marmara Kalkınma Ajansı
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GWe	Gigawatt Elektrik
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IFC	Uluslararası Finans Kurumu
KDV	Katma Değer Vergisi
Km	Kilometre
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
KWh	KiloWatt Saat
M	Metre
m <sup>2</sup>	Metrekare
MidSeff	Türkiye Orta Ölçekli Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı
MW	MegaWatt
MWe	Megawatt Elektrik
MWt	MegaWatt Isı
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
PV	Fotovoltaik

REPA	Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası
RES	Rüzgar Enerji Santrali
sa	Saat
Sn	Saniye
TEMA	Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı
TKDK	Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu
TL	Türk Lirası
TRT	Türkiye Radyo Televizyon Kurumu
TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TurSeff	Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı
TWH	TeraWatt Saat
UEA	Uluslararası Enerji Ajansı
W	Watt
YEK	Yenilenebilir Enerji Kanunu
YEKA	Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması
YETA	Yeşil Tarife

## ÖZET

# BASINÇLI SULAMA PROJELERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: ÇANAKKALE – ÇIRPILAR ÖRNEĞİ

Gizem KUNT

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. İsmail TAŞ

26/08/2020, 65

Dünyanın büyük bölümünde olduğu gibi, Türkiye’de de su en fazla tarımsal üretimde kullanılmaktadır. Temiz su kaynakları üzerindeki baskı, gelecekte daha da artacaktır. Buna bağlı olarak zaman içerisinde su çok daha kıtlaşacaktır. Bunun yansıması olarak da tarımsal üretimde kullanılan sulama suyunun daha etkin ve verimli kullanımı için basınçlı sulama yöntemlerinden randımanı yüksek olanların kullanılması bir zorunluluk haline gelecektir. Basınçlı sulama yöntemleri enerji gereksinimlerinin fazla olması nedeniyle üretim maliyetlerini artırmaktadır. Bu nedenle üreticiler, üretim maliyetlerini önemli ölçüde etkileyen enerji maliyetinden kaçınmaya çalışmaktadır. Verimli, kaliteli ve aynı zamanda sürdürülebilir bir üretim için randımanı yüksek sulama sistemleri, dolayısıyla da bir enerji gereksinimi bulunmaktadır. Bu çalışmada, Çanakkale- Yenice- Çırpılar köyünde hali hazırda elektrik enerjisi kullanılarak işletilmeye çalışılan sulama projesinde, ihtiyaç duyulan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanabilmesi incelenmiştir. Yapılan çalışma sonunda güneş enerjili sistem 2,80 yılda, rüzgar enerjili sistem 3,46 yılda ve hibrit sistem ise 2,99 yılda kendini amorti etmektedir. Bitki ürün deseninde yapılan revizyon ile hibrit sistemin kendini amorti etme süresi ise 1,15 yıl olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Basınçlı Sulama Sistemleri, Enerji Maliyeti, Yenilenebilir Enerji

## ABSTRACT

### COMPARISON OF RENEWABLE ENERGY COSTS IN PRESSURIZED IRRIGATION PROJECTS: CANAKKALE-CIRPILAR CASE STUDY

Gizem KUNT

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Agricultural Structures and Irrigational Science

Advisor: Assoc. Dr. Ismail TAS

08/26/2020, 65

As in much of the world, water is also used in most agricultural production in Turkey. The problems about clean water resources will increase in the future. For this reason, clean water resources will gradually decrease as time passes. Therefore it will be a necessity to use the most effective ones of agricultural pressurized irrigation methods for more effective and efficient use of irrigation water used in agricultural production. Pressurized irrigation systems increase the production costs for reason of need much more energy. Therefore, farmers try to avoid the cost of energy, which increases production costs. For an efficient, high quality and also sustainable production needs high efficiency irrigation systems which need energy requirement. In this study, an irrigation project which is currently being operated using electrical energy in village Çırpılar of Yenice-Çanakkale has been investigated that the required energy can be provided from renewable energy sources. As a result of the study, solar energy system in 2,80 years, wind energy system in 3,46 years and the hybrid energy system pays for itself in 2,99 years. With the revision made in the plant product pattern, the self-paying period of the hybrid system is calculated as 1,15 years.

**Keywords:** Pressurized Irrigation Systems, Energy Cost, Renewable Energy

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU .....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	v
ÖZET .....	vii
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı.....	2
BÖLÜM 2.....	4
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	4
2.1 Yenilenebilir Enerji Kullanılarak Sulamaların Yapılması.....	4
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	7
2.2.1. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı .....	7
2.2.2 Güneş Enerjisi .....	10
2.2.3 Rüzgar Enerjisi.....	12
2.2.4 Hidroelektrik Enerji.....	13
2.2.5 Jeotermal Enerji.....	13
2.2.6 Biyokütle Enerjisi.....	14
2.2.7 Okyanus Enerjisi .....	14
2.2.8 Hibrit Sistemler .....	14
2.3 Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı.....	15
2.3.1 Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	15
2.3.2 Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli .....	16
2.3.3 Tarımda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı .....	18
2.3.4 Teşvikler.....	19
2.3.5 Karbon Emisyon Ticareti .....	23
BÖLÜM 3.....	25
MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal .....	25

3.1.1 Mevcut Durum .....	25
3.1.2. Çanakkale İlinin İklim Özellikleri ve Yenilenebilir Enerji Potansiyeli .....	26
3.2 Metot .....	32
3.2.1. Net Bugünkü Değer Hesabı.....	33
3.2.2. İç Karlılık Oranı .....	33
3.2.3 Geri Ödeme Süresi .....	34
3.2.4. Ekonomik Analiz.....	35
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	36
4.1. Şebekeye Ödenen Elektrik Bedeli.....	36
4.2 Güneş Enerji Santrali Maliyet Hesabı.....	38
4.3 Rüzgar Enerji Santrali Maliyet Hesabı .....	44
4.4 Hibrit Sistem Maliyet Hesabı.....	49
4.5 Tarımsal Üretimdeki Değişim.....	51
BÖLÜM 5 .....	57
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR .....	60
EK 1. LİMAK ENERJİ 01.07.2020 TARİHİNDEN İTİBAREN GEÇERLİ FAALİYET BAZLI TARİFE TABLOSU.....	64
ÖZGEÇMİŞ .....	65

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1. BM iklim değişikliği konferansı, en fazla CO <sub>2</sub> salınımı yapan 10 ülke .....	9
Şekil 2. Nüfus, GSYİH büyüme oranı ve birincil enerji talebi projeksiyonları .....	9
Şekil 3. Yakıtle enerji talebinde ortalama yıllık değişim .....	10
Şekil 4. Kaynaklara göre yenilenebilir elektrik üretimi için yıllık büyüme, 2018-2020. ....	11
Şekil 5. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası.(GEPA) .....	16
Şekil 6. Türkiye Rüzgar Hızı Atlası (REPA) .....	17
Şekil 7. Türkiye Rüzgar Güç Yoğunluğu Atlası .....	18
Şekil 8. Çalışmanın konusunu oluşturan alan haritası .....	25
Şekil 9. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, Çanakkale .....	27
Şekil 10. Global radyasyon değerleri (kWh/m <sup>2</sup> -gün), Yenice, Çanakkale .....	27
Şekil 11. Güneşlenme süreleri (saat), Yenice, Çanakkale .....	28
Şekil 12. Çanakkale ili rüzgar hızı dağılımı (50 m).....	29
Şekil 13. Çanakkale ili rüzgar kapasite faktörü dağılımı (50 m).....	29
Şekil 14. Çanakkale ili trafo merkezleri ve enerji nakil hatları .....	30
Şekil 15. Türkiye genelinde rüzgar enerji santrali yatırımlarının yüzde oranında dağılımı	31
Şekil 16. Çanakkale ilinin faaliyette olan ve inşası devam eden toplam res gücünün ilçelere göre dağılımı .....	32

## TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1 Teşvik ve önlemler .....	22
Tablo 2 Çanakkale İline kurulabilecek rüzgar enerjisi santrali güç kapasitesi.....	31
Tablo 3 Güneş enerjisi üretimine ilişkin ilk yatırım maliyeti unsurları.....	39
Tablo 4 Güneş enerjisi geri ödeme süresi senaryo 1 .....	40
Tablo 5 Güneş enerjisi elektrik satışından elde edilen gelir senaryo 2.....	41
Tablo 6 Güneş enerjisi geri ödeme süresi senaryo 2 .....	42
Tablo 7 Güneş enerjisi iç karlılık oranı hesabı senaryo 2.....	43
Tablo 8 Rüzgar enerjisi geri ödeme süresi senaryo 1 .....	46
Tablo 9 Rüzgar enerjisi elektrik satışından elde edilen gelir senaryo 2. ....	47
Tablo 10 Rüzgar enerjisi geri ödeme süresi senaryo 2 .....	47
Tablo 11 Rüzgar enerji santrali iç karlılık oranı hesabı senaryo 2 .....	48
Tablo 12 Hibrit sistem elektrik satışından elde edilen net gelir .....	50
Tablo 13 Hibrit sistem geri ödeme süresi .....	50
Tablo 14 Hibrit sistem iç karlılık oranı.....	51
Tablo 15 Çırpılar köyü mevcut üretim deseni .....	52
Tablo 16 Hali hazırda ekili olan ve en fazla kar getiren ilk 5 ürün .....	52
Tablo 17 Tarımsal üretime dahil edilen ürünler ve mali verileri.....	53
Tablo 18 Çırpılar köyü önerilen üretim miktarları ve maliyet hesabı .....	54
Tablo 19 Hibrit sistem yeni üretim planı sonrası hesaplanan geri ödeme süresi.....	55
Tablo 20 Hibrit sistem yeni üretim planı sonrası iç karlılık oranı .....	56

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Dünya hiç olmadığı kadar hızlı bir değişim ve gelişim sürecinin içerisine girmiş bulunmaktadır. Bugün Dünya Bankası verilerine göre toplam nüfusumuz 8 milyar 161 milyonu geçmiş durumdadır. Bu hızlı nüfus artışına paralel olarak, temel yaşam için gerekli olan tüm kaynaklarımız da eskiye nazaran çok daha çabuk bir şekilde tükenme tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. En temel ihtiyacımız olan su ve besin kaynaklarının elde edilmesinde ise artık çok daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktayız.

Dünya genelinde artan enerji ihtiyacı ağırlıklı olarak fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ancak fosil yakıtlar tükenebilir, sonu olan kaynaklardır. Üstelik gelişen ve değişen dünya içerisinde çevresel anlamda kirletici ve tabiata zarar verici yapılar içeren fosil yakıtların kullanımı her geçen gün daha çok tartışmaya sebep olmaktadır. Bununla beraber petrol ve doğalgaz gibi bazı fosil yakıtların tüm dünyada eşit olarak elde edilemiyor olması ve bazı ülkelerin enerji ihtiyacını karşılayabilmek için dışa bağımlı hale gelmeleri de ekonomik anlamda ciddi bir problem haline gelmiştir. Bugün pek çok savaşın temelinde bu enerji kaynaklarının elde edilme ve kontrol altına alınma mücadelesi olduğu oldukça net bir şekilde bilinmektedir.

Fosil yakıtların, mevcut dünya rezervleri ve bugünkü tüketim oranları dikkate alındığında bir müddet sonra talebi karşılamaya yetmeyecek miktarlara geleceğinin öngörülmesi ve özellikle petrol ve doğalgaz gibi önemli enerji kaynaklarının sadece belirli ülkelerin yönetiminde olmasının getirdiği belirsizlik, ülkeleri alternatif enerji kaynaklarını kullanmaya yöneltmiştir. Alternatif enerji kaynaklarından nükleer enerji, potansiyeli ile ilgi odağı olmasına rağmen içerdiği riskler sebebi ile de temkinli yaklaşımı beraberinde getirmektedir. Diğer taraftan doğadan gelen ve doğaya zarar vermeyen, “temiz enerji” olarak nitelendirilebileceğimiz yenilenebilir enerji kaynakları da mevcut konjonktürde özellikle gelişmiş olarak nitelendirilebileceğimiz ülkelerin gözdesi haline gelmeye başlamıştır.

Dünya genelinde enerji tüketiminin büyük bir kısmını karşılayan fosil kaynakların yakılması ile ortaya çıkan karbondioksit, kükürdioksit ve karbon monoksit gibi gazlar sera gazı oluşumuna sebebiyet vermektedir. Ormanların da azalmasıyla beraber sera gazının emisyonu hava kirliliğine ve dolayısıyla iklim değişikliğine yol açmaktadır. İklim değişikliği ise su kaynaklarının miktarca eksilmesine, tarımsal faaliyetler neticesinde elde edilen mahsulün azalmasına, orman yangınlarının artmasına, kuraklık, erozyon ve çölleşmenin tehdit seviyesini arttırmasına, hatta bulaşıcı hastalıklarda artışa dahi sebebiyet vermektedir.

Tüm bu unsurlar göz önüne alındığı zaman, enerji kaynaklarının tek başına sürdürülebilir olmalarından ziyade yenilenebilir olmaları konusu da önem kazanmaktadır. (Marşap ve Narin, 2008).

Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, hidro enerji, dalga (gelgit) enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklar olarak nitelendirilen, sonu olmayan, doğaya ve çevreye zarar vermeyen, sürdürülebilir ve güvenli enerji kaynakları, aynı zamanda sadece belli bazı ülkelerin kontrolünde olmayıp diğer ülkeleri ve enerji piyasasını yönetecek ayrıcalıklar ve üstünlükler getirmediği ve tüm dünya nüfusu için eşit erişim ve kullanım hakkı da yarattığı için ilgi odağı haline gelmeye devam edeceği düşünülmektedir.

### **1.1 Tezin Amacı**

Sürdürülebilir ve temiz enerji olarak da nitelendirilen yenilenebilir enerji kaynaklarının, artan nüfusun ihtiyaçları doğrultusunda, talebi karşılayabilmek için, kapasitesinin de artması beklenen tarımsal üretimde kullanımının yaygınlaştırılması; diğer taraftan tarımsal üretimde de ciddi bir maliyet unsuru olan enerji giderlerinin azaltılması ve daha uygun fiyatlarla insanların gıdaya ulaşmasının sağlanması artık günümüzün belki de en önemli konusu haline gelmiştir. Amerikalı Psikolog Abraham Maslow'un, bugün pek çok derse konu olan "İhtiyaçlar Hiyerarşisi" ne göre insanın en temel ihtiyacı olan ve o ihtiyacı karşılamadan diğer ihtiyaçlarını göz ardı etmesine sebep olan ana ihtiyacı "fizyolojik" ihtiyacıdır. Bu fizyolojik ihtiyaç, su, beslenme gibi yaşamsal olguları içerir. Tam olarak bu sebepten tarımsal üretim ve temiz suya erişim, bugün ve bundan sonra da dünyanın en önemli gündemi olmaya devam edecektir.

Tarımsal üretimde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, üretimdeki en önemli maliyet kalemi olan enerji maliyetinin de azalmasını sağlamaktadır. İlk yatırım maliyeti nispeten pahalı olan yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara göre uzun dönemde hem daha ekonomik hem de daha çevreci ve sürdürülebilir sonuçlar vermektedir. Özellikle güneş ve rüzgar enerjisine dayanan sistemler, diğer alışlageldik sistemlere göre çalışması kolay, fazla bakım istemeyen ve nispeten uzun ömürlü sistemlerdir. Yakın zamanda hızla artan nüfusla birlikte kirlenen ve bozulan ekolojik dengeyi rayında tutmak için temiz enerji kaynaklarına yönelmek bir zorunluluk haline gelmeye başlayacaktır. Özellikle pek çok teşvik mekanizmasıyla birlikte öncelikli olarak gelişmiş ülkeler bu sistemlere hızla geçmeye başlamıştır. Temiz suya ve temiz gıdaya erişimin her geçen gün daha zorlaştığı ve daha çok pahalılaştığı bu süreçte bizim de acilen temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya geçmemiz gerekmektedir.

Bu tezde, Çanakkale ilinin Yenice ilçesine bağlı Çırpılar Köyü'nde bulunan eski bir maden çukurunda oluşmuş gölet suyunun tarımsal sulamada kullanılması için, temiz enerji kaynaklarından yararlanılması düşünülmektedir. Termik santral kurulması planlanan ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan 29 Haziran 2018'de ÇED olumlu raporu alan bölge, Kazdağları olarak anılan, ülkemizin ve de tabii ki dünyamızın akciğerlerini oluşturan, özel bir bitki ve orman florasına sahip, koruma altında olması gereken bir alanıdır. Ülke kamuoyunun da tepkisini alan ve günlerce gündemden düşmeyen termik santral projesinin, Ziraat Mühendisleri Odası, TEMA Vakfı ve Kazdağı Doğal ve Kültürel Varlıklar Koruma Derneği tarafından, yine aynı sene açılan itiraz davası neticesinde ve bilirkişi heyetinin çevreye zarar vereceği yönünde hazırladığı rapor sonucunda "ÇED olumlu raporu" iptal edilmiştir. Bütün bu süreç ve bölgenin özel florası da göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde neden tercih edilmesi gerektiği gerçeği bir kez daha ortaya konmuştur.

Yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımların yapılmasının teşvik edilmesi planlanan Çırpılar Köyü'nde, hali hazırda bulunan eski bir maden çukurunda birikmiş kış sularının oluşturduğu göletten, iki elektrikli pompa ile sulama suyu ihtiyacı karşılanmaktadır. Bu çalışmada amaç öncelikli olarak, güneş ve rüzgar enerjisinin ortak olarak kullanıldığı bir hibrit sistem kurulmasının teşvik edilmesidir. Güneş olmayan günlerde veya akşamları da sulamanın aksamaması için bir rüzgar tribünü ile sistemin hibrit bir hale getirilmesi planlanmaktadır. Öte taraftan yenilenebilir enerji santrallerinin ilk yatırım maliyetlerinin nispeten yüksek olduğu bilindiği için, mevcut alandaki üretim bilgileri de revize edilmiş; yeni planlanan bitki deseni ile karlılığın artırılması ve yatırımın geri dönüş süresinin kısaltılması hedeflenmiştir. Bunlara ilave olarak teşvik sistemleri gözden geçirilmiş ve santral elektriğinin mahsuplaşma yoluyla enerji nakil hatlarına verilmesi de planlanmıştır. Son olarak çalışmada, elektrik enerjisi üretimi amaçlı kurulması önerilerek güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinden yararlanan bir hibrit sistemin ekonomikliği de değerlendirilmiştir.

## BÖLÜM 2

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

#### 2.1 Yenilenebilir Enerji Kullanılarak Sulamaların Yapılması

Tarımsal üretimin girdi maliyetlerinin orta ve uzun vadede azalmasını sağlayacak, rüzgar ve elektrik üretim santrallerinin ortak olarak uygulandığı hibrit sistemlerden yararlanılan benzer akademik çalışmalar araştırılmış ve özet bilgiler halinde aşağıdaki gibi verilmiştir.

Atay, Işiker, Yeşilata ve Çıkman (2012), tarla koşullarında 2 yıl süren çalışmalarında, Şanlıurfa ilinin hali hazırda yüksek güneş enerjisi potansiyelinden faydalanarak güneş enerjisi ile çalışan bir damla sulama sistemini ele almışlardır. İlk yıl fotovoltaik (PV) panellere akü ilave edilmiş, ikinci yıl ise sadece akü kullanılmadan sistem çalıştırılmıştır. Elde ettikleri bulgular neticesinde aküsüz çalıştırılan sistemin hava koşullarına bağlı olarak veriminin düştüğü ve sulamayı aksattığını, akülü sistemde ise sistemin 24 saat boyunca problemsiz bir şekilde çalışabildiğini tespit etmişlerdir.

Yeşilata ve Aktacir (2000), fotovoltaik güç sisteminin tasarımı ile ilgili yaptıkları çalışma neticesinde, GAP bölgesinin verileri üzerinde durulmuş ve bölgenin güneşlenme süreleri bakımından PV sistemler için oldukça elverişli bir yapısı olduğu vurgulanmıştır. Gelecekte artması beklenen enerji talebinin de göz önüne alınarak bilhassa bu bölgede PV destekli sulamalara zaman kaybetmeden yönelmek gerektiğinden bahsedilmiştir.

Yılmaz, Yılmaz ve Köklükaya (2009), yapmış oldukları çalışmada yenilenebilir enerjinin öneminden yola çıkarak, tasarladıkları sistem ile toprağa yerleştirdikleri nem ölçerler vasıtasıyla güneş enerjisinden yararlanarak ve topraktaki nemi sabit tutmaya yarayan bir sistem geliştirmişlerdir. Laboratuvar ortamında yaptıkları çalışmanın sonuçlarına dayanarak büyük ölçekli güneş enerjisine dayalı sulama sistemlerinin enerji tasarrufuna ciddi bir katkısı olacağı sonucuna varmışlardır. Ayrıca güneş enerjisinden yararlanılan elektrik üretim sistemlerinin tarımsal sulama uygulamalarında uygulanması kadar şehir merkezinden uzaktaki yerleşim yerlerine de faydası olacağını vurgulamışlardır.

Can (2010), yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında Hatay ilinin İskenderun bölgesinde güneş ve rüzgar enerjilerinin ortak olarak kullanıldığı bir hibrit sistemden sağlanan elektrik ile tarımsal sulamada kullanılan pompalar için güç üretilmesini araştırmıştır. Çalışmasında elde ettiği enerjiyi akülerde biriktirmekte, pompa için gerekli enerjiyi de bu akülerden sağlamaktadır. Akülerin boş olduğu durumlar için ise

jeneratörlerden yararlanan bir sistem tasarlayan Can, çalışmasının neticesinde temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının önemine dikkat çekmiştir.

Düzenli (2010) çalışmasında güneş enerjisi temelli fotovoltaik sistemleri incelemiş ve güneş enerjisi ile çalışan su pompalama sistemlerine değinmiştir. Yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında Düzenli, ekonomik veriler ışığında jeneratör ile çalışan pompalama sistemlerinin fotovoltaik sistemlere göre daha yüksek bir maliyet unsuru oluşturduğunu göstermiştir.

Küsek, Şahin ve Öztürk (2009) yapmış oldukları çalışmada, fotovoltaik sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasından yola çıkarak, güneş enerjisi ile çalışan tarımsal sulama sisteminin tasarımını yapmış ve bu tarz tasarımların mümkün mertebede uygun bir şekilde boyutlandırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışmalarında bu tarz bir sistemin tasarım ölçütleri belirlenirken izlenmesi gereken yollardan bahsedilmiştir.

Aksoy (2011), yüksek lisans çalışmasında tarım arazilerin çoğunun ulaşılabilir elektrik hatlarından uzak olması sebebi ile kullanmak durumunda kaldığı dizel yakıtlı jeneratörlerin yüksek maliyetlerinden yola çıkarak, rüzgar ve güneş enerjisinin ortak olarak kullanıldığı bir hibrit sistemin tarımsal amaçlı enerji kaynağı olarak kullanılmasının teorik ve deneysel çalışmasını yapmıştır. Araştırmasını Selçuk Üniversitesi'nin Konya Teknokent bahçesinde uygulamaya döken Aksoy, 480 W gücünde PV sistem ve 1500 W gücünde rüzgar türbinini kullanarak elektrik üretmiştir. Akülü olarak tasarlanan sistemde 300 W kapasiteli doğru akım ile çalışan dalgıç pompa kullanılmıştır. Yapmış olduğu çalışma neticesinde, damla sulama yöntemi ile 13 da patates, 12,4 da şeker pancarı, 13,6 da mısır ve 31,4 da kavun tarlası için yetebilecek miktarda su pompalanabileceğini açıklamıştır.

