

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKSTİL FABRİKALARINDA ENERJİ İHTİYACININ KOJENERASYON
SİSTEMİYLE KARŞILANMASI VE YENİLENEBİLİR KAYNAKLARIN
KULLANIMININ KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ**

KIVANÇ OKTAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semiha ÖZTUNA

EDİRNE-2021

KIVANÇ OKTAY'ın hazırladığı “**TEKSTİL FABRİKALARINDA ENERJİ İHTİYACININ KOJENERASYON SİSTEMİYLE KARŞILANMASI VE YENİLENEBİLİR KAYNAKLARIN KULLANIMININ KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ**” başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında bir **Yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Semiha ÖZTUNA

.....

Doç. Dr. Uğur AKYOL

.....

Dr. Öğr. Üyesi Berrin YILMAZ

.....

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Bu tezin Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Semiha ÖZTUNA

Tez Danışmanı

.....

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

.... / /

Kıvanç OKTAY

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Fabrikalarında Enerji İhtiyacının Kojenerasyon Sistemiyle Karşılanması ve Yenilenebilir Kaynakların Kullanımının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Dünyada ve ülkemizde teknolojinin gelişmesine, nüfusun artmasına ve ekonomik büyümeye bağlı olarak enerji ihtiyacı her geçen yıl artmaktadır. Ülkemiz enerji ihtiyacının büyük bir kısmını diğer ülkelerden karşılamaktadır. Bu sebepten dolayı ülkemiz enerji ihtiyaçlarını özkaynaklardan karşılamalı ve daha verimli kullanmalıdır. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla kojenerasyon sistemleri ve yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerji sistemleri, güneş enerji sistemleri gelişme gösterip kullanımı artmaktadır.

Türkiye’ de enerji tüketiminin % 32,5 miktarı sanayide kullanılmaktadır. Tekstil sektörü bu kullanımda % 6’lık paya sahiptir. Diğer sektörlerle karşılaştırıldığında demir çelik ve çimento sektöründen sonra üçüncü sırada gelmektedir.

Bu çalışmada Edirne ilinde bulunda Kilim Grup Kartaltepe Mensucat Fabrikası T.A.Ş’ nin enerji ihtiyacı olan 4 MW güce sahip Kojenerasyon sistemi, güneş enerji, sistemi, rüzgar enerji sistemi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Karşılaştırma yapılırken yatırım maliyetleri, geri ödeme süreleri hesaplanmış olup fabrikanın elektrik buhar ihtiyacının karşılama oranları belirlenmiştir. İncelenilen kojenerasyon sistemi, rüzgar enerji sistemi ve güneş enerji sisteminde fabrika için uygun olan türler seçilmiştir.

Fabrika enerji ihtiyacını karşılayacak olan 4 MW güce sahip enerji santrali ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Yıl : 2021

Sayfa Sayısı : 114

Anahtar Kelimeler : Kojenerasyon, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, tekstil, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji.

Master's Thesis

Comparison of Energy Requirement in Textile Factories with Cogeneration System and Comparative Analysis of Use of Renewable Resources

Trakya University Institute of Natural Sciences

Mechanical Engineering Department

ABSTRACT

Depending on the development of technology, population growth and economic growth in the world and in our country, the energy need is increasing every year. Our country meets most of its energy needs from other countries. For this reason, our country should meet its energy needs from its own resources and use it more efficiently. In order to meet this need, cogeneration systems and wind energy systems, which are renewable energy sources, and solar energy systems are developing and their use is increasing.

Turkey, is used in the amount of 32.5% of the energy industry. The textile industry has a 6% share in this usage. Compared to other sectors, it ranks third after iron and steel and cement sectors. In this study, the energy requirement of Kilim Group Kartaltepe Textile Factory T.A.Ş in Edirne province, 4 MW cogeneration system, solar energy system, wind energy system were examined comparatively. While making a comparison, investment costs and payback periods were calculated and the ratio of meeting the electricity steam need of the factory was determined. In the examined cogeneration system, wind energy system and solar energy system, the types suitable for the factory were selected.

Suggestions have been made regarding the power plant with a power of 4 MW, which will meet the energy needs of the factory.