Özdede, Çakmak ve Avcı (2017) yapmış olduğu çalışmada Konya ilinde fotovoltaik (PV) sistem ile çalışan bir damla sulama sistemi tasarlanmıştır. Yapmış oldukları çalışmada 45 adet 180 W'lık güneş pili ve 7,5 kW'lık pompa kullanan ekip, kurulan damla sulama sisteminin bir takım teknik özelliklerini ortaya koymuşlardır. Bu tarz sistemlerin hedefe yönelik şekilde tasarlandığında şebeke elektriği ile çalışan sistemlere alternatif olabileceğini gösterdikleri çalışmalarında, güneş enerjisi ile çalışan sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına karşın işletme maliyetlerinin göz ardı edilebilecek kadar düşük olduğunu bu sebepten elektrik hatlarının olmadığı kırsal alanlarda fosil yakıtlara göre daha ekonomik olmaları sebebi ile tercih edilebileceğini ifade etmişlerdir.

Jahed (2018) hazırlamış olduğu yüksek lisans tezi kapsamında, Azerbaycan'ın Tebriz ovasında tarımsal üretim yapmak için gerekli olan enerjinin fotovoltaik güneş sistemi ile desteklenmesi konusunu araştırmış; bölgenin ihtiyaç duyduğu sulama suyu miktarını

hesaplamak için CLIMWAT ve CROPWAT isimli programlardan, güneş enerjisi ile çalışan su pompalama sistemlerinin tasarım modellemesi için Lorentz Compass programından yararlanmıştır. Çalışmasının sonucunda Tebriz ovasında fotovoltaik güç ile çalışan su pompalama sistemlerinin teknik olarak kullanılabilir olduğunu ortaya koymuştur.

Topuz, Erdoğan ve Taşkaya (2017) çalışmalarında fotovoltaik ilke ile çalışan güneş enerjisi destekli su pompalama sistemlerinin bilgisayar ortamında modellemesini yapmışlardır. Çalışma kapsamında İç Anadolu Bölgesinin güneş enerji potansiyelini hesaplamış ve özellikle Niğde ilinin yüksek bir güneş enerjisi potansiyeli olduğunu ortaya koymuşlardır. Buradan yola çıkarak Niğde ilinde kurulabilecek örnek bir tesisin, pompaj sisteminin ihtiyacını karşılayabilmesi için üretebileceği gücü hesaplamış ve örnek bir yazılım geliştirmişlerdir. Çalışmaları neticesinde bu tarz yazılımların yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına teşvik edecek önemli bir adım olduğunu belirtmişlerdir.

Düzenli (2010), yüksek lisans çalışmasında mevcut fotovoltaik sistemlerin her üçünü de ele alıp incelemiş, bilhassa pompaj sistemlerinde tercih edilen şebekeden bağımsız fotovoltaik sistemlerin detaylı araştırmasını yapmıştır. Brenell Criddle yöntemi ile sulanacak bölgenin sulama suyu ihtiyacını hesaplayıp bu suyun temin edilebilmesi için pompaj sisteminin ihtiyaç duyduğu enerjiyi hesaplamanın önemini vurgulayan Düzenli, bu hassas çalışmaların öneminden bahsetmiş ve bu sebeple suyun kontrollü ve dikkatli bir şekilde verilmesi gerektiğinin önemi üzerinde durmuştur. Yaptığı çalışma neticesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini de göz önünde bulunduran Düzenli, fotovoltaik sistemin tarımsal alanlarda gerekli tüm ihtiyacı karşılayabilecek potansiyeli olduğunu söylemiştir ve neden tercih edilmeleri gerektiğinin önemi üzerinde durmuştur.

Atmaca, Yusufoglu ve Kurtuluş (2014) araştırmalarında Güney Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki potansiyel güneş enerjisini göz önünde bulundurarak tarımsal sulamada fotovoltaik sistemlerden yararlanma durumunu ele almışlardır. Yaptıkları deneysel çalışma neticesinde PV sistemin elektriksel verimini ortalama %41,82 olarak hesaplamışlardır. Elektriksel gücün verimlilikle doğru orantılı olduğunu ancak güneş ışınımı katsayısının artmasıyla verimin azaldığını gözlemlemişlerdir. Buradan yola çıkarak PV panel seçimi yapılırken yüzey alanın küçük, elektriksel değerleri yüksek paneller seçilmesi gerektiğini açıklamışlardır. Bununla beraber dalgıç pompanın kademe sayısı artıkça debisinin arttığını, kademe sayısı ve debinin artıkça pompanın hidrolik gücünü de arttırdığını ve dolayısı ile pompaj sisteminin verimini de arttırdığını gözlemlemişlerdir. Bu şekilde çalışacak sistemler için DC prensibi ile çalışan pompaların sistemin genel maliyetini düşüreceğini öne sürmüşlerdir.

Seyitoğlu (2012), hazırladığı yüksek lisans çalışmasında, Kayseri ilinde kurulacak ve şebekeye doğrudan bağlı olmayacak bir sulama sistemini inceleyerek sistemin maliyet analizini yapmıştır. Çalışmada ihtiyaç duyulan su miktarına göre pompa seçimi yapılmış, çalıştırılacak pompaların gc ihtiyaını karşılayacak gce sahip elektrik panelleri seçilmiştir. alışması sırasında pompaj sistemlerinin ilk çalışma anında sistemden çektiği elektriğin yüksek olduğunu, seçilen invertörlerin kW değerlerinin arttıkça ücretlerinin de artması ve güneş panellerinden elde edilen elektriğin ise az olması yüzünden saat başına düşen ücretlerin yüksek olduğunu gözlemlemiştir. Bu sonuçlardan yola çıkararak, tamamen bağımsız sistemler tasarlamak yerine şebekeye bağlı sistemlerin daha kullanışlı olabileceğini, ters sayaç yöntemi ile üretilen fazla elektriğin şebekeye satılarak maliyetleri daha da düşürebileceğini ngrmştir.

Yılmaz, Uçan, Ketten ve Narin (2016) alışmalarında meyve bahçelerinin sulamasında kullanılan elektrik sisteminin fotovoltaik sisteme dönüştürülmesinin, gerekli sulama suyu ihtiyaçları da göz önünde bulundurularak maliyetlerini hesaplamışlardır. Yapmış oldukları analize dayanarak 30 yıllık ömür biçtikleri sistemde sulama suyu maliyetini 0,06 TL/m<sup>3</sup>, toplam yatırım maliyetini ise 9029,00 TL olarak hesaplamışlardır. Sulama sonrası kurulu sistemle 2071,80 kWh elektrik artışı olacağını hesaplayan ekip, bu enerjinin şehir şebekesine satılması halinde 2014 senesi fiyatları ile yaklaşık 621,00 TL ek gelir elde edebileceklerini de ortaya koymuştur.

Gkyel ve Ulusoy (2016) yapmış oldukları çalışmalarında, pompa kullanılarak yapılan sulama sistemlerinde yüksek enerji maliyetleri sebebi ile çalıştırılmayan sistemlerin, güneş enerjisi santralleri ile desteklenmesinin önemini ortaya koymuştur. alışmalarında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün Ar-Ge çalışmalarına da değinen ekip, örnek olarak Samsat pompaj sulamasını ele almış, bölgeye kurulabilecek bir GES yatırımı ile yüksek enerji bedelleri nedeniyle çalıştırılmayan işletmenin işler hale getirilmesinin sağlanabileceğini, yöre halkının üretim gelirinin ve gayri safi milli zirai gelirimizin de artacağını öngörmüşlerdir.

## **2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

### **2.2.1. Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı**

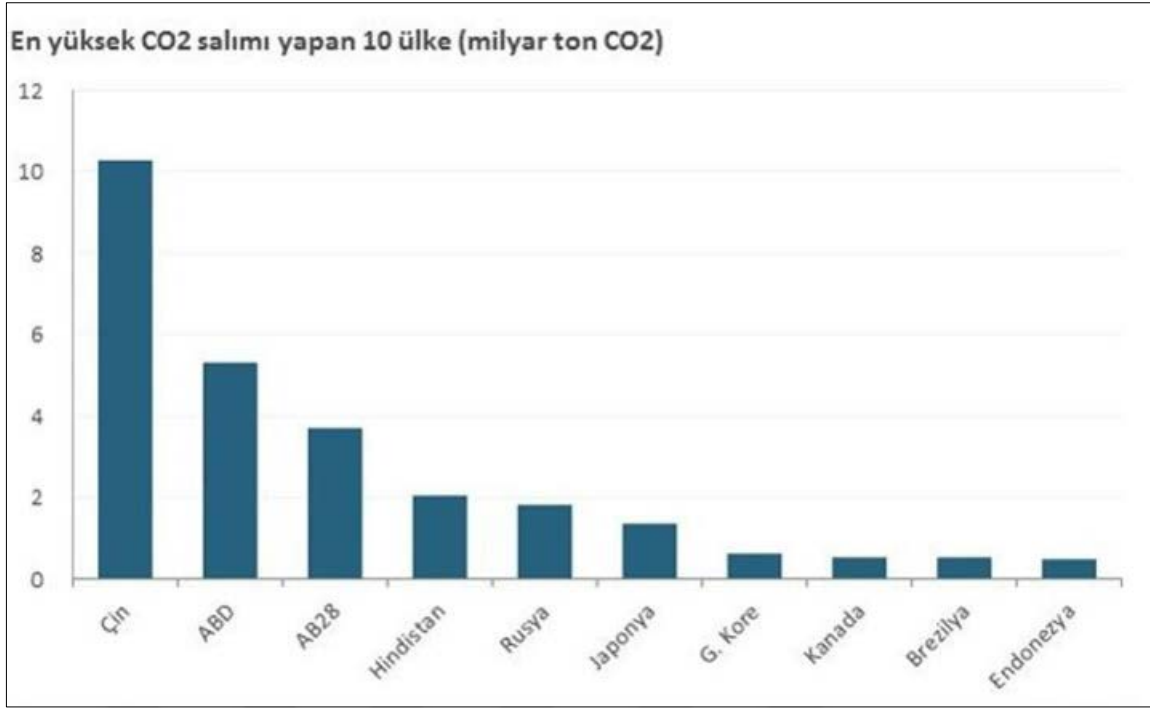
Yenilenebilir enerji, dünyada devamlı ve sürekli bir şekilde devinim halinde olan ve kullanıldıkça azalmayan ya da başka bir deyişle kaynakları tükenmeyen enerji olarak adlandırılabilir. Fosil kaynaklardan elde edilen enerjiye göre yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji, daha masum ve çevreci olarak da nitelendirilebilir.

Güneşin ışığı, rüzgarın kinetiği, suyun hidroliği veya termal ısısı, hatta gelgit/dalga kinetiği, yenilenebilir enerjilerin en yaygın kullanılan formlarıdır.

Dünya genelinde en çok tercih edilen enerji türlerinin tüketimi sıralamasında en büyük payı alan fosil yakıtların kullanılması, atmosfere sera gazlarının salınımını arttırmaktadır. İklim değişikliğinin en büyük sebeplerinden biri olan sera gazı salınımının azaltılmasına yönelik bir çözüm bulabilmek amacıyla Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Protokolü gibi birtakım uluslararası girişimler yapılmıştır. Hukuki açıdan bağlayıcılık da taşıyan bu tarz girişimlerle beraber enerjide alternatif kaynaklara yönelimin de artmaya başladığı görülmektedir (Marşap ve Narin, 2008).

2015 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'nda yayınlanan en fazla CO<sub>2</sub> salınımı yapan ülkeler arasında ilk sırada Çin yer almaktadır. Çin'i sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliğine üye 28 ülke ve devamında gelişmekte olan diğer ülkeler izlemektedir (Şekil 1). OECD (Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü) üyesi ülkeler genellikle sanayileşmiş ve ekonomik anlamda gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerdir. Grafiklerden de anlaşılacağı üzere (Şekil 2), OECD üyesi ülkelerde nüfus artışı, diğer gelişmekte olan veya az gelişmiş ekonomilere sahip olarak nitelendirebileceğimiz ülkelere nazaran daha stabil bir durumdadır. Bununla orantılı olarak geçmişteki veriler de baz alınarak yapılan gelecek tahminlerinde de özellikle gelişmiş ülkelerde birincil enerji talebinin çok fazla değişmeyeceği öngörülmektedir.

Gerek nüfus artış oranları gerekse gayri safi yurt içi hasılaya endeksli büyüme oranları göz önüne alındığında OECD'ye üye ülkeler dışında kalan az gelişmiş ekonomili ülkeler, daha değişken bir grafik çizmektedir. Geçmişteki verilere bakıldığında gelecekte de bu gibi az gelişmiş ve henüz gelişmekte olan ekonomilere sahip olan ülkelerde birincil enerji talebinin çok daha fazla olacağı öngörülmektedir. Gelecekte artmaya devam edeceği öngörülen birincil enerji talebinin her ülkenin sahip olduğu ve dışa bağımlı olmasını engelleyecek yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaya çalışması, uzun vadede ülke ekonomileri açısından da oldukça olumlu sonuçlar ortaya koyacaktır.



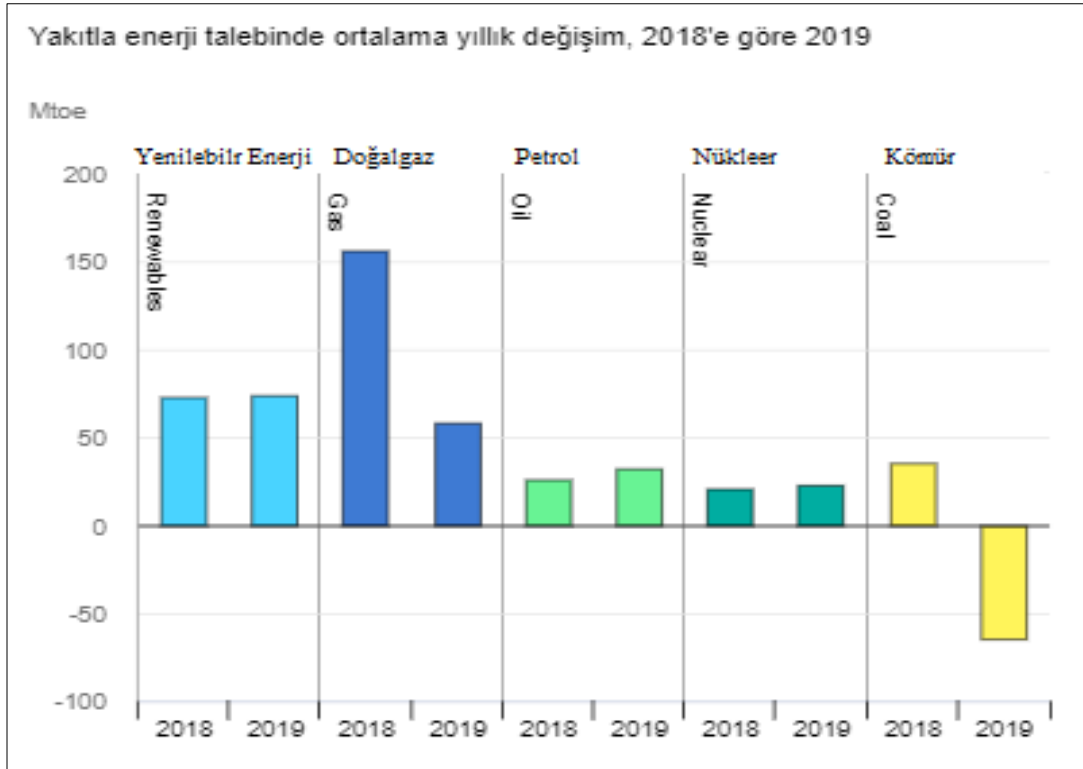
Şekil 1. BM iklim değişikliği konferansı, en fazla CO<sub>2</sub> salınımı yapan 10 ülke (Kazokoğlu, C., 2015)



Şekil 2. Nüfus, GSYİH büyüme oranı ve birincil enerji talebi projeksiyonları (Karagöl ve Kavaz, 2017)

2018 yılı ile 2019 yılı karşılaştırıldığında, dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik talep sabit kalırken, özellikle fosil yakıtta dayalı enerji talebinde ciddi bir düşüş olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bir yıl gibi kısa vadeli bir görüşte bile fosil kaynaklara olan bu talep düşüşü anlamlı derecede ciddi bir düşüştür. Bu da her ne kadar ilk

etapta yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebin ilk yatırım maliyetlerinden ötürü daha pasif bir pozisyon aldığı gösterse de uzun vadede bu tür enerji kaynaklarına yönelimin çok daha ciddi bir boyuta ulaşabileceğini göstermektedir.



Şekil 3. Yakıtla enerji talebinde ortalama yıllık değişim, 2018'e göre 2019. "Global energy review 2019: Average annual change in energy demand by fuel, 2018 compared to 2019", Environmental Impact Assessment, 2020.

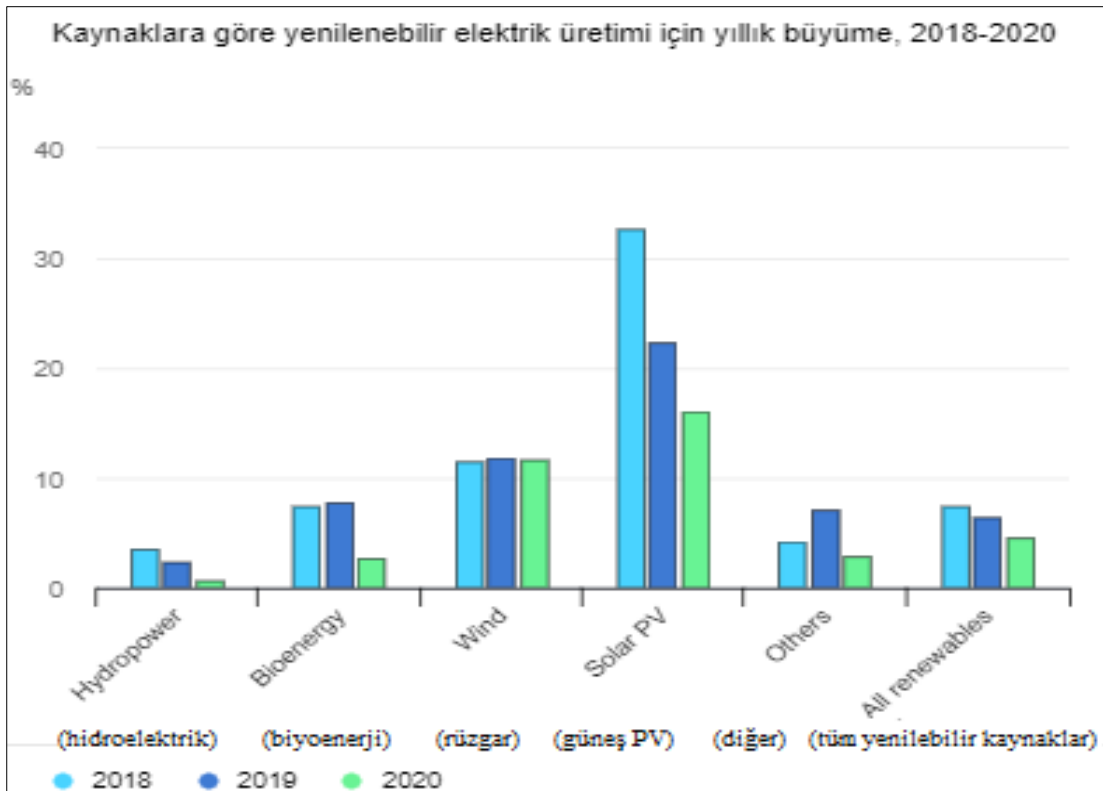
Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) "2019-2024 Pazar Analizi ve Tahmini" raporuna göre, 2018 yıl sonu itibariyle yenilenebilir enerji üreten kaynakların, küresel elektrik üretimi içerisindeki payı %26'dır.

### 2.2.2 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneş ışığından yararlanarak kullanılacak bir enerji şekline dönüştürülmüş halidir. Kurulumunun ve kullanımının kolay olması, sistem bakımlarının az olması, temiz bir enerji türü olması ve çevreye neredeyse hiç zarar vermemesi sebepleri ile her geçen gün daha fazla talep edilen bir enerji türü haline gelmeye başlamıştır. Dünya genelinde artan nüfus ve teknolojik ilerlemeler de göz önüne alındığında, enerjiye olan talebin her geçen gün çok daha büyük bir hızla artması beklenmektedir. Bu da gözleri sınırlı

kaynaklarla üretilen yenilemez enerji kaynaklarından, sonsuz kapasiteye sahip alternatif enerji kaynaklarına, yani yenilenebilir enerji kaynaklarına çevirmiştir.

Yenilenebilir enerji sektörüne yakın zaman içinde bir bakış attığımızda özellikle güneş enerjisine olan talebin, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha fazla olduğu görülmektedir. Her ne kadar kendi içerisinde 2018 senesine göre talep düşüşü yaşıyor gibi görünse de hala diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasında talep anlamında en fazla tercih edilen enerji kaynağı türü güneş enerjisidir diyebiliriz (Şekil 4).



Şekil 4. Kaynaklara göre yenilenebilir elektrik üretimi için yıllık büyüme, 2018-2020. “Global energy review 2019: annual growth for renewable electricity generation by source 2018-2020”, Environmental Impact Assessment, 2020

Uluslararası enerji ajansının (IEA) verilerine göre tüm Dünya genelinde 2018 yılı sonu itibari ile sadece güneş enerjisinden yararlanılarak elde edilen enerji 570 TWH olarak hesaplanmıştır.

Güneş enerjisinden, merkezi olmayan yapısı sebebi ile farklı şekillerde elektrik enerjisi üretmek mümkündür. Bölgesel şartlara bağlı olarak güneş pilleri (PV: fotovoltaik) ile elektrik üretilen sistemler, şebekeye doğrudan bağlı sistemler (tek başına PV paneli veya

batarya destekli PV paneli) ve şebekeden bağımsız (batarya destekli veya hibrit sistemler) olarak 2 gruba ayrılır (Özdemir ve Özdemir, 2008).

**Güneş Hücreleri:** Fotovoltaik (PV) olarak adlandırılan sistemler güneş enerjisinden PV paneller aracılığı ile doğrudan elektrik enerjisinin üretildiği sistemlerdir. Bu sistemlerin genellikle ilk yatırım maliyetleri diğer enerji yatırımlarına nispeten fazladır ancak bakım maliyetleri ise oldukça düşüktür. Uzun ömürlü olan bu sistemler ayrıca çalışmaya başladıktan sonra ekstra bir iş gücüne de ihtiyaç duymazlar. İlk yatırım maliyetlerinin nispeten yüksek olmasının yanı sıra bir diğer dezavantajı ise bulutlu havalarda sistem veriminin düşmesidir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

**Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP):** Güneş enerjisinden yararlanarak ısı enerjisi elde edilen sistemlerdir. Bu sistemlerde ısı enerjisinin yanı sıra elektrik enerjisi de elde etmek mümkündür (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

### 2.2.3 Rüzgar Enerjisi

Güneşin dünyayı farklı şekillerde ısıtması sonucu rüzgar dediğimiz doğa olayı meydana gelmektedir. Yer yüzeyinde meydana gelen farklı ısılar, hava sıcaklığı, basınç ve nem gibi unsurların da bölgesel olarak değişmesine sebebiyet verir. Bu basınç farklılıkları sebebi ile havanın da hareketi rüzgar olarak adlandırılır. Meydana gelen rüzgar enerjisi, yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin ancak yüzde 2'sinden meydana gelir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.)

Rüzgar enerjisi, tıpkı diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi temiz bir enerji kaynağıdır, doğaya ve çevreye zarar vermez. Ana kaynağı güneş olduğu için tükenmesi söz konusu değildir ve fosil kaynaklar gibi sınırlı sayıda olmadığı için zamanla fiyatı artmaz. Rüzgar enerjisinden elektrik üreten santrallerin maliyetleri, birincil enerji kaynakları kullanılarak elektrik üreten diğer santrallerin maliyetlerini yakalamış durumdadır. Bakım ve işletme maliyetleri oldukça düşüktür ve teknolojisinin işletilmesi nispeten basittir. Kurulumunun gerçekleştirilip çalışmaya başlatılmasının ise kısa bir süre de gerçekleşmesi de yatırımcıların dikkatini çekmektedir. Bununla beraber, ilk yatırım maliyetlerinin nispeten yüksektir, genellikle kapasitesinin altında çalışır ve elde edilen enerji miktarı genellikle değişkendir. Bu sebeple rüzgar enerjisine yönelik yatırımlar yapılırken bu dezavantajları da göz önünde bulundurulmalıdır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

Uluslararası Enerji Ajansı'na (UEA) göre, offshore (deniz üzerinde kurulu rüzgar enerjileri offshore, karasal rüzgar enerjileri onshore olarak adlandırılır) rüzgar enerjisi, dünyanın tüm elektrik ihtiyacını karşılayacak kapasiteye sahiptir ve mevcut enerji sistemini değiştirecek bir güçtedir. UEA, offshore rüzgarının düşen maliyetlerinin önümüzdeki on yıl içinde fosil enerjiyle rekabet edeceğini ve üretilen küresel ortalama güç maliyetinin 2030 yılına kadar %40 oranında düşeceğini tahmin ettiklerini açıklamıştır (Dünya Enerji Konseyi, 2019).

#### **2.2.4 Hidroelektrik Enerji**

Hidrolik enerji, suyun bir yerden akışı veya düşüşü ile elde edilen bir enerji türüdür. Yenilenebilir enerji türleri arasında en düşük maliyete sahip olduğu için yenilenebilir enerji kaynakları arasında kurulu kapasite bakımından hali hazırda dünya genelinde ilk sırada yer almaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017). Hidroelektrik santraller de tıpkı diğer yenilenebilir enerji santralleri gibi doğaya zarar vermeden temiz enerji üretirler. Verimleri yüksektir ve herhangi bir yakıt giderleri bulunmaz. Genellikle uzun ömürlü olmaları sebebiyle de tercih edilen hidroelektrik santrallerinin işletme giderleri de oldukça düşüktür ve kendi kendilerine yeten bir enerji kaynağına sahiptir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

Dünya genelinde yaşanan kuraklıklar ve iklim değişiklikleri sebebi ile hidroelektrik enerjiden elde edilmesi planlanan verimin düşebileceği ihtimali, günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapma kararı alırken yatırımcıların diğer enerji türlerine yönelmesi, özellikle de rüzgar ve güneş enerji santrallerinin ilk kurulum maliyetlerindeki düşüşler, hidroelektrik santrallerine olan ilginin yavaş yavaş azalacağı ve yerini bu diğer iki yenilenebilir enerji kaynağına bırakacağı yönündedir.

#### **2.2.5 Jeotermal Enerji**

Dünyada farklı alanlarda kullanılabilen, yerkürenin derinliklerindeki magma ısısının kullanımına dayalı alternatif enerji kaynağı "jeotermal enerji" olarak adlandırılır. Bu enerji türü dünya genelinde elektrik üretiminden kâğıt hamurunun yumuşatılmasına, soğutma ve havalandırma sistemlerinde, balık çiftliklerinde, konserve üretiminde, balık ürünlerinin kurutulmasında ve daha pek çok farklı sektörde kullanılmaktadır (Haklıdır, 2008).

Dünya genelinde 2018 yılı itibari ile kurulu jeotermal enerji gücü 14,90 GWe seviyesindedir. Jeotermal santralleri ile en fazla elektrik üreten beş ülke sırasıyla; Amerika Birleşik Devletleri, Filipinler, Endonezya, Türkiye ve Yeni Zelanda şeklindedir. Elektrik üretiminin haricindeki kullanımları ise 70000 MWt'ı aşmış olup, dünya genelinde doğrudan

jeotermal enerji kaynağı kullanımı Amerika Birleşik Devletleri, Çin, İsveç, Belarus ve Norveç ülkelerinde gerçekleşmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

### **2.2.6 Biyokütle Enerjisi**

Biyokütle enerjisi, tek bir türe ait olmakla beraber türlerin bir arada bulunduğu topluluklara da ait olabilen canlı organizmaların meydana getirdiği kütle enerjisidir. Diğer bir tabirle yaşayan organizmalarla alakalı olduğu için, organik karbon olarak da nitelendirilebilir. En çok bilinen biyokütle kaynakları; bitkisel kaynaklardan, orman ve orman ürünlerinden, hayvansal kaynaklardan ve şehir ve endüstriyel atıklar ya da organik çöplerden elde edilmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.). Biyokütle enerjisi, bu kaynakların klasik veya modern yöntemlerle yakılması sonucu elde edilir.

### **2.2.7 Okyanus Enerjisi**

Okyanus gücü, yenilenebilir enerji kaynaklarını içeren piyasada en küçük paya sahip olan bölümdür. Okyanus enerjisini kullanmaya yönelik projeler günümüzde genellikle küçük ölçekli, butik projelerdir ve 1 megawatt'tan (MW) daha az enerji üretilir. 2018 yıl sonu itibariyle tahmini 532 MW işletme kapasitesi bulunmaktadır. Günümüzde en çok Avrupa'da tercih edilen okyanus enerjisi projeleri özellikle 2018 yılında birkaç gelgit türbininin kurulduğu İskoçya'da daha fazladır. Okyanus enerjisinin kaynağı ciddi bir potansiyel oluşturmasına rağmen, henüz yeterli bir şekilde yararlanılamamaktadır (Dünya Enerji Konseyi, 2019).

### **2.2.8 Hibrit Sistemler**

Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma durumu söz konusu olduğu zaman, uygulamanın gerçekleştirileceği bölgenin coğrafi özellikleri göz önüne alındığında, zaman zaman tekil kaynaklar yerine birden fazla yenilenebilir enerji sisteminin kullanıldığı, “hibrit” olarak adlandırılan sistemlerden de söz etmek mümkün hale gelmektedir. Hibrit sistemler pek çok farklı enerji santralının birlikte kurulup çalıştırıldığı sistemlerdir. Genellikle bir enerji kaynağının (güneş gibi) santralde yeterli enerjiyi üretecek potansiyelinin bulunmadığı durumlarda diğer enerji üretim sisteminin çalışmaya devam edeceği düşünülerek, genel olarak sistemin sürekliliğinin sağlanması hedeflenir ve hibrit sistem uygulaması bu nedenle tercih edilir.

### **2.3 Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı**

Türkiye enerji ihtiyacını yaklaşık %70’ini dışarıdan temin etmektedir. Gelişmekte olan ülkeler kategorisinde olan Türkiye’nin enerji ihtiyacının ilerleyen dönemde artacağı da göz önünde bulundurulduğunda, sonu olmayan enerji kaynakları olarak da nitelendirilen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması konusu, dışa bağımlılığı azaltabilme açısından oldukça stratejik bir öneme sahiptir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

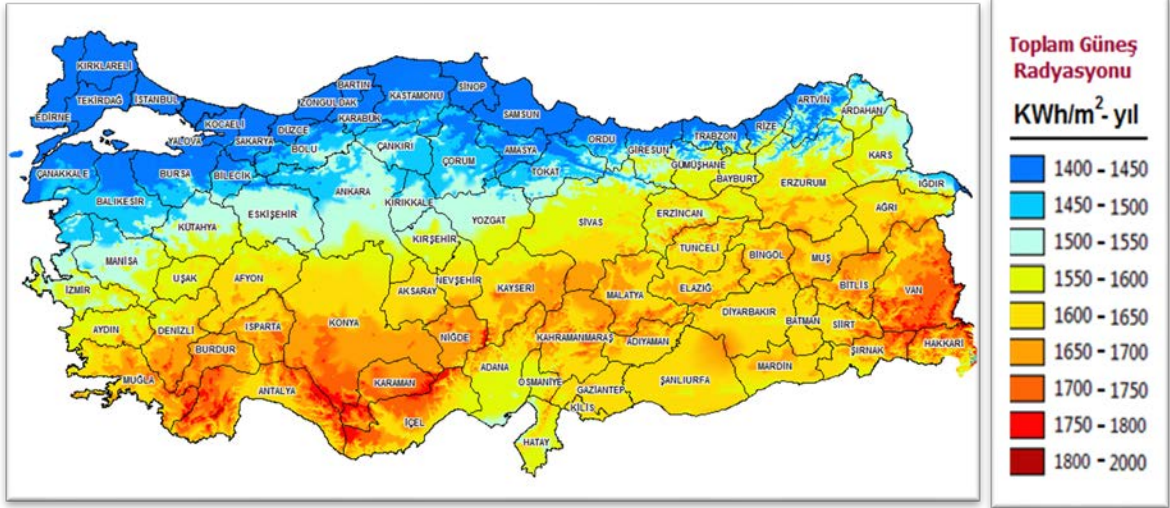
Türkiye sahip olduğu jeopolitik konumu nedeniyle hemen hemen tüm yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanabilir durumdadır. Bilhassa hidrolik, rüzgar, güneş ve jeotermal enerji potansiyeli açısından Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında oldukça avantajlı bir durumda olduğu da rahatlıkla söylenebilmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın resmi internet sitesinde yayınladığı rakamlara göre 2019 yılı Eylül ayı sonu itibari ile ülkemizde elektrik üretimine ilişkin kurulu güç yaklaşık 90720 MW'a ulaşmıştır. 2019 yılı Eylül ayı sonu itibarıyla kurulu gücümüzün kaynaklara göre dağılımı; %31,4 hidrolik enerji, %28,6 doğalgaz, %22,4 kömür, %8,1 rüzgar, %6,2 güneş, %1,6 jeotermal ve %1,7 ise diğer kaynaklar şeklindedir. 2019 yılı Eylül ayı sonunda ülkemizdeki elektrik enerjisi üretin santral sayısı 8069’dır (lisanssız santraller dahil). Bu santrallerin 669 adedi hidroelektrik enerji santrali, 68 adedi kömür santrali, 262 adedi rüzgar enerjisi santrali, 52 adedi jeotermal enerji santrali, 330 adedi doğal gaz enerji santrali, 6435 adedi güneş enerjisi santrali, 253 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

Baz senaryoya göre 2023 yılında ülkemizdeki elektrik tüketiminin yılda ortalama %4,8 artışla 375,8 TWh'e ulaşması beklenmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

#### **2.3.1 Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli**

Türkiye bulunduğu coğrafi bölge sebebi ile yüksek bir enerji potansiyeline sahiptir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan “Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) verilerine göre, ülkemizin 1 yılda toplam güneşlenme süresi 2741 saat (günlük ortalama 7,5 saat), 1 yılda gelen toplam güneş enerjisinin ise 1527 kWh/m<sup>2</sup>.yıl (günlük ortalama 4,18 kWh/m<sup>2</sup>.gün) olduğu görülmektedir. Güneş enerjisinden elektrik üretme potansiyeli olarak baktığımızda (Şekil 5), Türkiye’nin kuzey coğrafyasından güney coğrafyasına doğru indikçe bir artış olduğu görülmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

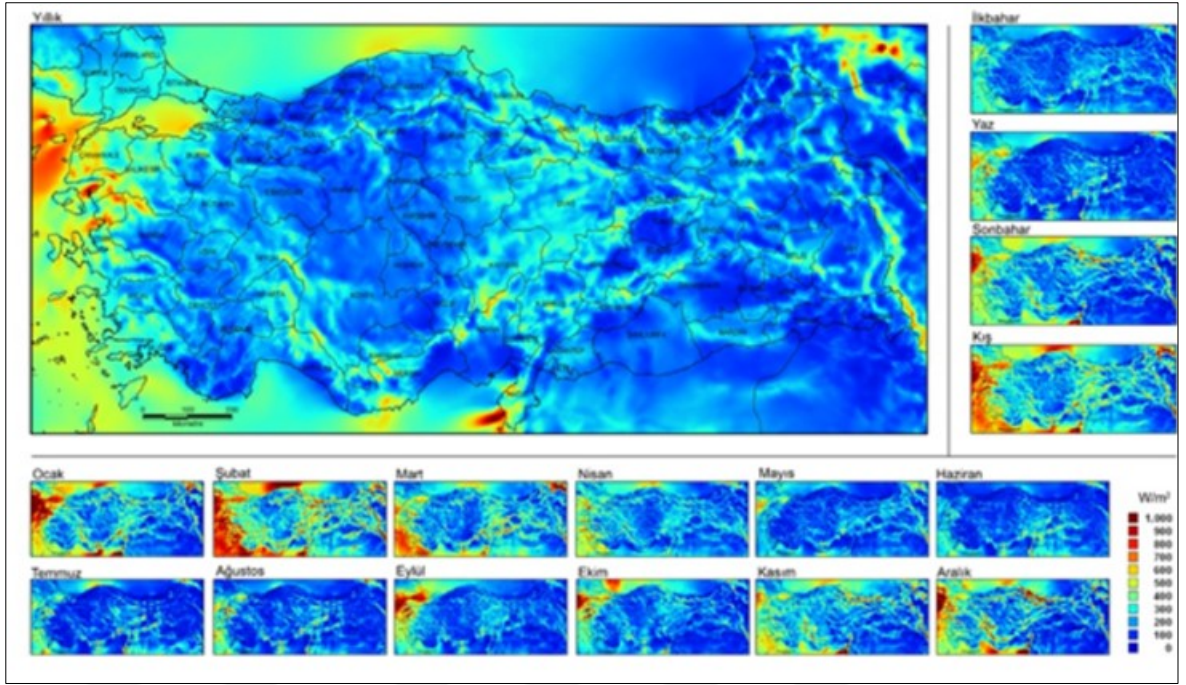


Şekil 5. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA), Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)

20/03/2017 tarihinde yapılan YEKA yarışması neticesinde, Konya-Karapınar'da 1000 MWe kapasiteli güneş enerjisi santrali kurulması planlanmaktadır. Bu santralin kurulmasıyla beraber dünyanın en büyük güneş santrallerinde biri de ülkemizde yer alacaktır. Bu tesiste kullanılması planlanan yerli katkı oranının en az %60 olması planlanmaktadır. Tüm bunların yanı sıra ülkemizde yerli güneş modüllerinin üretileceği bir fabrikanın kurulması ve güneş enerjisine yönelik Ar-Ge çalışmalarının yapılacağı bir merkezin kurulmasına ilişkin çalışmalar devam etmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.).

### 2.3.2 Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) ile Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DMİ) Türkiye'nin rüzgar potansiyelinin belirlenmesi ve buna göre yatırım çalışmalarına yol gösterici olması hedefiyle 2002'de yayınladığı "Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)" verilerine göre (Şekil 6), rüzgar enerjisi bakımından Bandırma, Antakya, Kumköy, Mardin, Sinop, Çorlu, Gökçeada ve Çanakkale zengin bölgeler olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Bandırma, Çeşme, Karadeniz Ereğlisi, Florya, Siverek, Bozcaada, Gökçeada ve Çanakkale'de yöresel potansiyel çalışmalar da yapılmıştır.



Şekil 6. Türkiye Rüzgar Hızı Atlası (50 m yükseklik) (REPA), Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)

Türkiye Rüzgar Hızı Atlas'ına göre özellikle Kuzey Ege'ye kıyısı olan illerde rüzgar enerjisinden yararlanma potansiyeli ciddi anlamda yüksektir. Türkiye teorik olarak yıllık 160 TWh'lık rüzgar potansiyeline sahiptir (Şekil 7). Sahip olduğu bu potansiyel ile Avrupa'daki teknik rüzgar enerjisi potansiyelinin en yüksek payını bünyesinde barındırmaktadır (Akpınar, Kömürcü ve Filiz, 2008). Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri rüzgar hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgar santrali kurulabileceği kabul edilmiştir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, t.y.). Rüzgar Güç Yoğunluğu Atlas'ı verilerine göre, rüzgar enerjisi potansiyeli Türkiye genelinde özellikle sonbahar ve kış aylarında ciddi bir artış göstermektedir



beraber yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre kirliliğini minimum düzeye indirmesi de bir tercih sebebi haline gelmektedir.

Bitkilerin yetiştirilme dönemleri göz önüne alındığı zaman güneş enerjisi ile çalışan fotovoltaik (PV) sistemler, tarımsal üretimde kullanılması gayet uygun sistemlerdir. Ancak ne var ki sistemin sürekliliği, tarımsal üretimde hayati bir öneme sahiptir. Sadece güneş enerjisine dayalı bir fotovoltaik (PV) sistemin kullanıldığı durumlarda, güneşin olmadığı bulutlu bir gün sistemin çalışmayacak olması, elde edilecek mahsulde çok ciddi verim kayıplarına sebebiyet verebilir. Böyle bir durumun önüne geçebilmek için henüz işin başında, enerji sistemleri tasarlanırken birtakım önlemler almak gerekmektedir. Bu önlemler, sisteme üretilen enerjinin fazlasının depolanabileceği akülerin eklenmesini içerebileceği gibi, doğrudan şebekeye bağlı bir sistem ile enerji sürekliliğinin sağlanması şeklinde de olabilir. Veya ilave bir seçenek olarak hibrit sistemlerden yararlanarak, farklı bir enerji üretim sisteminin enerji üretmeye devam etmesi ile genel olarak enerji üretim sisteminin devamlılığı sağlanabilir.

Yenilenebilir enerji kaynakları çok çeşitlidir. Tarımsal üretim zamanına da uygun olarak öncelikle güneş enerjisinin kullanıldığı bir sistemin kurulması; güneş enerjisinden yararlanılamayan günlerde dahi sistemin işleyişinin devamlılığının sağlanabilmesi için de, Çanakkale bölgesinin coğrafi özelliklerine dayanarak rüzgar enerjisi sisteminin de kurularak, oluşturulan hibrit sistem ile öncelikle kesintisiz enerji üretiminin sağlanması ve devamında, tarımsal üretim ve yapıların ihtiyaçları karşılandıktan sonra, artan enerjinin teşviklerden faydalanarak şebekeye verilmesi ile ek bir gelir sağlanması ile ilk yatırım maliyetinin geri dönüş süresinin kısaltılması söz konusudur.

### **2.3.4 Teşvikler**

2005 yılında yürürlüğe giren 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına dair Yenilenebilir Enerji Kanunu'yla (YEK) yenilenebilir enerji alanında yapılan girişimler artmaya başlamıştır. Bununla birlikte düşük sayılabilecek sabit fiyat garantisi ile 2010 yılına kadar beklenen yatırım talepleri gerçekleşmemiştir. Mevcut kanun, Aralık 2010'da güncellenerek belirli yenilenebilir enerji kaynakları için daha yüksek bir sabit fiyat garantisi vermekle beraber, finansal olmayan bazı teşvik ilaveleri de getirilmiş, bu sayede yenilenebilir enerji piyasasının yatırım kısmında bir miktar daha hareketlilik kaydedilmiştir. Gelişmiş pek çok ülkeyle kıyaslandığında Türkiye, teşvik ve yatırım planlarını uygulamaya koyma konusunda gecikmiş gibi görünse de sahip

olduğu yenilenebilir enerji potansiyeli ile bu farkı kapatabileceği oldukça açık bir şekilde görülmektedir (Yılmaz ve Hotunoğlu, 2015).

Çanakkale iline yönelik yenilenebilir enerji kaynakları alanında yatırım yapmayı planlayan potansiyel yatırımcılar için bilhassa Güney Marmara Kalkınma Ajansının yayınlamış olduğu “Enerji Yatırım Rehberi”, bu alanda pek çok önemli bilginin özetini barındıran net bir başlangıç rehberi olarak nitelendirilebilir. Rehberde bölgeye yatırım yapmayı planlayan yatırımcılar için öncelikle Ekonomi Bakanlığı’nın Türkiye genelinde uyguladığı bölge bazlı teşvik sistemi anlatılmış, bu bağlamda;

- Gümrük vergisi muhafiyeti (yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji üretim santrallerinde kullanılacak olan her türlü ithal makine ve ekipmanlar için gümrük vergisi alınmamaktadır),
- KDV istisnası (yatırımda kullanılan hiçbir makine veya ekipman için katma değer vergisi alınmamaktadır),
- Vergi indirimi (yapılması planlanan yatırımın bölgesine bağlı olarak yatırımcıdan tahsis edilen gelir ve kurumlar vergisinde belirli süreler için indirim uygulanmaktadır),
- Sigorta primi işveren hisse desteği (teşvikten yararlanan işletmede istihdam edilen personelin, işverenin ödemekle yükümlü olduğu sigorta primi kısmının asgari ücrete denk gelen miktarı bakanlıkça ödenmektedir),
- Yatırım yeri tahsisi (kimi durumlarda gerekli görülmesi halinde yatırım yapılması planlanan bölgede yatırımcı için tahsis edilen alandan herhangi bir ücret alınmamaktadır),
- Faiz desteği (yatırım için kullanılması planlanan vadeli kredilere ilişkin faizlerde indirim desteği uygulanmaktadır)

gibi desteklerden, yenilenebilir enerji kaynakları sektöründe yatırım yapmak isteyen girişimciler yararlanabilir.

YEK Kanunu kapsamında, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nca, yenilenebilir enerji ile üretilen elektrik, belirli bir sabit fiyat garantisi ile üreticiden satın alınmaktadır. Yaklaşık olarak 10 yıl süren kamu desteği, yenilenebilir enerji üretim tesisinde yerli ekipman kullanılması halinde belirlenen bu sabit alım fiyatı da arttırarak devam ettirmektedir. Bununla beraber YEKDEM olarak da anılan bu teşvik mekanizması, dönemin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı, Sn. Beraat Albayrak’ın 1 Kasım 2017 tarihinde yapmış olduğu konuşmasında “bu teşvik mekanizması 2020’den sonra devam etmeyecektir” açıklaması ile

kafalarda soru işaretleri bırakmıştır. Bu soru işaretlerinin şüphesiz en büyük sebebi, yerine devam edecek yeni sistemin özellikle küçük ve orta ölçekli yatırımcıyı devre dışı bırakması ve yeni dönem Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı'nın konuyla ilgili henüz bir açıklama yapmamış olmasıdır. YEKDEM'e alternatif olarak gösterilen ve YEKA olarak adlandırılan teşvik mekanizmasında, en az 10 MW güç kapasitesine sahip bir santralin işletmeye alınması zorunluluğunu getirmiştir. Bu sistem ile, kurulması planlanan santralleri ihale usulü devletin belirleyeceği sistem ile açık arttırmaya çıkarma yöntemi, yatırımcının kendi rızası ile istediği bölgede yatırım yapmasını engellemektedir. Nitekim bu sene için YEKA olarak mekanizma kapsamında teşvikten yararlanabilecek iller arasında Çanakkale ili yer almamaktadır. Alsa dahi enerji santralinin üretileceği arsayı da devlet tayin ettiği için hazırlanan bu çalışmada bu mekanizmadan yararlanma durumu bulunmamaktadır. Hali hazırda YEKDEM mekanizmasından yararlanma imkanına sahip olan mevcut bu proje, kısacası 31 Ekim 2020 tarihinden sonra başvurulması halinde herhangi bir alternatif teşvikten yararlanamayacaktır. Piyasa genel olarak pandemiden de aldığı yaralar ile YEKDEM'in en azından 1 sene daha uzatılmasını talep etmektedir. Bu çalışma kapsamında belirsizlik halen sürdüğü için hesaplamalar, hali hazırda devam etmekte olan YEKDEM mekanizmasından yararlanacak şekilde kurgulanmıştır.

Yenilenebilir enerji sektöründeki yatırımları destekleme mekanizmaları sadece Ekonomi Bakanlığı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile sınırlı değildir. Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK), lisanssız üretim yapmayı planlayan yatırımcılara 1 MW kurulu güce kadar hibe vermektedir.

Yenilenebilir enerji sektöründe yatırım yapmayı planlayan yatırımcılara yönelik olarak kredi desteği sağlayan bir kuruluş olarak Dünya Bankası da teşvik mekanizmaları içerisinde listelenmesi gereken önemli bir konumdadır. Enerji üretimi ve verimliliği konularında Dünya Bankası, belirlemiş olduğu kriterlerin karşılanması koşuluyla yatırımının gerekli izinlerini ve ruhsatını almış yatırımcılara, yatırım tutarının yaklaşık %75'ine kadar kredi imkanı sağlamaktadır.

“Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye (2015)” isimli akademik çalışması ile Yılmaz ve Hotunoğlu (2015), teşvik mekanizmalarını bir araya toplayan, tüm teşvik ve önlemlerin yer aldığı bir tablo oluşturmuşlardır. Bu tabloya göre çalışmanın konusunu oluşturan YEK ve GES yatırımlarına ilişkin teşvikler aşağıdaki tabloda özet halinde gösterilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1

Teşvik ve önlemler (Yılmaz ve Hotunoğlu, 2015)

Önlemin adı ve referans numarası	Önlemin Türü	Beklenen Sonuç	Hedef kitle veya faaliyet	Önlem başlangıç ve bitiş tarihleri
Sabit fiyat garantisi sistemi. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına Dair Kanun (5346 sayılı Kanun) ve bu kanunda değişiklik yapılmasına dair kanun (6094 sayılı kanun) Bitiş tarihini 31 Aralık 2020 olarak revize eden 5 Aralık 2013 tarihli 28842 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Bakanları Kurulu Kararı. Karar Sayısı: 2013/5625.	Finansal	Yenilenebilir enerji yatırımları  Yeni güç Kapasitesi	Yatırımcılar, Özel hane halkları	2005-2020
Yatırım teşvikleri programı 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu’nda belirtilen Yerli Katkı İlaveleri.	Finansal	Yenilenebilir enerji yatırımları	Enerji yatırımcıları, sanayi aktörleri	2010-2030
Önemli uluslararası finansal kuruluşların sağladığı destek. TurSEFF ve MidSEFF olarak özetlenen ve başlıca uluslararası finansal kuruluşlar tarafından sağlanan destekler; EBRD, Dünya Bankası, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB), Uluslararası Finans Kurumu (IFC) ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı	Finansal	Yenilenebilir enerji yatırımları. Yeni güç kapasitesi ve ısıtma için enerji üretimi	Sanayi aktörleri, yatırımcılar	2012-2023
Arazi Kullanım Ücreti Teşvikleri (6094 sayılı Kanun) Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için, izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine yüzde 85 indirim. Yatırım ve işletme dönemlerinin ilk on yılında uygulanacaktır.	Yasal	Yenilenebilir enerji yatırımları. Yeni güç kapasitesi ve ısıtma için enerji üretimi.	Yatırımcılar	2005-2020
1 MW’a kadar lisans alma zorunluluğuna tabi olmadan elektrik üretimine izin verilmesi ve sabit fiyat garantisi sağlanması. Elektrik Piyasası Kanunu (6446 sayılı Kanun)	Yasal	Yenilenebilir enerji ve dağıtılmış üretim yatırımları	Gerçek ya da tüzel kişiler, yatırımcılar	2013 -
Üretilen fazla elektriği satın alma yükümlülüğü. (5346 sayılı Kanun) Perakende satış lisansı sahibi dağıtım şirketlerinin lisanssız yenilenebilir enerji üretim tesislerinde üretilen fazla elektriği satın almakla yükümlü olduğunu belirtmektedir (sabit fiyat garantisi kapsamındaki fiyattan).	Yasal	Yenilenebilir Enerji entegrasyonunun sağlanması.	Yatırımcılar, YEGM, EPDK	2005

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca 2020 yılı Nisan ayında yapılan açıklamaya göre, yenilenebilir enerjiyi teşvik amacıyla 2020 yılının ağustos ayından itibaren “YETA-Yeşil Tarife” olarak adlandırılan yeni bir tarife sisteminin yürürlüğe sokulması planlanmaktadır. Bu sisteme göre sadece yenilenebilir enerji kaynakları vasıtasıyla üretilen elektrikten faydalanmak isteyen vatandaşlar için yeni bir tarife düzenlenmesi ve tarifeye geçiş yapan vatandaşlara özel sertifikalar hazırlanması planlanmaktadır. Bu sayede yenilenebilir enerji yatırımlarının sürekliliği sağlanırken diğer taraftan da gerek üretici gerek ise tüketicinin maliyet avantajından yararlanması hedeflenmektedir.

YEK kapsamında faaliyete başlamış olan santraller, 10. senelerini tamamladıktan sonra kapsam dışına çıkarak serbest üretici pozisyonuna geçmektedir. Bunun neticesinde YEK teşvik mekanizmasının başlangıcında sisteme dahil olan santraller 2021 senesinden itibaren sistemden çıkmaya başlayacak. Haliyle mekanizma kapsamındaki kurulu gücün de düşmesi beklenmektedir. Mekanizma kapsamındaki kurulu gücün azalmaya başlaması, YEKDEM (Yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleme mekanizması) maliyetlerinin aşağıya indirecektir. Özellikle 2023 yılı itibariyle bu aşağıya inişin hızlanması beklenmektedir. Bunun neticesinde YEKDEM gerek elektrik üretiminde yerli kaynaklarının payını yükseltecek, gerek ise uzun vadede elektrik üretim maliyetlerinin azalmasına yardımcı olacaktır (Kara, M., 2020).

### **2.3.5 Karbon Emisyon Ticareti**

26 Ağustos 2009 tarihinde ülkemizin de resmen taraf olduğu KYOTO Protokolü çerçevesinde, dünya genelindeki sera gazı emisyonunu azaltmak amacıyla bir araya gelen işbirlikçi ülkeler, çevreci birtakım önlemler alma konusunda girişimlerde bulunmuşlardır. Bu girişimler neticesinde taraf ülkelerde zorunlu ve gönüllü karbon piyasaları oluşmuştur. Karbon piyasalarının kurulmasındaki amaç, dünya genelinde karbon salınımını arttıracak faaliyetlerde bulunan işletmelerin, doğaya bıraktıkları bu karbon miktarı kadar sera gazı emisyonunu azaltan faaliyetlerde bulunan girişimlerden kredi alarak, meydana gelmesine sebebiyet verdikleri bu olumsuz durumun etkisini azaltmaktır. Türkiye’de karbon piyasaları gönüllülük esasına göre çalışmaktadır.

Güneş enerjisinin değerlendirildiği yatırımlar da sera gazı emisyonunu azaltıcı faaliyetler arasında yer almaktadır. Bu yatırımların çeşitli sertifikaları alması sonucunda hesaplanan karbondioksit azaltım değeri kadar piyasanın belirlediği fiyatlardan “karbon satışı” yapabilmeleri mümkündür. Bu çalışma kapsamında, hesaplamalarda karbon ticareti

ile elde edilecek gelirlere yer verilmemiştir. Ancak karbon ticaretinin yatırımın geri ödeme süresini azaltacak bir faaliyet olacağı da bilinmelidir.



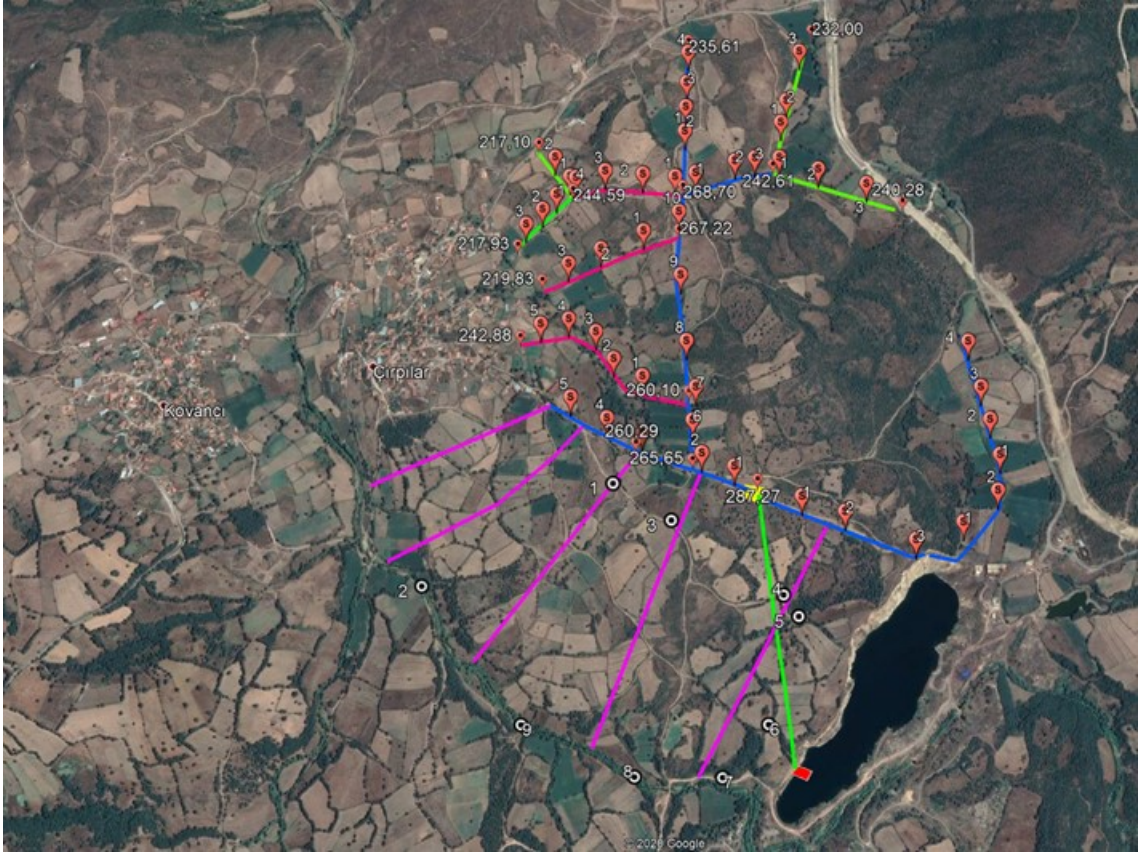
## BÖLÜM 3

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1 Mevcut Durum

Bu çalışma kapsamında, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinin beraber kullanıldığı bir hibrit sistem ile elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması planlanan Çırpılar Köyü, Çanakkale ilinin Yenice ilçesine bağlıdır. 337 nüfuslu Çırpılar köyünde genellikle hayvancılık ve kuru tarım yapılmakla beraber, Çırpılar deresi civarında sulu tarım da uygulanmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Çalışmanın konusunu oluşturan alan haritası

Çırpılar Köyü'nde sulama yapılan zirai alan yaklaşık olarak 1800 dekadır. Sulama suyu ihtiyacı ise yaklaşık 150 lt/sn'dir. Çırpılar köyünün yaklaşık olarak kuzeydoğusunda yer alan eski bir kömür madenine ait, yaklaşık 140000 m<sup>2</sup> yüzey alanı ve 80 metre derinliği olan bir çukur mevcuttur. Bu çukurda, yanından geçmekte olan Çırpılar deresinin de beslemesiyle özellikle kış aylarında biriken sularla bir gölet oluşmuştur. Oluşan bu gölette

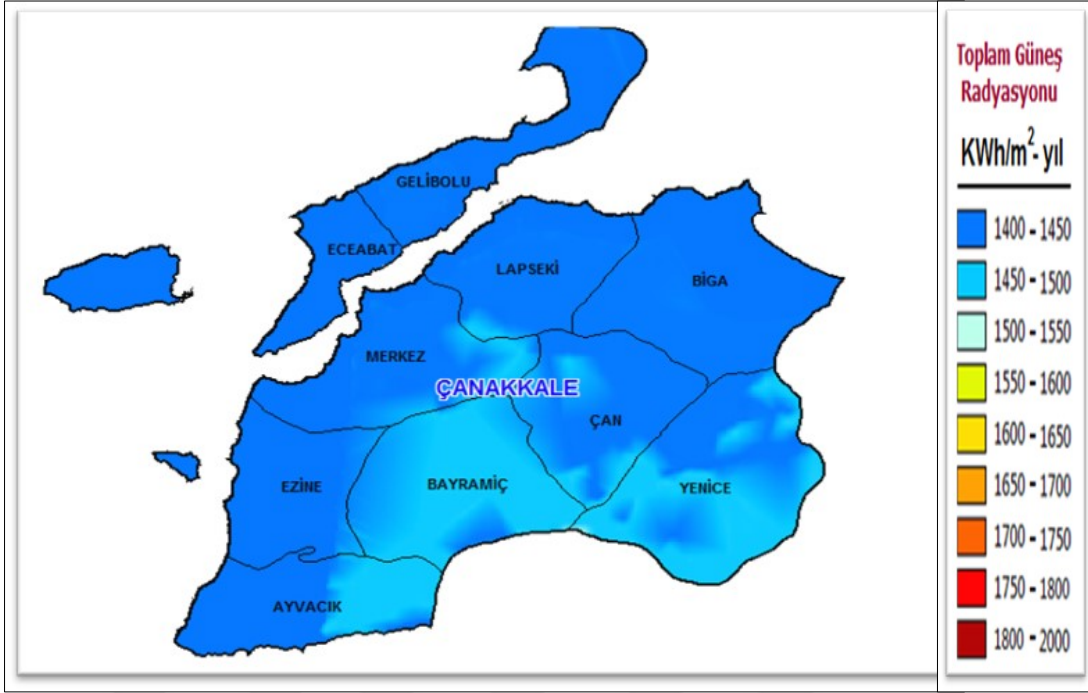
biriken su, 75 BG gücünde (55 kW) ile çalışan 2 elektrikli pompa ile, basınçlı sistemde yaklaşık 227,51 kotundan 280,05 kotunda bulunan regülasyon havuzuna gönderilip biriktirilmekte, buradan da kapalı sistem ile zirai alanlara dağıtılmaktadır. Mevcutta çalışan eş özellikli pompaların her biri 50 lt/sn su pompalayabilmektedir. Sistemin kapasitesi ve zirai alanın büyüklüğü göz önüne alındığında, sisteme diğer pompalarla aynı özellikte bir elektrikli pompa daha ilave edilmesi gerektiği düşünülmüştür. Yapılan tüm hesaplamalar bu 3 elektrikli pompanın aynı anda çalıştırılması için ihtiyaç duyulacak elektriği kesintisiz olarak üretebilmeye yöneliktir.

Çırpılar köyünde yapılan tarımsal üretime ait ürün cinsleri, ekili buldukları toplam alan, dekar başına ortalama verim miktarı, 1 kg ürünün TL cinsinden ortalama maliyeti ve yine 1 kg ürünün TL bazında ortalama satış fiyatları toplanmış, yapılan maliyet analizinde bu bilgilerden de yararlanılmıştır.

### **3.1.2. Çanakkale İlinin İklim Özellikleri ve Yenilenebilir Enerji Potansiyeli**

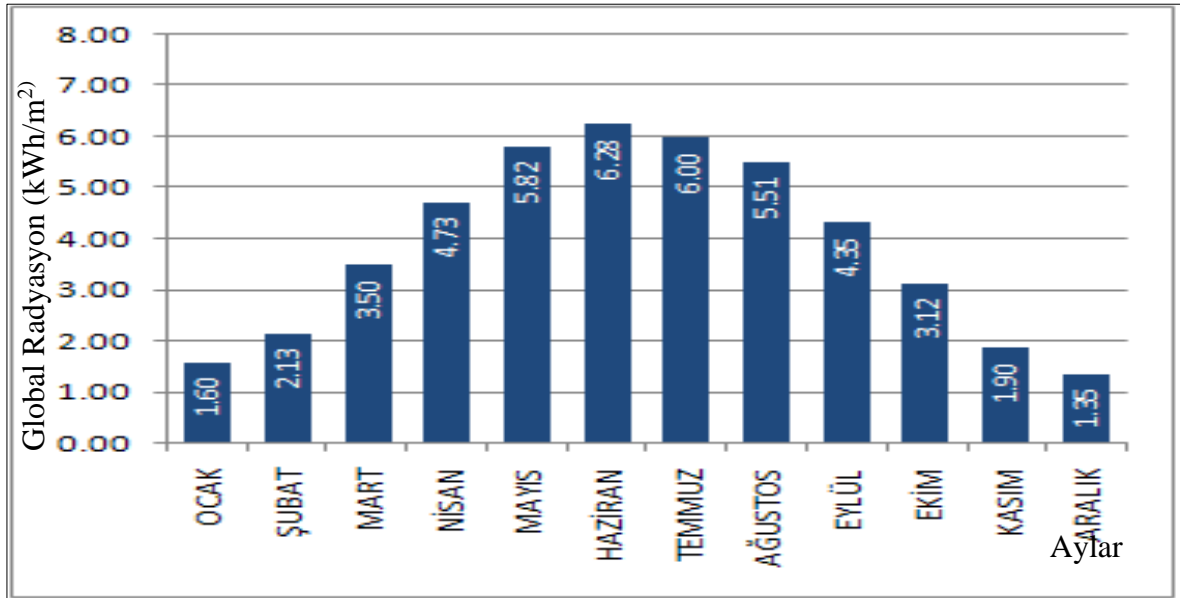
Çanakkale, kış ayları genellikle serin, yaz ayları sıcak geçen yarı nemli bir iklime sahiptir. Uzun yıllar ortalama sıcaklığı 15,0°C'dir ve sıcaklık artış trendine sahiptir. Bugüne kadar ölçülen günlük maksimum sıcaklık: 41,7 ° C (07.08.2017), bugüne kadar ölçülen günlük minimum sıcaklık -11,5 ° C'dir (02.02.1929). Çanakkale'de ortalama rüzgar hızı 3,9 m/sn'dir. Bugüne kadar ölçülen en yüksek rüzgar hızı 139,3 km/saat'tir (15.02.1991). Çanakkale'nin hâkim rüzgar yönü Kuzey-kuzeydoğu olmakla beraber mevsimlerin değişmesine bağlı olarak ikincil derece hâkim rüzgar yönü Kuzeydoğudur. Ortalama güneşlenme süresi yıllık 87 saat, ortalama yağışlı gün sayısı 84,8 gündür (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, t.y.).

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlas'ına göre yatırımın yapılması planlanan Yenice ilçesi, güneş enerjisi potansiyeli açısından Çanakkale ilinin çoğu bölgesine göre daha elverişli bir konumdadır (Şekil 9).



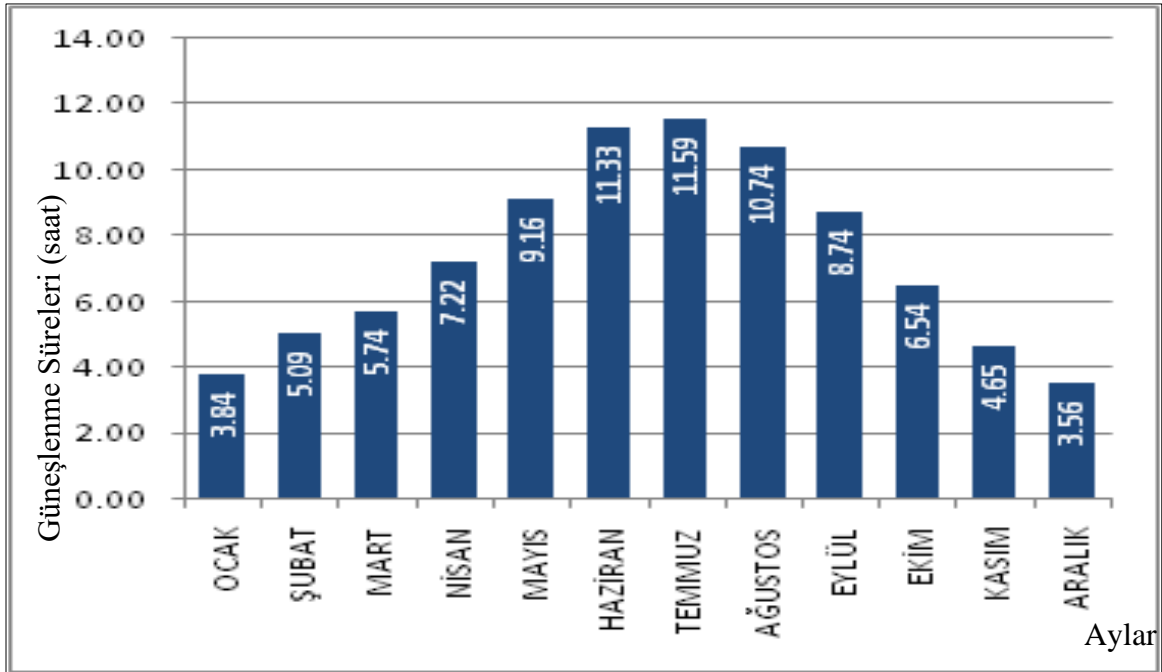
Şekil 9. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, Çanakkale, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)

Yenice ilçesinin 1 yılda toplam güneş radyasyonu 46,29 kWh/m<sup>2</sup> – yıl'dır. GEPA verilerine göre, Yenice'ye ait global radyasyon değerlerine bakıldığında metrekare başına düşen en yüksek kWh değerine haziran ayında ulaşıldığı görülmektedir. En düşük global radyasyon değeri ise aralık ayında izlenmektedir (Şekil 10).



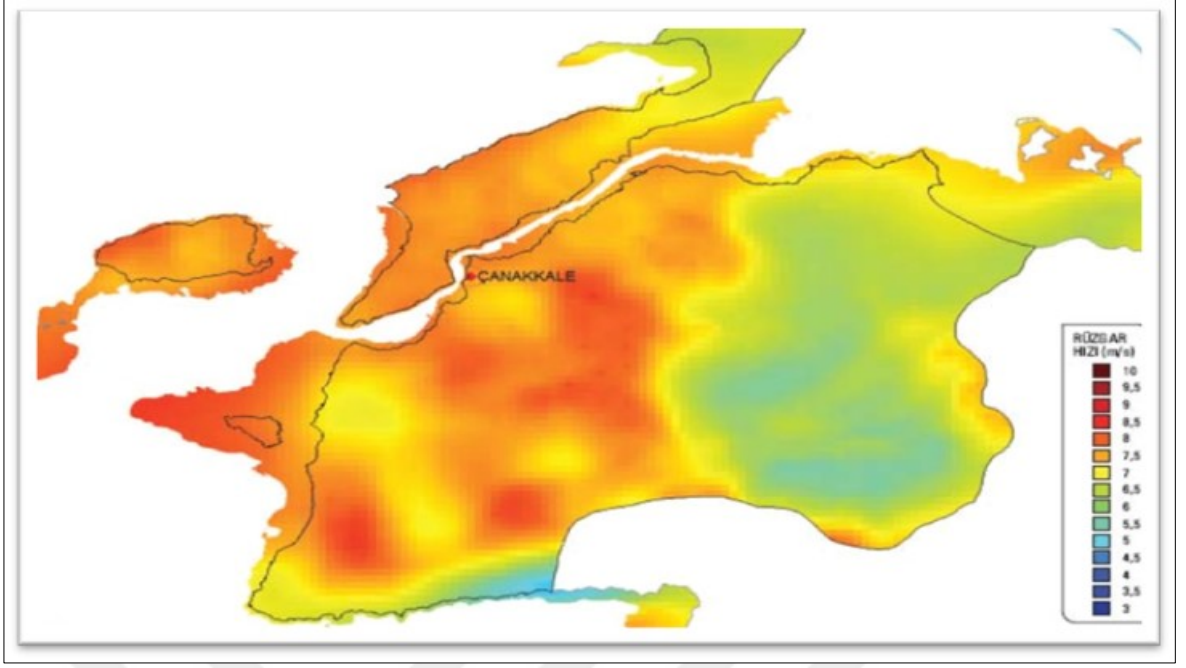
Şekil 10. Global radyasyon değerleri (kWh/m<sup>2</sup>-gün), Yenice, Çanakkale, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)

Gepa'da güneşlenme sürelerine dair yayınlanan bir diğer grafikte, bilhassa tarımsal üretimin tercih edildiği yaz aylarında güneşlenme sürelerinin de yüksek seyrettiği görülmektedir. Yenice ilçesine ait güneşlenme sürelerinin yıllık ortalaması ise Yenice'ye ait yıllık güneşlenme sürelerini içeren grafikten yararlanılarak 7,35 saat olarak hesaplanmıştır (Şekil 11).

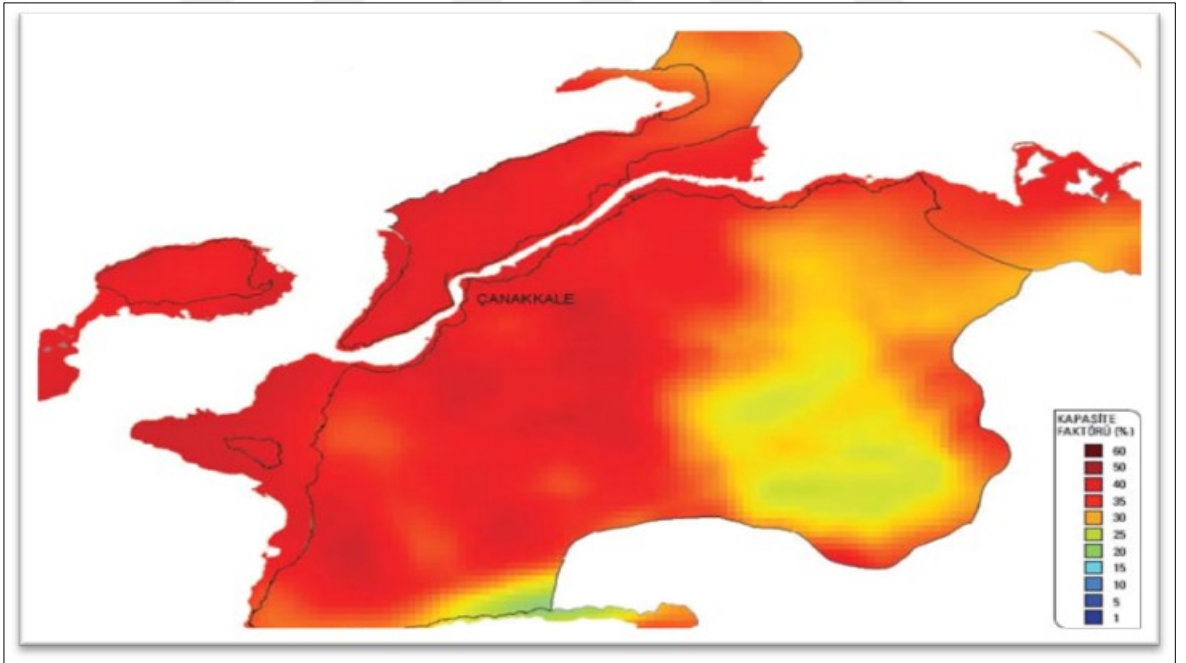


Şekil 11. Güneşlenme süreleri (saat), Yenice, Çanakkale, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)

Repa verileri incelendiğinde Çanakkale ili için oluşturulan rüzgar hızı dağılımı (Şekil 12) ve rüzgar kapasite faktörü dağılımı (Şekil 13) haritalarına göre, Çanakkale iline ait bölgelerin çoğunluğunda yüksek uyumluluk görülmektedir. Her ne kadar Yenice ili için bu değerler bir miktar düşük olsa da Çırpılar köyü, Yenice ilçesinden farklı olarak rüzgar enerjisi potansiyeli daha yüksek bir bölgededir.

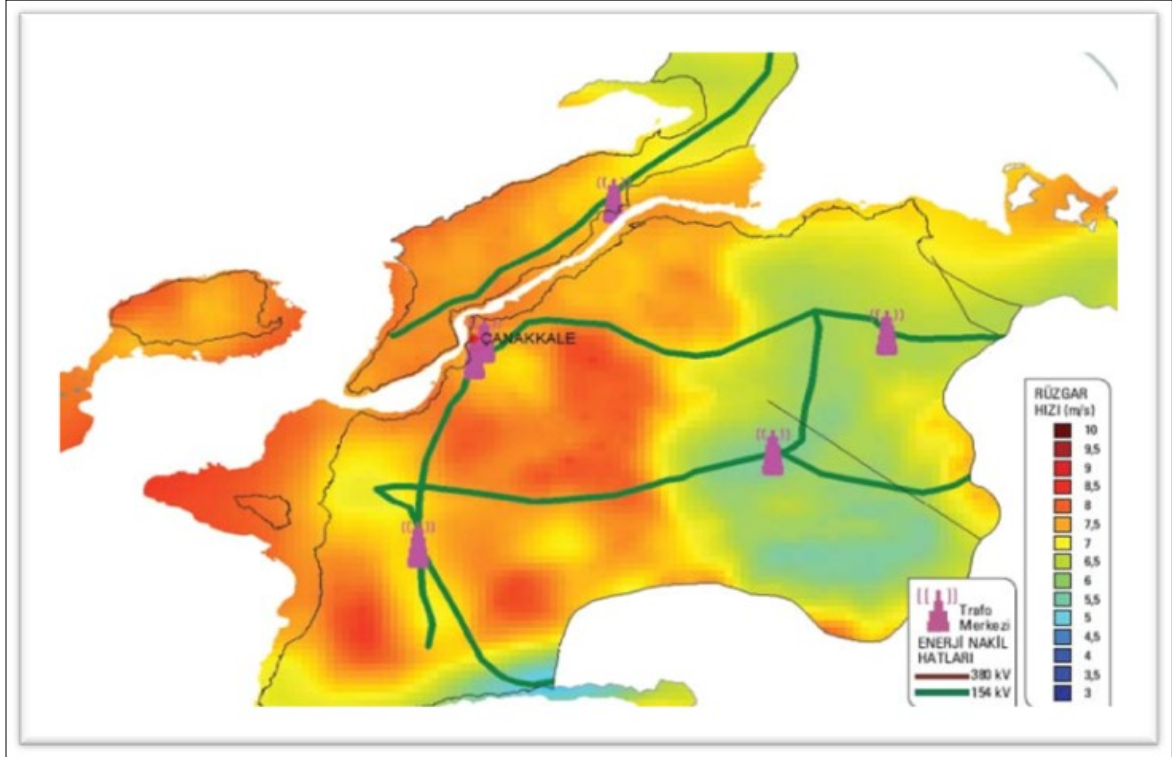


Şekil 12. Çanakkale ili rüzgar hızı dağılımı (50 m), “Çanakkale İli Rüzgar Kaynak Bilgileri”, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)



Şekil 13. Çanakkale ili rüzgar kapasite faktörü dağılımı (50 m), “Çanakkale İli Rüzgar Kaynak Bilgileri”, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)

Yenilenebilir enerji yatırımlarında kurulması planlanan güç üretim merkezlerinin şehir şebeke hatlarına yakın olması, ilk yatırım maliyetleri arasında önemli bir paya sahip olan iletim hattı maliyetini önemli ölçüde etkilemektedir. Şekil 14’te Çanakkale iline ait trafo merkezleri ve enerji nakil hatları görülmektedir.



Şekil 14. Çanakkale ili trafo merkezleri ve enerji nakil hatları. “Çanakkale ili rüzgar kaynak bilgileri”, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)

Çanakkale genelinde rüzgar enerji santrali yatırımı yapılabilecek elverişli alan toplamda 2602,51 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Yatırımların elverişli olan tüm alanlara yapılması halinde, Çanakkale ili 13012,56 MW güç üretebilecek bir rüzgar enerjisi potansiyeline sahiptir (Tablo 2).

Güney Marmara Kalkınma Ajansı’nın (GMKA) Çanakkale için hazırlamış olduğu “Enerji Yatırım Rehberi” ne göre Çanakkale ili rüzgar, güneş, biyogaz ve jeotermal enerjilerden yararlanarak elektrik üretmek için oldukça elverişli bir ildir.

Tablo 2.

Çanakkale İline kurulabilecek rüzgar enerjisi santrali güç kapasitesi. “Çanakkale ili rüzgar kaynak bilgileri”, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (t.y.)

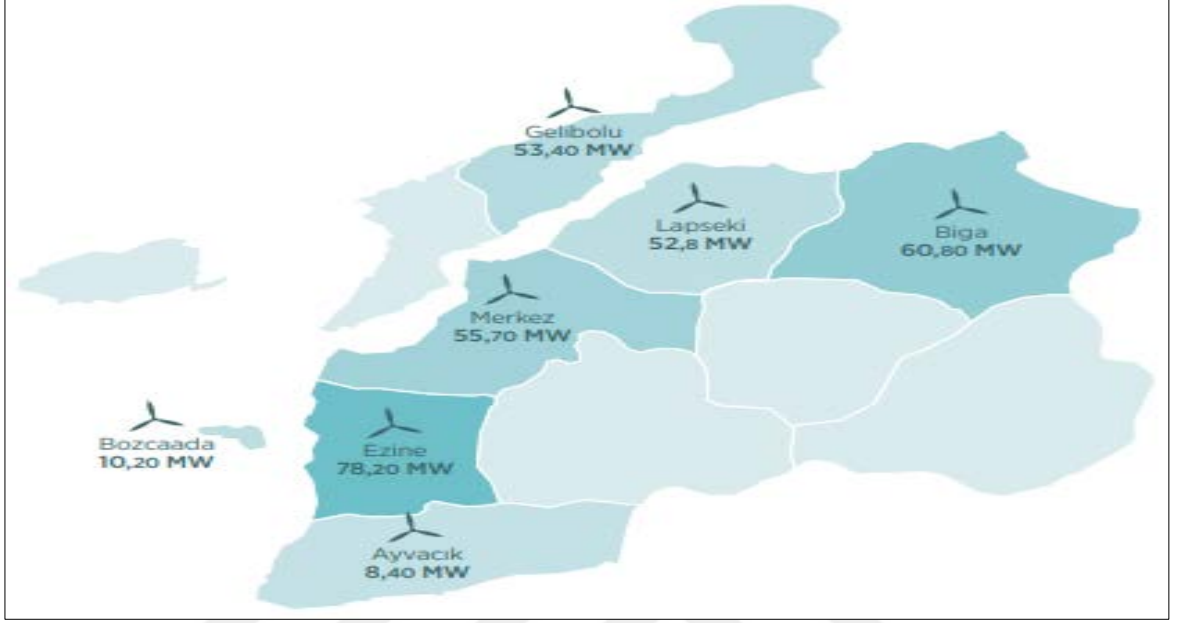
50 m’de Rüzgar Gücü (W/m <sup>2</sup> )	50 m’de Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )	Toplam Kurulu Güç (MW)
300 – 400	6,8 – 7,5	863,70	4318,48
400 – 500	7,5 – 8,1	802,99	4014,96
500 – 600	8,1 – 8,6	761,09	3805,44
600 – 800	8,6- 9,5	174,74	873,68
> 800	> 9.5	0,00	0,00
		2602,51	13012,56

GMKA’nın Çanakkale’ye yatırım yapmak isteyenler için hazırlamış olduğu rapora göre, Çanakkale ilindeki rüzgar enerji santrali yatırımı, Tüm Türkiye’de yapılan yatırımların yaklaşık olarak %5’ini oluşturmaktadır (Şekil 15). Bu yatırımlar neticesinde Çanakkale’de kurulu Rüzgar Enerji Santrali gücü 316,5 MW’tır.



Şekil 15. Türkiye genelinde rüzgar enerji santrali yatırımlarının yüzde oranında dağılımı, “Çanakkale enerji sektörü yatırım rehberi”, Güney Marmara Kalkınma Ajansı, (t.y.)

2019 senesi itibariyle Çanakkale ilinde rüzgar enerjisine yönelik en fazla kurulu güç 78,20 MW ile Ezine ilçesindedir. Bunu sırasıyla Biga, Çanakkale Merkez, Gelibolu ve Lapseki ilçeleri izlemektedir (Şekil 16).



Şekil 16. Çanakkale ilinin faaliyette olan ve inşası devam eden toplam res gücünün ilçelere göre dağılımı, “Çanakkale enerji sektörü yatırım rehberi”, Güney Marmara Kalkınma Ajansı, (t.y.)

### 3.2 Metot

Hesaplamalar yapılırken enerji üretim tesislerinin tüm ekonomik ömürlerinin değerlendirilmesi yerine sabit satın alma fiyat garantisi ile YEK Kanunu’ndan faydalanılacak olan süreç içindeki maliyet unsurları hesaplanmıştır. YEK Kanunu’nun son senesi olmasıyla beraber yerine geçecek herhangi bir alternatif teşvik sistemi henüz bulunmadığı için, tüm hesaplamalar yatırımın yapıldığı tarihten itibaren ilk 10 seneyi kapsamaktadır. Ayrıca teşvik sisteminde taahhüt edilen satın alma fiyatları dolar para birimi cinsinden olduğu için, bu çalışmada tüm hesaplamalar da dolar para birimi cinsinden yapılmış; 1 Dolar = 6,85 Türk Lirası olarak kabul edilmiştir.

Yapılması planlanan yatırım bir devlet yatırımı olması itibari ile tüzel kişi veya şahıs girişimlerinden farklıdır. Bu gibi devlet yatırımlarında diğer yatırımlardan farklı olarak özel finansal kuruluşlar aracılığı ile kredi kullanımı tercih edilmez. Yatırımın karlılığı kadar sağlayacağı sosyal faydaya, ülke ve bölge halkının refah seviyesinin artmasına ve kamu yararına yatırımlar olmasına da bilhassa önem verilir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile

elektrik üretilmesi ve bundan tarımsal üretimde faydalanılması gerek doğaya gerek ülke halkına gerek ise enerjide dışa bağımlılığımıza bağlı olarak ülke ekonomisine oldukça önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada ekonomik açıdan yatırım kararı verilmesi esnasında bu unsurlar da göz önünde bulundurulmuş, ekonomik analizlerin sonuçları bu doğrultuda değerlendirilmiştir.

### 3.2.1. Net Bugünkü Değer Hesabı

Net bugünkü değer hesabı ile gerçekleştirilmesi planlanan yatırımın, tüm ekonomik ömrü boyunca gerçekleşecek gelir ve giderlerinin, belirlenmiş bir iskonto oranı ile bugünkü değerine getirilmesi amaçlanmaktadır. İskonto oranı, yapılması planlanan yatırım için ayrılacak sermayenin, finansal kuruluşlarda değerlendirildiği takdirde sağlayacağı en düşük getiri oranıdır (Cebeci, 2017).

$$\text{Net Bugünkü Değer (NBD)} = \sum_{t=0}^N \frac{R_t}{(1+i)^t} \quad (3.1)$$

**N:** Yatırıma ilişkin değerlendirilecek süre

**t:** Yıl

**i:** İskonto oranı (bu çalışma için en düşük mevduat faizi oranı)

**R<sub>t</sub>:** t döneminde gerçekleşen net para akışı

### 3.2.2. İç Karlılık Oranı

Yapılması planlanan bir yatırımın ekonomik ömrü boyunca oluşacak nakit girişlerinin net bugünkü değerinin, yapılacak nakit çıkışlarının toplamına eşitlenmesi, iç karlılık oranını verir. Bu hesaplamada amaç, elde edilen oranın yatırım kararı alınırken uzun vadeli borçlara uygulanan faiz oranından yüksek olup olmadığını görmektir. Eğer iç karlılık oranı hesaplamaları neticesinde nominal faiz değerinin altında bir oran elde edilirse yatırım kararı alınmaz. Birden fazla yatırım arasında seçim yapmak gerektiği zaman da bu karlılık oranından faydalanılabilir. İç karlılık oran en yüksek olan yatırımın gerçekleştirilmesi uygundur. (Cebeci, 2017). Devlet yatırımlarında bu faiz oranını tahvil mekanizması ile açıklamak gerekir ise; devlet bu yatırımı yapabilmek için piyasaya tahvil sürerek Türk Lirası para birimi cinsinden borçlanacaktır. O yüzden hesaplamalarda piyasa faiz oranı olarak tahvil faiz oranı dikkate alınmıştır.

$$\text{İç Karlılık Oranı (İKO)} = \sum_{t=0}^N \frac{TR_t - TC_t}{(1+IKO)^t} \quad (3.2)$$

- N:** Yatırıma ilişkin değerlendirilecek süre  
**t:** Yıl  
**TR<sub>t</sub>:** t döneminde oluşan toplam gelir  
**TC<sub>t</sub>:** t döneminde oluşan toplam maliyet  
**İKO:** İç karlılık oranı

### 3.2.3 Geri Ödeme Süresi

Geri ödeme süresi, yapılması planlanan yatırımın ilk yatırım maliyetinin, yatırım faaliyete geçtikten sonra gerçekleşecek olan nakit akışlarıyla ne kadar süre sonra kendini geri ödeyeceğini göstermektedir. Bu hesabın yapılması ile yatırımın kara geçeceği nokta görülmekte ve yatırım kararı alınırken bilhassa bu süreye dikkat edilmektedir.

Geri ödeme süresi hesaplanırken basit geri ödeme süresi veya indirgenmiş geri ödeme süresi olacak şekilde 2 farklı hesaplama yöntemi bulunmaktadır. Basit geri ödeme süresinde ilk yatırım maliyeti, işletmenin beklenen nakit giriş ve çıkışlarının farkına bölünerek hesaplanırken indirgenmiş geri ödeme süresinde, nakit akışların yıllara göre belirlenen iskonto oranları ile indirgenmiş halleri göz önüne alınır (Cebeci, 2017). Bu çalışmada öncelikle tüm finansal kalemler net bugünkü değere getirilmiş, devamında ilk yatırım maliyeti yatırımın yıllık net getirisine oranlanarak hesaplanmıştır.

$$\text{Basit Geri Ödeme Süresi (BGÖS)} = \frac{IC}{TR - OMC} \quad (3.3)$$

- IC:** İlk yatırım maliyeti  
**TR:** Yıllık gelir  
**OMC:** Yıllık gider

$$\text{İndirgenmiş Geri Ödeme Süresi (İGÖS)} = \sum_{t=0}^{IGOS} \frac{TR_t - TC_t}{(1+i)^t} > 0 \quad (3.4)$$

- TR<sub>t</sub>:** t döneminde oluşan toplam gelir  
**TC<sub>t</sub>:** t döneminde oluşan toplam maliyet  
**t:** Yıl  
**i:** İskonto oranı (bu çalışma için en düşük mevduat faizi oranı)  
**İGOS:** İndirgenmiş geri ödeme süresi

### 3.2.4. Ekonomik Analiz

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinin beraber kullanıldığı bir hibrit sistemin, hali hazırda 2 elektrikli pompa ile tarımsal alanlardaki sulama suyu ihtiyacını karşılayan Çırpılar köyüne kurulmasının ekonomik olarak sağlayacağı faydanın analizini yapmaya yönelik olan bu çalışmada, bilhassa ilk yatırım maliyetinin geri dönüş süresini kısaltmaya yönelik bir takım ek tedbirler de alınması doğrultusunda bir üretim planı yapılması da bu projenin temel konularından biridir.

Bu çalışmanın ana konusunu oluşturan, tarımsal alanların sulanması sırasında duyulan enerji ihtiyacını yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmede önerilen yöntem, güneş ve rüzgar enerji üretim merkezlerinin ortak olarak çalıştığı bir hibrit sistem kurulmasıdır. Kurulması planlanan bu sistemde maliyet unsurları incelenmiş ve önerilen haliyle yatırımın ekonomik olup olmadığı değerlendirilmiştir

1800 da alanın sulamasında kullanılması uygun görülen toplamda 3 adet 55 kW (75 BG) gücüne sahip pompanın, bir günde 20 saat, 1 senede ise 4 ay boyunca çalıştırılacağı öngörülmüştür. Buna göre;

1 pompa 1 saatte 55 kW güç harcamaktadır.

3 pompa 1 saatte  $55 \times 3 = 165$  kW güç tüketecektir.

3 pompa 1 günde (20 saatte)  $165 \times 20 = 3300$  kW güç tüketecektir.

3 pompa 4 ayda (120 günde)  $3300 \times 120 = 396000$  kW elektrik üretecektir.

Sulamanın sorunsuz yapılabilmesi için yukarıdaki basit hesaplamalar neticesinde kurulacak enerji üretim sistemlerinin 1 günde en az 3300 kW güç üretmeleri gerektiği görülmektedir. Hesaplamalar yapılırken sulamanın senede 4 ay yapılacağı düşünülmüş, pompaların bütün bir sene harcayacağı enerji 396000 kW olarak hesaplanmıştır.

## BÖLÜM 4

### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### 4.1. Şebekeye Ödenen Elektrik Bedeli

Elektrik faturası tutarı hesaplanırken şu unsurlar toplanmaktadır:

- Aktif Tüketim Bedeli: Tüketilen enerjinin birim fiyat ile çarpılması sonucu elde edilen tutardır.

$$\text{Tüketim Miktarı (kWh)} \times \text{Bir kWh Elektrik Fiyatı} = \text{Aktif Tüketim Tutarı} \quad (4.1)$$

- Dağıtım Bedeli: Elektriğin üretildiği noktadan nihai tüketiciye ulaştırılması esnasında ortaya çıkan tüm masraflardır. Aktif enerji tüketim miktarı ile dağıtım birim fiyatının çarpılması ile elde edilen tutardır.

$$\text{Aktif Enerji Tüketim Miktarı (kWh)} \times \text{Dağıtım Birim Fiyatı} = \text{Dağıtım Bedeli} \quad (4.2)$$

- Enerji Fonu: 22375 sayılı Resmi Gazete’de 15 Ağustos 1995 tarihinde yayınlanan Elektrik Enerjisi Fonu Yönetmeliği’ne göre, aktif enerji tutarının yüzde biri olarak hesaplanır.

$$\text{Enerji Fonu} = \text{Aktif Enerji Bedeli} \times \text{Elektrik Enerjisi Fon Oranı (0,01)} \quad (4.3)$$

- TRT Payı: 3093 sayılı Türkiye Radyo Televizyon Kurumu Gelirler Kanunu’nun 4. maddesinin C Fıkrası’na göre tüketilen aktif enerjinin yüzde ikisi olarak hesaplanır.

$$\text{TRT Payı} = \text{Aktif Enerji Bedeli} \times \text{TRT Payı Oranı (0,02)} \quad (4.4)$$

- Elektrik ve Havagazı Vergisi: 2464 Sayılı Belediye Gelirler Kanunu’nun 34. Maddesi uyarınca, tarımsal sulama aboneliklerinde ETV olarak da anılan elektrik ve havagazı vergisi, bir diğer deyişle belediye tüketim vergisi (BTV), aktif enerji bedelinin yüzde beşi olarak hesaplanır.

$$\text{ETV} = \text{Aktif Enerji Bedeli} \times \text{Tarımsal Sulama Aboneleri oranı (0,05)} \quad (4.5)$$

- KDV: 3065 sayılı KDV Kanunu'na göre Katma Değer Vergisi enerji faturalarında aktif tüketim bedeli, dağıtım bedeli, enerji fonu, TRT payı ve ETV hesaplandıktan sonra, bu tutarların toplanması neticesinde elde edilen tutarın %18'i olarak alınır.

$$\text{KDV} = (\text{Aktif Tüketim Bedeli} + \text{Dağıtım Bedeli} + \text{Enerji Fonu} + \text{TRT Payı} + \text{Elektrik ve Havagazı Vergisi}) \times \text{KDV oranı} (0,18) \quad (4.6)$$

En sonunda hesaplanan bu değerler toplanır ve nihai fatura bedeli ortaya çıkar.

$$\text{Fatura Bedeli} = \text{Aktif Tüketim Bedeli} + \text{Dağıtım Bedeli} + \text{Enerji Fonu} + \text{TRT Payı} + \text{ETV} + \text{KDV} \quad (4.7)$$

Çanakkale bölgesinde faaliyet gösteren Limak Uludağ Elektrik A.Ş.'nin internet sitesinden alınan 01.07.2020 tarihli nihai tarife fiyat tablosundaki rakamlara göre, vergi, fon ve pay hariç, aktif enerji bedeli tarımsal sulamada ödenen en yüksek tarife olan tek zamanlı alçak gerilim hattı kullanım bedeli listeden seçilmiş ve 48,9642 krş/kW olarak alınmıştır. Dağıtım bedeli de yine aynı listeden seçilmiş ve 17,6601 krş/kW olarak alınmıştır. (Ek 1).

Bu eşitliklere göre 1 üretim sezonunda beklenen:

Aktif Tüketim Bedeli:  $396000 \text{ kW} \times 0,489642 \text{ TL/kW} = 193898,232 \text{ TL}$ 'dir.

Dağıtım Bedeli:  $396000 \text{ kW} \times 0,176601 \text{ TL/kW} = 69933,996 \text{ TL}$ 'dir.

Enerji fonu bedeli:  $193898,232 \text{ TL} \times 0,01 = 1938,98232 \text{ TL}$ 'dir.

TRT Payı:  $193898,232 \text{ TL} \times 0,02 = 3877,96464 \text{ TL}$ 'dir.

ETV:  $193898,232 \text{ TL} \times 0,05 = 9694,9116 \text{ TL}$ 'dir.

KDV:  $(193898,232 \text{ TL} + 69933,996 \text{ TL} + 1938,98232 \text{ TL} + 3877,96464 \text{ TL} + 9694,9116 \text{ TL}) \times 0,18 = 50281,9356 \text{ TL}$ 'dir ancak bu çalışmada hesaplamalara KDV dahil edilmediği için bu hesaplamada da bu miktar ihmal edilecektir.

**1 üretim sezonunda ödenecek toplam fatura bedeli:**  $193898,232 \text{ TL} + 69933,996 \text{ TL} + 1938,98232 \text{ TL} + 3877,96464 \text{ TL} + 9694,9116 \text{ TL} = \underline{\underline{279344,086 \text{ TL}'dir.}}$

Teşvik sisteminde elektriğin alış fiyatı dolar para birimi cinsinden hesaplandığı için, tüm parasal değerler dolar para birimine çevrilmelidir. Burada TL/\$ kuru 6,85 olarak alınmıştır.

Bu durumda 1 yıllık fatura bedeli =  $279344,086 / 6,85 = \underline{40780,16 \$}$ 'dır.

#### **4.2 Güneş Enerji Santrali Maliyet Hesabı**

Güneş enerjisi ile elektrik üretme amacıyla kullanılacak olan fotovoltaik panellerin gölet yüzeyinde yüzer durumda bulunan dubalara monte edilmesi ve bu dubaların belirli noktalardan sabitlenerek gölet yüzeyinde kontrolsüzce hareket etmesinin engellenmesi planlanmıştır. Bu sayede gölet yüzeyinin yaklaşık  $2288,52 \text{ m}^2$ 'si gölgelenmiştir.

Fotovoltaik sistem ile yıllık ortalamalar esas alınarak 1 gün içinde üretilecek enerji 7,35 saat kabul edildiği takdirde, kullanılması gereken panellere göre ilk yatırım maliyeti Tablo 3'te görüldüğü gibidir. Fiyatlar, "Beş Elektrik Enerji Makina A.Ş." isimli Çanakkale Teknokent'te de faaliyet gösteren şirketten alınmıştır. Güneş paneli ve sayısı belirlenirken Yenice ilçesine ait yıllık ortalama güneşlenme süresi dikkate alınarak, günde ortalama 7,35 saat güneş enerjisinden faydalanılabildiği, dolayısı ile günde 7,35 saat boyunca elektrik üretilebildiği düşünülmüştür. Bu fiyatlara trafo, motor, sayaç, tek hat elektrik projesi, elektrik projesine uyan malzeme listesi, panellerin monte edilmesi planlanan duba sistemi ve KDV dahil değildir. Yatırımın geri dönüş süreci hesaplanırken bu maliyet unsurları hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Güneş panelleri ile elektrik üretilirken senede 365 gün boyunca elektrik üretileceği, günün ise ancak 7,35 saati boyunca elektrik elde edileceği düşünülmüştür.

Kurulması planlanan elektrik panelleri ile elde edilecek enerji:

1 elektrik panelinin ürettiği enerji:  $320 \text{ w/sa}$ 'tır.

1404 elektrik panelinin ürettiği enerji:  $320 \times 1404 = 449280 \text{ w/sa} = 449 \text{ kW/sa}$ 'tır.

1 günde üretilecek toplam enerji:  $449 \times 7.35 = 3300 \text{ kW}$ 'tır.

1 senede üretilecek toplam enerji:  $3300 \times 365 = 1204500 \text{ kW}$ 'tır.

Tablo 3.

## Güneş enerjisi üretimine ilişkin ilk yatırım maliyeti unsurları

Sıra No	Maliyet Unsuru	Açıklaması	Miktar	Birim	Birim Fiyat (\$)	Toplam Fiyat (\$)
1	Güneş Paneli	320W Monokristal panel (1640*992*35) (1 panel 1,63m <sup>2</sup> alan kaplıyor)	1404	Adet	100,80	141523,20
2	İnverter	Huawai 100kW On Grid inverter	20	Adet	5376,00	107520,00
4		Smart Logger	10	Adet	1837,00	18370,00
5	Solar Kablo	1*6mm PV1-F UVA ve UVB Filter	40000	mt	0,641	25620,00
6	GES Panosu	Siemens/Schneider modüler pano, TMS, Troid akım trafosu KAK rölesi, W otomat, elektronik sayaç , acil durdurma butonu kablaj montaj	3	Adet	5197,00	15591,00
7	Topraklama	Komple string topraklaması saha topraklaması	1	Set	1050,00	1050,00
8	AC Kablolama	Inverter ile pano arası (4*95mm) ve pano ile trafo arası (3*1*95mm) kablolama	10	Set	3360,00	33600,00
9	Scada	Merkezi denetleme ve veri kayıt sistemi	1	Adet	4988,00	4988,00
10	Bağlantı ve Sarf Malzemeler	Tesis için gerekli bağlantı ekipmanları, mc4, kablo tavası, spiral boru, etiketleme, uyarı levhaları	1	Set	20000,00	20000,00
11	İşçilik ve Nakliye	Fotovoltaik için arazi alt yapı, komple topraklama, DC kabloların bağlantısı, modüllerin montajı ve yeleşimi, inverter ile pano bağlantısının yapımı, pano ile TM bağlantılarının yapılması	1	İŞ	15000,00	15000,00
					<b>TOPLAM TUTAR USD</b>	<b>383262,20</b>

YEK kanunu I sayılı cetvelinde yer alan “Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi” için uygulanan enerji satın alım fiyatı 0,133 dolar/kW’dır. Bu fiyat ile devlet, 10 sene boyunca satın alım garantisi vermektedir. Enerji üretim tesisinde yerli ekipman kullanılması halinde bu fiyatlara ilave olarak II sayılı cetveldeki fiyatlar da 5 yıl süre ile alım garantili fiyat üzerine ilave edilmekte, bu sayede yerli ürün kullanımı da teşvik edilmektedir. Bu proje için alınan fiyat teklifinde kullanılan ürünler yerli olmadığı için yurt içinde gerçekleşen imalata ilişkin fiyat desteğinden yararlanılamamaktadır. Ancak projenin hayata geçirilmesi durumunda bu destekler de göz önünde bulundurularak fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisinde yerli üretim unsuru olan ekipmanlar kullanılması halinde yatırımın amortisman süresinin de kısılacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Güneş enerji üretim tesisi ile 1 senede üretilecek toplam enerji 1204500 kW olarak hesaplanmıştır. Bu enerjinin tamamı satıldığı takdirde 1 senede elde edilecek net gelir:

$$1204500 \text{ kW} \times 0,133 \text{ \$/kW} = 160198,50 \text{ \$'dır.}$$

Enerji santrallerinin ilk kurulum maliyetleri haricinde, sistemin çalıştırılması için ihtiyaç duyulan ve sistemin ekonomik ve teknik ömrünü tamamlayana kadar çalıştığı süreç

boyunca harcanması gereken olan giderler bulunmaktadır. Bu giderler işletme ve bakım maliyetleri olarak isimlendirilir. Literatür çalışmasında güneş enerji santrallerinin (Solar PV şebeke) yıllık işletme ve bakım maliyetlerinin, projenin ilk yatırım maliyetinin yaklaşık olarak %1'i kadar olduğu görülmüştür. Yapılan hesaplamalarda bu çalışma için güneş enerji santraline ilişkin yıllık işletme ve bakım maliyeti de %1 olarak kabul edilmiş, hesaplamalar bu yüzdelik değere uygun olarak yapılmıştır (Yıldırım, 2018). Bu çalışma kapsamında güneş santrali için yıllık işletme ve bakım masrafları yaklaşık olarak 3832,00 dolar hesaplanmıştır.

Güneş enerji santraline ilişkin yatırımın geri dönüş hesabı yapılırken öncelikle yatırım herhangi bir enerji ihtiyacını karşılamadığı, üretilen tüm elektriğin doğrudan şebekeye satılarak gelir elde ettiği senaryosu üzerinde durulmuştur (Tablo 4). Bu senaryonun kurgulanmasında amaç hibrit sistem tasarlanırken hangi yenilenebilir enerji kaynağından üretilen ihtiyaç fazlası elektriğin satışının yapılacağına karar verilmesidir.

Tablo 4.  
Güneş enerjisi geri ödeme süresi senaryo 1

Yıl	Yıllık Gelir (\$)	İşletme Giderleri (Yıllık) (\$)	Yıllık Net Gelir (\$)	Yıllık Sermaye Maliyeti (Kamu Bankası Usd Mevduat Faiz Oranı) (%)	Bugünkü Değer Hesabı ile Net Gelir (\$)
1	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	150352,40
2	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	144569,62
3	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	139009,25
4	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	133662,74
5	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	128521,86
6	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	123578,72
7	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	118825,69
8	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	114255,47
9	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	109861,03
10	160198,50	3832,00	156366,50	4,00	105635,60

$$\text{Geri ödeme süresi} = \frac{383262,20 \times 3}{(150352,40 + 144569,62 + 139009,25)} = 2,65 \text{ Yıl}$$

Net bugünkü değer (NBD) hesabı ile YEK kanunundan yararlanarak güneş enerjisi panelleri sayesinde üretilen elektriğin tamamen şebekeye teşvikli fiyatlar ile satıldığı ilk senaryoda, 383262,20 dolar olan ilk yatırım bedeli 2,65 senenin sonunda amort edilmiş olacak ve sonrasında yatırım karlı bir hale gelecektir. Unutulmamalıdır ki bu hesaplamaya

trafo, motor, sayaç, tek hat elektrik projesi, elektrik projesine uyan malzeme listesi, panellerin monte edilmesi planlanan duba sistemi ve KDV dahil değildir. Bu kalemler de hesaplama dahil edildiği takdirde yatırımın geri ödeme süresi uzayacaktır.

PV prensibine bağlı olarak çalışan güneş enerjisi ile elektrik üreten santrallerin ekonomik ömürleri ortalama 20 senedir. Bu durumda 2,65 sene sonunda ilk yatırım maliyetini çıkartan bir santral, geriye kalan 17,35 senelik ekonomik ömrü boyunca bölge halkı ve çiftçisinin refah seviyesini arttıracaktır.

Bu yatırımın net getirisinin 10. yılın sonunda 885010,18 dolar olacağı hesaplanmıştır (1268272,38\$ - 383262,20\$ = 885010,18\$ ).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin yapılması hususunda tek üretim kaynağının güneş enerjisi olduğu ve pompaların çalıştırılması için gerekli olan enerji kullanıldıktan sonra üretilen fazla gücün şebekeye verilmesi ve satışının yapılması neticesinde yatırımın kendini geri ödeme süresine ilişkin hesap ise ikinci senaryo olarak ele alınmıştır (Tablo 5) (Tablo 6).

Tablo 5  
Güneş enerjisi elektrik satışından elde edilen gelir senaryo 2

Yıl	Yıllık Üretim (kW)	Yıllık Tüketim (kW)	Şebekeye Satılacak Elektrik (kW)	Satış Bedeli (\$/kW)	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (\$)
1	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
2	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
3	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
4	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
5	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
6	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
7	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
8	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
9	1204500	396000	808500	0,133	107530,500
10	1204500	396000	808500	0,133	107530,500

İlk yatırım bedeli 383262,20 dolar olan güneş enerji santrali, pompaların çalıştırılması ile harcanması planlanan yıllık 396000 kW elektrik ihtiyacını karşıladıktan sonra, üretmeye devam ettiği enerji şebekeye 0,133 dolar/kW fiyattan satılacaktır. Bu hesapta ilk senaryodan farklı olarak, pompaların ihtiyaç duyduğu enerjiyi karşıladığı için ödenmeyen elektrik faturaları ikinci senaryoda gelir hanesine yazılmıştır (Tablo 5).

Tablo 6  
Güneş enerjisi geri ödeme süresi senaryo 2

Yıl	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (\$)	Yıllık İşletme Giderleri (\$)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)	Yıllık Sermaye Maliyeti (Kamu Bankası Usd Mevduat Faiz Oranı) (%)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelirin Bugünkü Değeri (\$)	İlgili Yılda Ödenen Elektrik Faturası (KDV Hariç) (\$)	Yatırımın Yıllık Net Getirisi (\$)
1	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	99710,10	40780,16	140490,25
2	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	95875,09	40780,16	136655,25
3	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	92187,59	40780,16	132967,75
4	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	88641,91	40780,16	129422,07
5	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	85232,61	40780,16	126012,77
6	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	81954,43	40780,16	122734,59
7	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	78802,34	40780,16	119582,50
8	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	75771,48	40780,16	116551,64
9	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	72857,19	40780,16	113637,35
10	107530,500	3832,00	103698,500	4,00	70054,99	40780,16	110835,15

$$\text{Geri ödeme süresi} = \frac{383262,20 \times 3}{(140490,25 + 136655,25 + 132967,75)} = 2,8 \text{ Yıl}$$

NBD hesabına göre 2. senaryoda yatırımın kendini geri ödeme süresi 2,8 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 6). Bu sürenin sonunda üretilen enerjinin bir kısmı pompaları çalıştırmak için kullanılırken geri kalan kısmı elektrik şebekesine verilmeye devam ettiği takdirde yatırım bölge halkının kalkınmasını arttıracak, genel olarak yurt dışına bağımlı olduğumuz enerji sektöründe ülkemizin milli refahı için katkı sağlamış olacaktır. Gerek bölge halkı gerek ise ülke ekonomisi açısından refah seviyesini arttıracak olan bu yatırım, çevre açısından da doğaya en az zarar veren, kaynağı sınırsız bir yatırımdır. Bu sebeplerden ötürü tercih edilmesi ve mutlak suretle uygulanması gereken bir yatırımdır. Yatırım 10. senenin sonunda YEK kanunu kapsamında çıkacak, elektriğin şebekeye satışı bu teşvik edici fiyatlardan olmayacaktır. Ancak bu durumda bile bölgenin refah seviyesini ve kalkınmışlığını arttıracacağı için üzerinde durulması gereken bir çalışma olduğu ortadadır.

Yatırımın iç verim oranı %36 olarak hesaplanmıştır (Tablo 7). Yatırımın ilk 10 yılına ait göstergelerin hesaplandığı çalışmada, faiz oranı olarak 10 yıllık tahvil faizlerinden yararlanılmıştır. Güncel 10 yıllık tahvil faiz oranı %14,28'dir (Bloomberg HT, 7 Ağustos 2020). Hesaplanan iç verim oranı ise bu faiz oranından oldukça yüksektir.

Tablo 7.  
Güneş enerjisi iç karlılık oranı hesabı senaryo 2

Yıl	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (\$)	Yıllık İşletme Giderleri (\$)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)	İlgili Yılda Ödenen Elektrik Faturası (KDV Hariç) (\$)	(Bu kısım hesaplamada kullanılacak) -\$383262,20 (\$)
1	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
2	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
3	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
4	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
5	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
6	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
7	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
8	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
9	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
10	107530,500	3832,00	103698,500	40780,16	144478,658
				<b>İKO =</b>	<b>36%</b>

Güneş enerji santrallerinin teknik ömürleri 25 yıl, ekonomik ömürleri ise 20 yıldır. Ancak bu çalışmada santralin ömrü boyunca ürettiği kar yerine, YEK Kanunu kapsamında sadece ilk 10 seneye ilişkin net birim enerji başına satış fiyatı bilindiği için, ilk 10 yıl boyunca elde edilecek getiri hesaplanmıştır. Buna göre güneş enerji santrali, net bugünkü değer hesabına göre yatırımın yapıldığı yıldan itibaren ilk 10 yıl içerisinde toplam 865627,10 dolar net getirisi olacaktır ( $1248889,30\$ - 383262,20\$ = 865627,10\$$ ). 2,8 senede kendini amorte edeceği öngörülen güneş enerji santralinin 10. yılın sonundan santralin ekonomik ömrü tamamlanana kadar geçecek olan sürede de kar edeceği ortadadır.

### 4.3 Rüzgar Enerji Santrali Maliyet Hesabı

Kurulması planlanan yenilenebilir enerji üretim hatlarında ihtiyaç duyulan 3 pompanın aynı anda çalıştırılması halinde tüketilecek enerjinin üretilmesi planlanmaktadır. Tıpkı güneş panelleri kurulu gücünün hesaplanmasında kullandığımız gibi rüzgar enerji tribünü kurulu gücü için de saatte 165 kW, 1 günde ise 3300 kW (20 saat) güç üretimi hedeflenmiştir. Bu şartları karşılayacak rüzgar tribünü için 2 adet 100 kWh güç üretim kapasitesine sahip tribün kullanılmasına karar verilmiştir. Fiyat teklifi, güneş enerjisi santralinde olduğu gibi “Beş Elektrik Enerji Makina A.Ş.” isimli Çanakkale Teknokent’te de faaliyet gösteren şirketten alınmıştır.

100 kWh elektrik üreten bir rüzgar tribünü bir günde 24000 kW (24 saat) elektrik üretmektedir. Rüzgar tribünü enerji hesaplamalarında bir yılda ortalama 250 gün boyunca tribünün çalıştığı kabul edilirse, 100 kW’lık bir tribün 1 yılda ortalama 600000 kW elektrik üretir. Rüzgarlı gün sayısı arttıkça üretilen elektrik artacak, dolayısı ile yatırımın amortisman süresi kısalmaktadır.

2 adet 100 kW’lık rüzgar tribünü için ilk yatırım maliyeti 400000 dolardır. Fiyata montaj, proje, hafriyat, tek hat maliyeti, sayaç, trafo ve inşaat giderleri dahildir. Fiyata KDV dahil değildir. Fiyat teklifi alınan firma rüzgar tribünü kurulumu esnasında tamamen yerli üretimden oluşan malzemeler kullanmaktadır. Bu da üretilen ihtiyaç fazlası elektriğin mahsuplaşılması esnasında YEK kanununa göre daha fazla bir fiyat ile elektriğin şebekeye satılması anlamına gelmektedir. Bu sayede yine yatırımın amortisman süresinin azalması beklenmektedir.

1 rüzgar tribünü için ortalama 1000 m<sup>2</sup> alan yeterlidir. Dolayısı ile bu projede 2000 m<sup>2</sup> alana ihtiyaç duyulmaktadır.

Rüzgar tribünü ile elektrik üretilirken 1 senede 250 gün boyunca elektrik üretimi yapılacağı, 1 günün ise 24 saati boyunca elektrik üretimi olacağı düşünülmüştür.

Kurulması planlanan rüzgar tribünleri ile elde edilecek enerji:

1 rüzgar tribününün ürettiği enerji: 100 kW/sa’tir

2 rüzgar tribününün ürettiği enerji:  $100 \times 2 = 200$  kW/sa’tir.

1 günde üretilen toplam enerji:  $200 \times 24 = 4800$  kW’tır.

1 senede üretilen toplam enerji:  $4800 \times 250 = 1200000$  kW’tır.

YEK kanunu I sayılı cetvelinde yer alan “Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi” için uygulanan enerji satın alım fiyatı 0,073 dolar/kW’tır. Proje kapsamında alınan fiyat

teklifinde kullanılan rüzgar tribününe ilişkin tüm ekipman ve malzemeler yerli üretim olduğu için, yine aynı kanunun II sayılı cetvelinde yer alan, rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi için 5 sene boyunca mevcut satın alım fiyatına ilave olarak 0,037 dolar/kW eklenecektir. Bu durumda devletin rüzgar enerjisi için satın alım garantisi verdiği fiyatlar:

İlk 5 yıl için:  $0,073 + 0,037 = 0,11$  \$/kW

İkinci 5 yıl için: 0,073 \$/kW şeklinde olacaktır.

Rüzgar enerjisi üretim tesisi ile 1 senede üretilecek toplam enerji 1200000 kW olarak hesaplanmıştır. Bu enerjinin tamamı satıldığı takdirde 1 senede elde edilecek net gelir:

İlk 5 yıl için:  $1200000 \text{ kW} \times 0,11 \text{ \$/kW} = 132000,00 \text{ \$}$

Son 5 yıl için:  $1200000 \text{ kW} \times 0,073 \text{ \$/kW} = 87600,00 \text{ \$}$ 'dir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar yapılırken yatırımcıları en çok cezbeden nokta işletmelerin bakım onarım ve personel giderlerinin diğer enerji üretim tesislerine göre oldukça düşük olmasıdır. İşletme gideri kalemi altında ele alınan bu giderler, personel gideri (bekçi, işletme sorumlusu), bakım ve onarım gideri, sigorta gideri ve öngörülemeyen diğer giderler olarak sıralanabilir. Rüzgar santrallerinde işletme ve bakım giderleri, sistemin ilk yatırım maliyetinin yaklaşık %1,5'i civarındadır (Yıldırım, 2018). Bu çalışma kapsamında rüzgar santrali için yıllık işletme ve bakım giderleri bu yüzdelik orana uygun olarak 6000 dolar tutarında hesaplanmıştır.

Rüzgar enerji santraline ilişkin yatırımın geri dönüş hesabı yapılırken, tıpkı güneş enerji santrali maliyet hesabı yapılırken hesaplandığı gibi, öncelikle yatırım herhangi bir enerji ihtiyacını karşılamadığı, üretilen tüm elektriğin doğrudan şebekeye satılarak gelir elde ettiği bir senaryo kurgulanmıştır (Tablo 8). Bu senaryonun düzenlenmesinde amaç hibrit sistem tasarlanırken hangi yenilenebilir enerji kaynağından üretilen ihtiyaç fazlası elektriğin satışının yapılacağına karar verilmesidir. Daha sonra ise çalışmaya ikinci bir senaryo daha eklenmiş, o senaryoda ise yatırımın pompaları çalıştırmak için gerekli enerjiyi üretmesinden sonra artan enerjiyi şebeke hattına vermesi ile yatırımın kendini ne kadar sürede amorte edeceği hesaplanmıştır.

Tablo 8.  
Rüzgar enerjisi geri ödeme süresi senaryo 1

Yıl	Yıllık Gelir (\$)	İşletme Giderleri (Yıllık) (\$)	Yıllık Net Gelir (\$)	Yıllık Sermaye Maliyeti (Kamu Bankası USD Mevduat Faiz Oranı) (%)	Bugünkü Değer Hesabı İle Net Gelir (\$)
1	132000,00	6000,00	126000,00	4,00	121153,85
2	132000,00	6000,00	126000,00	4,00	116494,08
3	132000,00	6000,00	126000,00	4,00	112013,54
4	132000,00	6000,00	126000,00	4,00	107705,33
5	132000,00	6000,00	126000,00	4,00	103562,82
6	87600,00	6000,00	81600,00	4,00	64489,67
7	87600,00	6000,00	81600,00	4,00	62009,29
8	87600,00	6000,00	81600,00	4,00	59624,32
9	87600,00	6000,00	81600,00	4,00	57331,08
10	87600,00	6000,00	81600,00	4,00	55126,04

$$\text{Geri ödeme süresi} = \frac{400000,00 \times 4}{(121153,85 + 116494,08 + 112013,54 + 107705,33)} = 3,49 \text{ Yıl}$$

Kurgulanan ilk senaryoda ilk yatırım bedeli 400000 dolar olan rüzgar tribünü ile üretilen tüm elektriğin doğrudan şebekeye satılması ile yatırımın 3,49 senede kendini amorte ettiği görülmüştür (Tablo 8). Bu sürenin sonunda yapılan yatırım karlı hale gelecek, geriye kalan ekonomik ömrü boyunca bölge halkının ve ülkenin kalkınması ve refah seviyesinin artması için önemli bir ekonomik kaynak haline gelecektir.

Bu yatırımın net getirisinin 10. yılın sonunda 459510,01 dolar olacağı hesaplanmıştır (859510,01\$- 400000,00\$ = 459510,01\$).

400000 dolar olan ilk yatırım maliyeti ile rüzgar tribünü yatırımı, pompaların ihtiyaç duyduğu elektrik üretimini karşıladıktan sonra ürettiği fazla elektriği şebekeye sattığı takdirde yatırımın geri ödeme süresinin hesaplandığı ikinci senaryoda, ödenmeyen elektrik faturalarının da sağladığı fayda ile 3,46 senede kendini amorte edecektir (Tablo 9) (Tablo 10). Rüzgar enerjisi hesaplamalarında senaryo 1 ile senaryo 2'nin neredeyse aynı sürede kendini amorte ettiği görülmüştür.

Tablo 9.

Rüzgar enerjisi elektrik satışından elde edilen gelir senaryo 2

Yıl	Yıllık Üretim (kW)	Yıllık Tüketim (kW)	Şebekeye Satılacak Elektrik (kW)	Satış Bedeli (\$/kW)	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (\$)
1	1200000	396000	804000	0,110	88440,000
2	1200000	396000	804000	0,110	88440,000
3	1200000	396000	804000	0,110	88440,000
4	1200000	396000	804000	0,110	88440,000
5	1200000	396000	804000	0,110	88440,000
6	1200000	396000	804000	0,073	58692,000
7	1200000	396000	804000	0,073	58692,000
8	1200000	396000	804000	0,073	58692,000
9	1200000	396000	804000	0,073	58692,000
10	1200000	396000	804000	0,073	58692,000

Tablo 10.

Rüzgar enerjisi geri ödeme süresi senaryo 2

Yıl	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (\$)	Yıllık İşletme Giderleri (\$)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)	Yıllık Sermaye Maliyeti (Kamu Bankası Usd Mevduat Faiz Oranı (%))	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelirin Bugünkü Değeri (\$)	İlgili Yılda Ödenen Elektrik Faturası (KDV Hariç) (\$)	Yatırımın Yıllık Net Getirisi (\$)
1	88440,000	6000,00	82440,000	4,00	79269,23	40780,16	120049,39
2	88440,000	6000,00	82440,000	4,00	76220,41	40780,16	117000,57
3	88440,000	6000,00	82440,000	4,00	73288,86	40780,16	114069,02
4	88440,000	6000,00	82440,000	4,00	70470,06	40780,16	111250,22
5	88440,000	6000,00	82440,000	4,00	67759,67	40780,16	108539,83
6	58692,000	6000,00	52692,000	4,00	41643,25	40780,16	82423,41
7	58692,000	6000,00	52692,000	4,00	40041,59	40780,16	80821,75
8	58692,000	6000,00	52692,000	4,00	38501,53	40780,16	79281,69
9	58692,000	6000,00	52692,000	4,00	37020,70	40780,16	77800,86
10	58692,000	6000,00	52692,000	4,00	35596,83	40780,16	76376,98

$$\text{Geri ödeme süresi} = \frac{400000,00 \times 4}{(120049,39+117000,57+114069,02+111250,22)} = 3,46 \text{ Yıl}$$

Yatırımın iç karlılık hesabı neticesinde bulunan değer %26'dır. Bu oran güncel 10 yıllık tahvil faiz oranı olan %14,28'in neredeyse 2 katına eşittir. (Tablo 11). Yani bu yatırım kararı alındığı takdirde harcanması planlanan tutar, 10 senelik bir süre içerisinde devlet tahvilinden yaklaşık 2 kat daha fazla bir getiri getirecektir. Yatırımın tek başına dahi ülke ve bölge halkının refahına sağlayacağı katkı da göz önüne alındığında yapılma kararının alınması kaçınılmaz olmaktadır.

Tablo 11.  
Rüzgar enerji santrali iç karlılık oranı hesabı senaryo 2

Yıl	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (\$)	Yıllık İşletme Giderleri (\$)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)	İlgili Yılda Ödenen Elektrik Faturası (KDV Hariç) (\$)	(Bu kısım hesaplamada kullanılacak) -\$400000,00 (\$)
1	88440,000	6000,00	82440,000	40780,16	123220,158
2	88440,000	6000,00	82440,000	40780,16	123220,158
3	88440,000	6000,00	82440,000	40780,16	123220,158
4	88440,000	6000,00	82440,000	40780,16	123220,158
5	88440,000	6000,00	82440,000	40780,16	123220,158
6	58692,000	6000,00	52692,000	40780,16	93472,158
7	58692,000	6000,00	52692,000	40780,16	93472,158
8	58692,000	6000,00	52692,000	40780,16	93472,158
9	58692,000	6000,00	52692,000	40780,16	93472,158
10	58692,000	6000,00	52692,000	40780,16	93472,158
				<b>İKO =</b>	<b>26%</b>

Rüzgar tribünlerinin teknik ömürleri 30 yıl, ekonomik ömürleri 25 yıldır. Yapılan çalışmada santralin ömrü boyunca ürettiği kar yerine, ilk 10 yıl boyunca elde edilecek getiri hesaplanmıştır. Buna göre 2 adet 100 kWh'lık rüzgar tribününün, net bugünkü değer hesabına göre yatırımın yapıldığı yıldan itibaren ilk 10 yıl içerisinde toplam 567613,71 dolar net getirisi olacaktır ( $967613,71 - 400000,00\$ = 567613,71\$$ ). 3,46 senede kendini amorte edeceği öngörülen yatırım, tıpkı güneş enerji santralinin getiri hesabı yapılırken bahsedildiği gibi 10. yılın sonundan ekonomik ömrü tamamlanana kadar geçecek olan sürede de kar etmeye devam edecektir.

#### 4.4 Hibrit Sistem Maliyet Hesabı

Yenilenebilir enerji kaynakları her ne kadar sınırsız bir şekilde doğadan gelen enerji olarak adlandırılırsalar da doğa koşullarına bağlı olarak kesintisiz bir şekilde elde edilememektedirler. Tarımsal üretimin aksamaması için, 2 farklı yenilenebilir enerji kaynağının birlikte kullanıldığı ve birinin yeterli elektriği üretmediği noktada diğerinin bu eksikliği kapattığı ve bir nevi sigorta görevi gördüğü bir sistemin ilk yatırım maliyeti de hesaplanmıştır. Bu hesaplama yapılırken güneş ve rüzgar enerji santrallerinin senaryo 1 olarak adlandırılan yatırımın geri dönüş süresi hesaplamalarında daha çabuk kendini amorte eden ve rüzgar enerjisine göre çok daha çabuk karlı hale gelecek olan güneş enerjisi ile üretilen elektriğin tamamının şebekeye satıldığı; rüzgar enerjisi ile üretilen elektriğin ise ilk etapta pompaların ihtiyaç duyduğu enerjiyi karşıladığı, üretilen enerjinin kullanılması neticesinde fazla olan kısmının şebekeye satıldığı bir senaryo kurgulanması uygun görülmüştür. Bu ekonomik kararın alınmasındaki bir diğer faktör de şüphesiz güneş enerjisi ile üretilen elektriğin şebekeye satış fiyatının rüzgar enerjisi ile üretilen elektrikten daha fazla olmasıdır (Yatırım senaryolarının 10 yıllık getiri miktarları sırasıyla RES1=459510,01\$, GES1= 885010,18\$, RES2= 567613,71\$ , GES2=865627,10\$).

Hibrit sistemin kurulması ile sistemin ilk yatırım bedeli, güneş ve rüzgar enerji santrallerinin ilk yatırım bedellerinin toplamıdır:

Güneş santrali ilk yatırım bedeli: \$383262,20

Rüzgar santrali ilk yatırım bedeli: \$400000,00

Hibrit sistem ilk yatırım bedeli:  $383262,20 + 400000,00 = \$783262,20$

Bu durumda yapılan hesaplamalar neticesinde hibrit sistemin kendini amorte etme süresi NBD hesabına göre 2,99 yıldır (Tablo 12) (Tablo 13). Yapılması planlanan yatırım ile güneş enerjisi ile üretilen elektriğin tamamının 0,133 dolar/kW olarak şebekeye satıldığı; rüzgar enerjisi ile üretilen elektriğin ise pompaların çalıştırılması için gerekli olan enerji miktarı düşüldükten sonra kalan kısmının ilk 5 yıl için 0,11 dolar/kW, ikinci 5 yıl ise 0,073 dolar/kW olarak şebekeye satıldığı durumda hibrit sistem 2,99 yıl sonra kara geçmeye başlayacaktır. Bu çalışmada hibrit sistem yatırımı 2,99 yıl sonra karlı bir yatırım haline gelecektir.

Tablo 12.

Hibrit sistem elektrik satışından elde edilen net gelir

Yıl	Şebekeye Satılacak Elektrik (Güneş) (kW)	Satış Bedeli (Güneş) (\$/kW)	Şebekeye Satılacak Elektrik (Rüzgar) (kW)	Satış Bedeli (Rüzgar) (\$/kW)	Elektrik Satışından Elde Edilen Toplam Gelir (\$)	Yıllık İşletme Giderleri (Güneş + Rüzgar) (\$)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)
1	1204500,00	0,133	804000,00	0,110	248638,500	9832,00	238806,500
2	1204500,00	0,133	804000,00	0,110	248638,500	9832,00	238806,500
3	1204500,00	0,133	804000,00	0,110	248638,500	9832,00	238806,500
4	1204500,00	0,133	804000,00	0,110	248638,500	9832,00	238806,500
5	1204500,00	0,133	804000,00	0,110	248638,500	9832,00	238806,500
6	1204500,00	0,133	804000,00	0,073	218890,500	9832,00	209058,500
7	1204500,00	0,133	804000,00	0,073	218890,500	9832,00	209058,500
8	1204500,00	0,133	804000,00	0,073	218890,500	9832,00	209058,500
9	1204500,00	0,133	804000,00	0,073	218890,500	9832,00	209058,500
10	1204500,00	0,133	804000,00	0,073	218890,500	9832,00	209058,500

Tablo 13.

Hibrit sistem geri ödeme süresi

Yıl	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)	Yıllık Sermaye Maliyeti (Kamu Bankası Usd Mevduat Faiz Oranı) (%)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelirin Bugünkü Değeri (\$)	İlgili Yılda Ödenen Elektrik Faturası (KDV Hariç) (\$)	Yatırımın Yıllık Net Getirisi (\$)
1	238806,500	4,00	229621,63	40780,16	270401,79
2	238806,500	4,00	220790,03	40780,16	261570,19
3	238806,500	4,00	212298,11	40780,16	253078,27
4	238806,500	4,00	204132,80	40780,16	244912,95
5	238806,500	4,00	196281,54	40780,16	237061,69
6	209058,500	4,00	165221,97	40780,16	206002,13
7	209058,500	4,00	158867,28	40780,16	199647,44
8	209058,500	4,00	152757,00	40780,16	193537,16
9	209058,500	4,00	146881,73	40780,16	187661,89
10	209058,500	4,00	141232,43	40780,16	182012,59

$$\text{Geri ödeme süresi} = \frac{783262,20 \times 3}{(270401,79+261570,19+253078,27)} = 2,99 \text{ Yıl}$$

Hibrit sisteme göre yapılan iç karlılık oranı hesabı neticesinde elde edilen oran %33 olarak elde edilmiştir (Tablo 14). Bu çalışmada yatırım için ihtiyaç duyulan para, 10 senelik tahvile %14,28 faiz oranı ile kullanıldığı takdirde, yatırımın iç karlılık oranı %33 olarak hesaplandığı için yatırım kararı alınmasının uygun olduğu görülmektedir

Tablo 14.

Hibrit sistem iç karlılık oranı

Yıl	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (\$)	Yıllık İşletme Giderleri (\$)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)	İlgili Yılda Ödenen Elektrik Faturası (KDV Hariç) (\$)	(Bu kısım hesaplamada kullanılacak) -\$783262,20 (\$)
1	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	279586,658
2	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	279586,658
3	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	279586,658
4	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	279586,658
5	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	279586,658
6	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	249838,658
7	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	249838,658
8	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	249838,658
9	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	249838,658
10	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	249838,658
				<b>İKO =</b>	<b>33%</b>

Hibrit sistem yatırımının 10 sene içerisinde getireceği net gelir 1452623,89 dolardır (2235886,09\$ – 783262,20\$ = 1452623,89\$)

#### 4.5 Tarımsal Üretimdeki Değişim

Yenilenebilir enerji kaynakları ile tarımsal üretimin en önemli maliyet unsuru olan enerji kaleminin çiftçiye getirdiği yükü azaltmak ve tarımsal üretimi teşvik amacıyla hazırlanan bu projede, hali hazırda yapılan üretim incelenerek çiftçinin karını arttırmaya yönelik birtakım öneriler de geliştirilmiş ve bu projeye dahil edilmiştir. Bu çalışmada esas, çiftçinin tarımsal üretimden elde ettiği karı arttırıp, dolaylı olarak kamu yararına kullanılan enerji kaynağının nispeten yüksek olan ilk yatırım maliyetinin geri dönüş süresini bir miktar daha azaltmaktır.

Çırpılar Köyü'nde üretilen ürünlerin birim maliyetleri, birim karları, dekar başına verimleri ve toplamda kaç dekar üretim yapıldığına dair detaylı bilgiler Tablo 15'te verilmiştir. Bu ürünler, dekar başına olan verimlilikleri ve karlılıkları göz önünde bulundurularak kendi içlerinde yeniden sıralanmıştır. Bu sıralama neticesinde çiftçiye aşağıdaki önerilerin yapılması ve nihayetinde elde ettikleri karın arttırılması hedeflenmektedir.

Tablo 15.

Çırpılar köyü mevcut üretim deseni

Sıra No	Ürün Adı	Ekili Alan (Da)	Ortalama Verim Miktarı (Kg/da)	1 Kg Ürünün Maliyeti (TL/Kg)	1 Kg Ürünün Ort. Satış Fiyatı (TL/Kg)
1	Domates (Da.)	26	7350	0,70	1,80
2	Taze Fasulye (Da.)	13	1500	2,06	6,00
3	Ceviz (Da.)	14	480	4,76	16,00
4	Diğer Meyve (Da.)	24	3010	3,43	5,00
5	Diğer Sebze (Da.)	21	3560	1,14	2,40
6	Elma (Da.)	7	3700	1,00	1,90
7	Biber Salça. (Da)	108	3560	1,14	2,00
8	Üzüm (Da.)	7	925	1,68	3,50
9	Biber (Da.)	8	2100	1,69	2,40
10	Ispanak (da.)	1	1150	1,56	2,40
11	Kuru Fasulye (Da.)	6	210	5,78	10,00
12	Kavun (Da.)	9	2225	0,86	1,25
13	Sorgum (Da.)	3	4600	0,19	0,25
14	Yulaf (Da.)	53	305	0,82	1,65
15	Buğday (da.)	208	410	0,88	1,35
16	Diğer Tarla Ür. (Da.)	760	410	0,88	1,35
17	Yonca (Da.)	43	1300	0,79	0,90
18	Arpa (Da)	58	405	0,85	1,15
19	Çavdar (Da.)	100	310	0,82	0,98
20	Yulaf (K.Ot)	452	550	0,81	0,85
21	Fiğ (Da.)	5	450	0,86	0,88
22	Nadas (Da.)	32	0	0	0

1. Ortalama Verim Miktarı (Kg/da) x 1 Kg Üründen Elde Edilen Kar (TL/Kg) hesabına dayanarak ürünler 1 dekar alanda elde edilen en yüksek kara göre kendi aralarında sıralanmışlardır. Bu sıralama esas alındığında en fazla karı getiren ilk 5 ürün seçilmiştir (Tablo 16). Yatırımın getiri süresi önemli olduğu için tek yıllık bitkiler bu sıralamada tercih edilmiş, bundan sonraki hesaplamalarda ceviz ve elma üretim planına dahil edilmemiştir.

Tablo 16.

Hali hazırda ekili olan ve en fazla kar getiren ilk 5 ürün

Sıra No	Ürün Adı	Ortalama Verim Miktarı (Kg/da)	1 Kg Üründen Elde Edilen Kar (TL/Kg)	Kar (TL/Da)
1	Domates	7350	1,10	8085,00
2	Taze Fasulye	1500	3,94	5910,00
3	Ceviz	480	11,24	5395,20
4	Elma	3700	0,90	3330,00
5	Biber Salça	3560	0,86	3061,60

Ceviz ve elma üretiminin uzun yılları kapsamaması ve ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle planının dışına alındıktan sonra domates, fasulye ve salçalık biber olmak üzere 3 ana ürünün üretim planlamasındaki payının arttırılması amaçlanmıştır. Bunun için

ürünlerin birinci veya ikinci ürün olup olmadığı değerlendirilmiştir. Burada domates ve salçalık biber birinci ürün iken taze fasulye ikinci ürün grubu olarak planlanmıştır.

2. Üretim planına verimliliğine göre karlılığı yüksek olan çilek ve ikinci ürün olarak sıklıkla tercih edilen silajlık mısır dahil edilmiştir (Tablo 17). Bölgede önemli miktarda hayvancılık üretimi söz konusudur. Özellikle kaba yem ihtiyacının da dikkate alınması durumunda, silajlık mısır önemli bir ihtiyacın karşılanmasında kullanılacaktır.

Tablo 17.

Tarımsal üretime dahil edilen ürünler ve mali verileri

Sıra No	Ürün Adı	Ortalama Verim Miktarı (Kg/da)	1 Kg Ürünün Maliyeti (TL/Kg)	1 Kg Ürünün Ort. Satış Fiyatı (TL/Kg)	1 Kg Üründen Elde Edilen Kar (TL/Kg)	Kar (TL/da)
1	Çilek	4000	2,58	4,00	1,42	5680,00
2	Silajlık Mısır	5400	0,19	0,25	0,06	318,00

3. Çilek, salçalık biber ve domates birinci ürün oldukları için, 200 dekar alan belirlenmiş ve bu alanlara bu ürünlerin ekilmesine karar verilmiştir. Bu sayede üretimin karlılığının artırılması hedeflenmiştir. 200 dekar alan belirlenirken nadasa bırakılan boş alanlar ve verim bazlı kar sıralamasının en altındaki ürünlerin ekim alanları değerlendirilmiştir.

200 dekar alandan verim bazlı kar sıralamasına dikkat edilerek domates için 75 dekar, çilek için 65 dekar, salçalık biber için ise 60 dekar alana daha ekim yapılması planlanmıştır.

200 dekar yeni ekim yapılacak alan için verim bazlı kar sıralamasına dikkat edilerek nadasa ayrılan alanın tamamı (32 dekar) ve diğer tarla ürünleri olarak belirtilen ekim alanından 168 dekar alan kullanılmıştır.

4. Taze fasulye ve silajlık mısırın ikinci ürün olarak fiğ, yulaf, çavdar, arpa, buğday ve sorgum hasadının hemen arkasından ekilmesine karar verilmiştir. Bu sayede aynı alan üzerinde 2 ürün yetiştirilerek üretimin miktarının ve dolayısı ile karlılığının artırılması hedeflenmiştir. Burada 2. ürün olarak ekim yapılacak alanın %70'inde silajlık mısır, %30'unda ise taze fasulye ekimi planlanmış, hesaplamalar bu doğrultuda yapılmıştır.

Sorgum, yulaf, buğday, arpa, çavdar, yulaf (k.) ve fiğ için mevcut ekim sisteminde ayrılan toplam alan 879 dekadır. Yeni üretim planında ekimi yapılan bu ürünlere dokunulmadan, hasat edilmelerinin hemen arkasından silajlık mısır (615 dekar) ve taze fasulye (264 dekar) ekimi yapılması planlanmıştır. Yeni üretim planında 2. ürün olarak

ekilmesi planlanan silajlık mısırın toplam alanın %70'ine ekilmesine karar verilmiş, hesaplamalar bu doğrultuda yapılmıştır.

Yapılan yeni üretim planlaması neticesinde, sene sonu hedeflenen toplam kar 4073586,40 TL'dir (Tablo 18). Hali hazırda yapılan toplam karın 1190879,00 TL olduğu göz önüne alındığında yeni üretim ile elde edilecek kar 2882707,40 TL daha fazladır. Bu yeni ekim planı ile beklenen kar mevcut kardan %342,07 daha fazladır. Farklı bir deyiş ile mevcut üretim ile elde edilen kardan yaklaşık 3,5 kat daha fazla kar elde edilmesi planlanmaktadır.

Tablo 18.

Çırpılar köyü önerilen üretim miktarları ve maliyet hesabı

Sıra No	Ürün Adı	Ekili Alan (da)	Ortalama Verim Miktarı (Kg/da)	1 Kg Ürünün Maliyeti (TL/Kg)	1 Kg Ürünün Ort. Satış Fiyatı (TL/Kg)	1 Kg Üründen Elde Edilen Kar (TL/Kg)	1 Da Alandan Elde Edilen Kar (TL/da)	Toplam Kar (TL)
1	Domates (Da.)	101	7350	0,70	1,80	1,10	8085,00	816585,00
2	Taze Fasulye (Da.)	13	1500	2,06	6,00	3,94	5910,00	76830,00
3	Ceviz (Da.)	14	480	4,76	16,00	11,24	5395,20	75532,80
4	Elma (Da.)	7	3700	1,00	1,90	0,90	3330,00	23310,00
5	Biber Salça. (Da)	168	3560	1,14	2,00	0,86	3061,60	514348,80
6	Diğer Meyve (Da.)	24	3010	3,43	5,00	1,57	4725,70	113416,80
7	Diğer Sebze (Da.)	21	3560	1,14	2,40	1,26	4485,60	94197,60
8	Üzüm (Da.)	7	925	1,68	3,50	1,82	1683,50	11784,50
9	Biber (Da.)	8	2100	1,69	2,40	0,71	1491,00	11928,00
10	Ispanak (da.)	1	1150	1,56	2,40	0,84	966,00	966,00
11	Kuru Fasulye (Da.)	6	210	5,78	10,00	4,22	886,20	5317,20
12	Kavun (Da.)	9	2225	0,86	1,25	0,39	867,75	7809,75
13	Sorgum (Da.)	3	4600	0,19	0,25	0,06	276,00	828,00
14	Yulaf (Da.)	53	305	0,82	1,65	0,83	253,15	13416,95
15	Buğday (da.)	208	410	0,88	1,35	0,47	192,70	40081,60
16	Diğer Tarla Ür. (Da.)	592	410	0,88	1,35	0,47	192,70	114078,40
17	Yonca (Da.)	43	1300	0,79	0,90	0,11	143,00	6149,00
18	Arpa (Da)	58	405	0,85	1,15	0,30	121,50	7047,00
19	Çavdar (Da.)	100	310	0,82	0,98	0,16	49,60	4960,00
20	Yulaf (K.Ot)	452	550	0,81	0,85	0,04	22,00	9944,00
21	Fiğ (Da.)	5	450	0,86	0,88	0,02	9,00	45,00
22	Nadas (Da.)	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	Çilek	65	4000	2,58	4,00	1,42	5680,00	369200,00
24	Silajlık Mısır	615	5400	0,19	0,25	0,06	318,00	195570,00
25	Taze Fasulye (Da.)	264	1500	2,06	6,00	3,94	5910,00	1560240,00
	<b>Toplam</b>						<b>4073586,40</b>	

Dolar para birimi cinsinden de ifade etmek gerekirse, 1 yılda yeni ürün deseni ile elde edilecek toplam kar 594684,15 dolardır. Üretim bu şekilde planlanırsa, bir önceki ürün desenine göre 1 senede 420833,20 dolar daha fazla kar elde edilebilir (1 Dolar = 6,85 Türk Lirası).

Tarımsal üretim planının değiştirilmesi ile beraber senede 420833,20 dolar artacak olan üretim karının, yapılması planlanan hibrit sistemin geri ödeme süresini 2,99 yıldan 1,15 yıla çekeceği hesaplanmıştır (Tablo 19).

Tablo 19.

Hibrit sistem yeni üretim planı sonrası hesaplanan geri ödeme süresi

Yıl	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)	Yıllık Sermaye Maliyeti (Kamu Bankası Usd Mevduat Faiz Oranı) (%)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelirin Bugünkü Değeri (\$)	İlgili Yılda Ödenen Elektrik Faturası (KDV Hariç) (\$)	Üretim Planı Değişimi İle Beklenen Kar Artışı (\$)	Yatırımın Yıllık Net Getirisi (\$)
1	234974,500	4,00	225937,02	40780,16	420833,20	687550,38
2	234974,500	4,00	217247,13	40780,16	420833,20	678860,49
3	234974,500	4,00	208891,47	40780,16	420833,20	670504,83
4	234974,500	4,00	200857,19	40780,16	420833,20	662470,55
5	234974,500	4,00	193131,91	40780,16	420833,20	654745,27
6	205226,500	4,00	162193,48	40780,16	420833,20	623806,84
7	205226,500	4,00	155955,27	40780,16	420833,20	617568,63
8	205226,500	4,00	149956,99	40780,16	420833,20	611570,35
9	205226,500	4,00	144189,42	40780,16	420833,20	605802,77
10	209058,500	4,00	141232,43	40780,16	420833,20	602845,79

$$\text{Geri ödeme süresi} = \frac{783262,20 \times 2}{(687550,38 + 678860,49)} = 1,15 \text{ Yıl}$$

Yeni üretim planı sonrası hibrit sistem için hesaplanan iç karlılık oranı %89 gibi oldukça yüksek bir orandır (Tablo 20). Kamu faydası gözetilerek yapılan bu hesaplama neticesinde önerilen tarımsal üretim planının mutlaka uygulanması gerektiği bir kez daha gözler önüne serilmiştir.

Tablo 20.

Hibrit sistem yeni üretim planı sonrası iç karlılık oranı

Yıl	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (\$)	Yıllık İşletme Giderleri (\$)	Elektrik Satışından Elde Edilen Net Gelir (\$)	İlgili Yılda Ödenen Elektrik Faturası (KDV Hariç) (\$)	Üretim Planı Değişimi ile Beklenen Kar Artışı (\$)	(Bu kısım hesaplamada kullanılacak) -\$783262,20 (\$)
1	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	420833,20	700419,858
2	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	420833,20	700419,858
3	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	420833,20	700419,858
4	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	420833,20	700419,858
5	248638,500	9832,00	238806,500	40780,16	420833,20	700419,858
6	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	420833,20	670671,858
7	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	420833,20	670671,858
8	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	420833,20	670671,858
9	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	420833,20	670671,858
10	218890,500	9832,00	209058,500	40780,16	420833,20	670671,858
					<b>İKO =</b>	<b>89%</b>

## BÖLÜM 5

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretiminin ülkelerin ekonomik anlamda kalkınmasına ne denli ölçüde faydalı olduğu pek çok çalışmada da ortaya konulmaktadır. Devletin yatırım kararlarında öncelikle sosyal faydayı gözettiği bilinmekle beraber enerji sektörü ve tarım sektörü gibi çok önemli iki sektörün kalkınmasına faydada bulunacak bu tür yatırımların desteklenmesinin ne kadar önemli olduğu çalışmanın sonuçlarıyla bir kere daha gözler önüne serilmiştir. Bu bağlamda çalışma neticesinde yapılan gözlemler ve çıkarımlar şu şekildedir:

1. Hibrit sistem ile tarımsal sulamanın enerji ihtiyacının karşılanması, tek başına rüzgar tribünü veya fotovoltaik güneş enerji santrallerinin kurulmasına göre üretilen fazla elektriğin satışı neticesinde elde edilen getirisinin tekil sistemlere göre çok daha yüksek olması gibi sebepler yüzünden çok daha uygun görülmüştür. Bununla beraber enerjinin yenilenebilir kaynaklardan elde ediliyor olması, tarımsal sulamanın aksamaması açısından bir başka yedek enerji üretimine de ihtiyaç duyulduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Pek çok çalışmada akü veya doğrudan şebekeye bağlanarak enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynakları ile sağlanmadığı durumlarda tarımsal sulama devam ettirilse de devlet yatırımlarında bilhassa sosyal fayda ve milli ekonomiye olan faydası da göz önüne alınarak uygun koşullarda hibrit sistemler aracılığı ile elektrik üretmek de iyi bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar ilk yatırım bedeli tekil enerji üretim sistemlerine göre çok daha yüksek olsa da gerek sosyal fayda gerek ise uzun vadede yaratacağı ulusal ekonomi anlamında katkısı sebebi ile hibrit sistemler tercih sebebi olmalıdır.

2. Alışıldageldik bir biçimde güneş enerjisinden yararlanmak için kullanılan PV panellerin düz bir araziye yerleştirilmesi yerine gölet yüzeyi gibi “kullanılmayan” bir alana kurulması, güneş enerji santrallerinde olmazsa olmaz düz bir arazi arayışının yerine geçebilecek yepyeni bir yaklaşımdır. Gerek uygun büyüklükte gerek ise tüm şartları sağlayabilecek bir araziyi araştırma zahmetinden kurtaran, satın alma veya istimlak etme gibi prosedürlerle uğraşma yükümlülüğünü ortadan kaldıran, arazi tesviyesine ihtiyaç duymayan, doğaya ve ağaçlara zarar vermeyen bir yöntem olarak güneş panellerinin gölet yüzeyi gibi su alanlarının üzerine kurulması fikri, bu tarz uygulamaların yaygınlaşması ile panellerin sistemin üzerine yerleştirilme maliyetlerini zamanla azaltacaktır. Uygulama sayısının artmasıyla birlikte çok daha sağlam ve uzun ömürlü sistemlerin tasarlanması mümkün olacaktır.

3. Gölet gibi tarımsal sulamada kullanılan ana su kaynaklarının üzerini güneş panelleri ile kapatma fikri, gölet yüzeyinde güneş sebebi ile oluşan buharlaşma kayıplarını da azaltacak, dolaylı olarak sulama suyunda meydana gelen buharlaşma kayıplarını da azaltacaktır.

4. Tarımsal ekim alanlarında dekar başına verimlilik odaklı karlılık hesabı ile çiftçinin ektiği ürünlerin çeşitlendirilmesi ve güncellenmesi, bölgede refahı arttıracak, aynı efor ile daha fazla kar eden çiftçinin ülke ekonomisine de daha fazla katılmasına sebebiyet verecektir. Üreticilerin yetiştirdikleri bitki çeşitliliğinin artması, tarımsal üretimde belirli bir bilincin oluşması ve tarımdan elde edilen karın artması, tarımsal üretim ile uğraşan halk ve dolayısıyla da ülke ekonomisi için oldukça önemlidir. Basit bir üretim revizyonu ile aynı ekim alanında 3,5 kat kar artışının elde edilebileceğini ortaya koyan bu çalışma, tarımın doğru bir şekilde yönlendirildiği takdirde ülke ekonomisine ne denli büyük katkılar sağlayabileceğini de gözler önüne sermektedir.

5. Kamu faydası gözetilerek yapılan yatırımlarda, bir sistemin iyileştirilmesi ve halkın aldığı faydanın maksimize edilmesi planlanmalıdır. Tarımsal sulamanın yüksek maliyetli enerji kullanımına çözüm bulabilmek için geliştirilen projede tarımın diğer unsurlarından olan üretim deseninin de ele alınıp gözden geçirilmesi ve yeni bir üretim planının önerilmesi ile yapılacak büyük bir yatırımın geri dönüş üresinde dahi çok ciddi kısaltmalar yaratılabildiği görülmüştür. Bir sistemi iyileştirirken onu tüm yönleri ile ele almak gerek zaman, gerek ise maddi açıdan ülke ekonomisi ve kalkınmasına çok ciddi faydalar sağlayacaktır.

Tarım sektörü üretim teknolojileri devamlı değişen dinamik bir sektördür. Hızla artan nüfusun beslenme ihtiyacını daha rahat karşılayabilmek adına gelecekte yeni üretim teknolojilerinin de devreye girmesi ile enerji talebinin artması kaçınılmazdır. Özellikle kamu yatırımlarının sürdürülebilir olmasının ne denli gerekli olduğu da bu şekilde daha iyi anlaşılmaktadır. Bununla beraber sürekli artan enerji ihtiyacını sonlu fosil yakıtlar yerine her ülkenin potansiyel olarak sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılama fikri, bilhassa enerji anlamında dışa bağılı olduğumuz gerçeği göz önüne alındığında çok daha cazip bir hale gelmektedir. Bugünden itibaren enerji üretimine yönelik yatırımlarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek, güçlü bir Türkiye'nin en stratejik kararlarından biri haline gelmiştir. Bu bağlamda teşvik mekanizmalarının değerlendirilmesi ve kamusal bazda büyük yenilenebilir enerji ile elektrik üreten santrallerin kurulması neredeyse ülkemizin geleceği için hayati bir öneme sahiptir. Tarımın genellikle kırsal alanlarda yapıldığı ve yenilenebilir enerji santrallerinin de ihtiyaç duyduğu arazilerin benzer

özelliklerde olduğu göz önüne alındığında bu iki sektörü buluşturan girişimlerin daha fazla teşvik edilmesi yine atılacak bir diğerk stratejik adım olacaktır. Doğaya zarar vermeyen, ülke ekonomisini güçlendiren, cari açığı azaltan yenilenebilir enerji santrallerinin, insanlığın devamı için gerekli tarım ile buluşturulması, teknolojide istenilen noktayı bir türlü yakalayamayan Türkiye için tarımda fark yaratma fırsattır. Tarımsal üretimin geliştirilmesinde en önemli maliyet kalemi olan enerji maliyetinin düşürülmesinin, sürekli gelişen tarımsal teknolojilere de daha kolay adapte olmayı beraberinde getireceği göz önünde bulundurulmalıdır.



## KAYNAKLAR

- Akpınar, A., Kömürcü, M.İ. ve Filiz, M.H., (2008). Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Çevre, Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Enerji Kaynakları. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu-UTES'2008,İstanbul.
- Aksoy, M. H. (2011). *Güneş ve rüzgar enerjisi ile çalışan su pompalama sisteminin deneysel incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi veri tabanından erişildi (291269)
- Atay, Ü., Işıker, Y., Yeşilata, B. ve Çıkman, A., (2012). Sabit güneş pilli sulama sisteminin performans analizi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(1306-0007), 153-159.
- Atmaca, M., Yusufoglu, G. ve Kurtuluş, A.B., (2014). Güneş enerjili sulamanın tarım sektöründe uygulanması. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2),142-153.
- Can, T.M. (2010). *Rüzgar ve güneş enerjisi ile bir pompanın ihtiyacı olan elektrik enerjisinin sağlanması*. (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi veri tabanından erişildi (275364).
- Cebeci, S. (2018). *Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretim potansiyeli*. (Uzmanlık Tezi) Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. Erişim adresi:<http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Seda-Cebeci.pdf>
- Çanakkale İl Özel İdaresi, Su ve Kanal Hizmetleri Müdürlüğü. 2017. Çanakkale Yenice Çırpılar köyü kapalı sistem sulama tesisi 2. kısım inşaat projesi, Çanakkale.
- Dümenli, Ş., (2019). *Rüzgar ve güneş enerjisi santrali yatırımlarının ve işletme faaliyetlerinin tms/tfrs çerçevesinde muhasebeleştirilmesi*, (Dönem projesi). Erişim adresi:<http://acikerisim.pau.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11499/3141/%C5%9E%C3%BCkr%C3%BC%20D%C3%BCmenli%20Teksiz%20%20Sos.Bl..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dünya Enerji Konseyi. (2019). Yenilebilir enerjiler 2019 küresel durum raporu, yönetici özeti. Erişim adresi: <https://www.dunyaenerji.org.tr/yenilenebilir-enerjiler-2019-kuresel-durum-raporu/>
- Düzenli, A. (2010). *Güneş enerjili su pompalama sistemleri*. (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi veri tabanından erişildi (254981).
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (t.y.). Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA). Erişim adresi: <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/>
- Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı. (t.y.) Güneş Enerjisi ve Teknolojileri. Erişim

- adresi: [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx)
- Enerjide Yeşil Tarife Dönemi Ağustos'ta Başlıyor. Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Bakanlık Haberleri (2020, Nisan) Erişim adresi: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Bakanlik-Haberleri/Enerjide-Yesil-Tarife-donemi-agustosta-basliyor>
- Environmental Impact Assessment. (2020). Global energy review 2019: annual growth for renewable electricity generation by source 2018-2020. Erişim adresi: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/annual-growth-for-renewable-electricity-generation-by-source-2018-2020>
- Environmental Impact Assessment. (2020). Global energy review 2019: average annual change in energy demand by fuel, 2018 compared to 2019. Erişim adresi: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/average-annual-change-in-energy-demand-by-fuel-2018-compared-to-2019>
- Gökyel, A. ve Ulusoy, D., (2016). Tarımsal sulamalarda güneş enerjisi, *DSİ Teknik Bülteni*, (122), 13-27.
- Güney Marmara Kalkınma Ajansı (t.y.). Çanakkale Enerji Sektörü Yatırım Rehberi. Erişim adresi: <https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/Canakkale-Enerji-Yatirim-Rehberi.pdf>
- Haklıdır, F.S.T., (2008, Aralık). Türkiye'deki Jeotermal Alanlar ve Bu Alanlardaki Farklı Güncel Uygulamalara Bakış. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu-UTES'2008, İstanbul.
- Jahed, H. (2018). *Doğu Azerbaycan bölgesinde güneş enerjili su pompalama sistemlerinin kullanılabilirliğinin araştırılması*. (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi veri tabanından erişildi (519148).
- Kara, M. (2020, 18 Haziran) YEKDEM'in faturası azalacak. Dünya gazetesi Erişim adresi: <https://www.dunya.com/sectorler/enerji/yekdem-in-faturasi-azalacak-haberi-472922>
- Karagöl, E.T. ve Kavaz, İ. (2017, Nisan). Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji, SETA Analiz, 197. Erişim adresi: <https://setav.org/assets/uploads/2017/04/YenilenebilirEnerji.pdf>
- Küsek, G., Şahin, Y. ve Öztürk, H.H. (t.y.). Güneş enerjisi ile çalışan damla sulama sistemlerinin tasarımı. Erişim adresi: <https://docplayer.biz.tr/10393298-Gunes-enerjisi-ile-calisan-damla-sulama-sistemlerinin-tasarimi.html>
- Kazokoğlu, C. (2015, 30 Kasım). 10 grafikte BM İklim Değişikliği Konferansı ve Türkiye. BBC News Türkiye. Erişim adresi:

[https://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2015/11/151130\\_cop21\\_turkiye\\_cuneyt\\_kazokoglu](https://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2015/11/151130_cop21_turkiye_cuneyt_kazokoglu)

- Marşap, A. ve Narin, M., (2008, Aralık). Çağdaş Enerji Yönetiminde Yeni Açılımlar: Ekolojik Çevre, İklim Değişikliği ve Yaşam Kalitesi. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu-UTES'2008, İstanbul.
- Özdede, D., Çakmak, B. ve Avcı, S. (2017). Damla sulama sistemlerinin işletilmesinde güneş enerjisinden yararlanma olanakları; Konya ili örneği. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, 6[Özel Sayı], 52-60.
- Özdemir, E. ve Özdemir, Ş., (2008, Aralık). Güneş Pilleri ile Dağıtılmış Elektrik Üretim Sistemlerindeki Gelişmeler. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu-UTES'2008, İstanbul.
- Seyitoğlu, S.S. (2012). *Kayseri ilinde güneş enerjisi ile sulama sistemi maliyet analizi*. (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi veri tabanından erişildi (320846).
- Temizer, M. (2017, 1 Kasım). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Albayrak "YEKDEM 2020'de Sona Erecek. AA Haber. Erişim adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/enerji-ve-tabii-kaynaklar-bakani-albayrak-yekdem-2020de-sona-erecek/953382>
- Topuz, A., Erdoğan, B. ve Taşkaya, G., (2017). Fotovoltaik etki ile çalışan güneş enerjili sulama sisteminin modellenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(2), 356-363.
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). Elektrik Enerjisi. Erişim adresi: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (t.y.). Çanakkale İli Rüzgar Kaynak Bilgileri. Erişim Adresi: <https://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2f4%2fDocuments%2frepa%2fCANAKKALE-REPA.pdf>
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). Güneş Enerjisi. Erişim adresi: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). Hidrolik Enerjisi. Erişim adresi: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). Jeotermal Enerji. Erişim adresi: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (t.y.). Rüzgar Enerjisi. Erişim

- adresi: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı. (2017, 1 Ocak). Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. Erişim adresi: <http://www.elder.org.tr/Content/yayinlar/enerji%20bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20yay%C4%B1n.pdf>
- YEKDEM En Az Bir Yıl Uzatılmalı. (2020, 4 Nisan). Yeşil Ekonomi. Erişim Adresi: <https://yesilekonomi.com/yekdem-en-az-bir-yil-uzatilmali/>
- Yesilata, B.ve Aktacir, M.A., (2000, Mayıs). Fotovoltaik Güç Sistemli Su Pompalarının Dizayn Esaslarının Arastırılması. 3. Gap Mühendislik Kongresi, Sanliurfa.
- Yıldırım, B. (2018). Yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretim santrallerinin maliyeti. *Elect Sci Eng* 14(3) 10-19
- Yılmaz, O. ve Hotunoğlu, H. (2015). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye, *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2, 74-97.
- Yılmaz, S., Yılmaz, A.S. ve Köklükaya, E., (2009). Güneş Enerjili Neme Duyarlı Toprak Sulama Sistemi Tasarımı. 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır.
- Yılmaz, Ş., Uçan, K., Keten, M. ve Narin, N., (2016). Meyve Bahçelerinin Sulanmasında Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD*, (Özel Sayı), 169-178.
- 10 Yıllık Tahvil. (2020, Ağustos). Bloomberg HT. Erişim adresi (7 Ağustos 2020): <https://www.bloomberght.com/tahvil/tr-10-yillik-tahvil>
- 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. (2005, 10 Mayıs). Resmi Gazete (Sayı 25819). Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf>

**EK 1. LİMAK ENERJİ 01.07.2020 TARİHİNDEN İTİBAREN GEÇERLİ  
FAALİYET BAZLI TARİFE TABLOSU**

<b>EPDK Tarafından Onaylanan ve 1 Temmuz 2020 Tarihiinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler</b>										
1/7/2020		Faaliyet Bazlı Tüketici Tarifeleri (kr/kWh)					Güç Bedelli Hariç Toplam Tarifeler (kr/kWh)			
İletim Sistemi Kullanıcıları	Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan İletim Sistemi Kullanıcıları	Perakende Tek Zamanlı Enerji Bedeli	Perakende Gündüz Enerji Bedeli	Perakende Puan Enerji Bedeli	Perakende Gece Enerji Bedeli	Dağıtım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
	Tüketici	48,7941	49,4665	81,6195	23,5159	0,0000	48,7941	49,4665	81,6195	23,5159
Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Dağıtım Sistemi Enerji Bedeli	Perakende Tek Zamanlı Enerji Bedeli	Perakende Gündüz Enerji Bedeli	Perakende Puan Enerji Bedeli	Perakende Gece Enerji Bedeli	Dağıtım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
	Tüketici	48,7941	49,4665	81,6195	23,5159	0,0000	48,7941	49,4665	81,6195	23,5159
<b>Orta Gerilim</b>										
<b>Çift Terimli</b>										
Sanayi	49,0737	49,7462	81,8993	23,7956	9,2797	58,3534	59,0259	91,1790	33,0753	
Ticarethane	53,4213	54,0322	89,0225	26,1917	14,4622	67,8835	68,4944	103,4847	40,6539	
Mesken	36,8973	37,6238	64,0837	16,4643	14,3248	51,2221	51,9486	78,4085	30,7891	
<b>Tarimsal Sulama</b>	<b>48,3709</b>	<b>48,9222</b>	<b>80,3889</b>	<b>23,7772</b>	<b>11,9107</b>	<b>60,2816</b>	<b>60,8329</b>	<b>92,2996</b>	<b>35,6879</b>	
<b>Aydınlatma</b>	<b>48,8944</b>				<b>13,8806</b>	<b>62,7750</b>				
<b>Tek Terimli</b>										
Sanayi	48,9238	49,5965	81,7496	23,6458	10,2502	59,1740	59,8467	91,9998	33,8960	
Ticarethane	53,6809	54,2917	89,2822	26,4512	18,0399	71,7208	72,3316	107,3221	44,4911	
Mesken	36,5048	37,2313	63,6910	16,0716	17,6874	54,1922	54,9187	81,3784	33,7590	
<b>Tarimsal Sulama</b>	<b>48,5290</b>	<b>49,0803</b>	<b>80,5470</b>	<b>23,9351</b>	<b>14,8301</b>	<b>63,3591</b>	<b>63,9104</b>	<b>95,3771</b>	<b>38,7652</b>	
<b>Aydınlatma</b>	<b>49,1321</b>				<b>17,3149</b>	<b>66,4470</b>				
<b>Alçak Gerilim</b>										
<b>Tek Terimli</b>										
Sanayi	49,8371	50,5096	82,6627	24,5590	15,8592	65,6963	66,3688	98,5219	40,4182	
Ticarethane	54,2120	54,8228	89,8132	26,9823	21,4926	75,7046	76,3154	111,3058	48,4749	
Mesken	36,2671	36,9937	63,4535	15,8339	21,0205	57,2876	58,0142	84,4740	36,8544	
<b>Şehit Aileleri ve Muharip Malul Gaziler</b>	<b>13,2194</b>				<b>14,2567</b>	<b>27,4761</b>				
<b>Tarimsal Sulama</b>	<b>48,9642</b>	<b>50,4079</b>	<b>80,9823</b>	<b>24,3703</b>	<b>17,6601</b>	<b>66,6243</b>	<b>68,0680</b>	<b>98,6424</b>	<b>42,0304</b>	
<b>Aydınlatma</b>	<b>49,6347</b>				<b>20,5852</b>	<b>70,2199</b>				
<b>Genel Aydınlatma</b>	<b>29,6902</b>				<b>20,5852</b>	<b>50,2754</b>				

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gizem Kunt  
Doğum Yeri : İzmir  
Doğum Tarihi : 15.05.1987

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2011  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 2020  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

#### a) Yayınlar

1) SCI

2) Diğer

Kunt G., Taş İ., 2019. Sulama Suyu Tuzluluğunun Eski ve Yeni İki Sıralı Arpa (Hordeum Vulgare Conv. Distichon) Çeşitlerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 6(2): 216–221, 2019.

### İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Steamlab Sterilization Food A.Ş.,  
Haziran 2011- Aralık 2011  
Kunt Plastik,  
Ocak 2012- ...(devam ediyorum)

### İLETİŞİM

E-posta Adresi : gizemaydinkunt@gmail.com  
ORCID : 0000-0002-3859-6546