Year : 2021

Number of Pages : 114

Keywords : Cogeneration, solar energy, wind energy, textile, energy efficiency, renewable energy



ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında değerli vaktini ayıran ve beni her konuda yönlendiren danışman hocam Prof. Dr Semiha ÖZTUNA' ya teşekkür ederim. Mesleki gelişimimde ve uygulamalı eğitimimde katkılarından dolayı makine enerji müdürü Türker KARTAL' a teşekkür ederim. Eğitimim konusunda desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen Kilim Grup Kartaltepe Mensucat T.A.Ş müdürü Nadir KARTAL' a teşekkür ederim. Son olarak tezimin hazırlanma aşamasında her zaman, her konuda sonsuz güvenini ve desteğini hissettiğim sevgili babam Turhan OKTAY' a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	viii
SİMGELER DİZİNİ.....	xii
KISALTMALAR	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
BÖLÜM 3 ENERJİ	9
3.1. Enerjinin Tanımı	9
3.2. Enerjinin Önemi	9
3.3. Enerji Verimliliği	10
3.4. Enerji Yoğunluğu	11
3.5. Türkiye’de Enerji Kaynakları.....	12
3.6. Türkiye’de Endüstriyel Enerji Tüketim Dağılımı	13
3.7. Türkiye’de Enerji Yoğunluğu	15
BÖLÜM 4 TÜRKİYE’DE TEKSTİL SANAYİNİN DURUMU VE ENERJİ ANALİZİ 17	
4.1. Türkiye ‘de Tekstil Sanayinin Durumu.....	17
4.2. Tekstil Sanayinde Enerji Tüketimi.....	18
4.3. Tekstil Sektöründe Enerji Verimliliği	19

BÖLÜM 5 KOJENERASYON SİSTEMLERİ.....	20
5.1. Kojenerasyon Sistemi.....	20
5.2. Kojenerasyon Sistemlerinin Çalışma Prensipleri	21
5.3.Kojenerasyon Sistem Türleri.....	23
5.3.1. Gaz Türbinli Kojenerasyon Sistemleri.....	23
5.3.2. Buhar Türbinli Kojenerasyon Sistemleri.....	27
5.3.3. Gaz Motorlu Kojenerasyon Sistemleri.....	28
BÖLÜM 6 GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİ	30
6.1. Güneş Enerjisi Tanımı Ve Analizi	30
6.2. Dünyada Güneş Enerjisinin Durumu	31
6.3. Ülkemizdeki Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	33
6.4. Edirne İli Güneş Enerjisi Potansiyeli	35
BÖLÜM 7 RÜZGAR ENERJİSİ	38
7.1. Rüzgar Enerjisi Tanımı Ve Analizi.....	38
7.2. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Görünümü.....	39
7.3. Rüzgar Türbinlerinin Üretim Yöntemi.....	41
7.4. Rüzgar Türbinli Sistemlerinde Güç ve Enerji Hesabı	43
7.5. Rüzgar Türbinlerinin Yapısı Ve Çeşitleri	44
BÖLÜM 8 KILIM GRUBU KARTALTEPE MENSUCAT FABRİKASI T.A.Ş ENERJİ ANALİZİ	46
8.1. Kilim Grubu	46
8.2. Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat Fabrikası Enerji Akış Şeması	47
8.3. Kojenerasyon Santrali Mali Hesaplamalar.....	54
8.4. Güneş Enerjisi Mali Hesaplamalar.....	59
8.4.1. Kilim Group Kartaltepe Fabrikası Pvsyst Programıyla Analizi.....	60

8.4.2. Güneş Enerji Santrali Fizibilitesi	66
8.5. Rüzgar Enerjisi Mali Hesaplamalar	68
BÖLÜM 9 KOJENERASYON, RÜZGAR VE GÜNEŞ ENERJİSİNİN KARŞILAŞTIRMASI.....	76
BÖLÜM 10 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	80
KAYNAKLAR.....	82
EKLER	92
ÖZGEÇMİŞ	96



SİMGELER DİZİNİ

ρ_A	Sıcaklığa bağlı hava yoğunluğu
ρ_T	Rakıma bağlı hava yoğunluğu
u_{ref}	Referans noktası yüksekliğinde ölçülen rüzgâr hızı
A	Rotor süpürme alanı;
c	Işık hızı
Cp	Güç faktörü
Eo	Güneş sabiti
fg	Güneş sabiti düzeltme faktörü
g	Gün sayısı
H	Atmosfer basıncı
k	Şekil parametresi
Kj	Kilojoule
kW	Kilowatt
MW	Megawatt
n	Yavaşlatma faktörü
P	Rakıma bağlı hava basıncı
R	İdeal gaz sabiti
rg	Güneş ile dünya arasındaki uzaklık
T	Ortam sıcaklığı ve havanın moleküler ağırlığı
V	Hız
α	Prüzlülük ve sürtünme katsayısı

θ	Kanat açısı
λ	Kanat ucundaki hız oranı



KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika birleşik Devletleri
AEP	Annual Energy Production
AOE	Annual Operating Expenses
ASTM	American Society Of Testing Materi Materials
ASTM	American Society Of Testing Materials
BEM	Birim Enerji Maliyeti
EİE	Elektrik İşleri Etüt İbaresi Genel Müdürlüğü
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
ETKB	Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı
GEPA	Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GES	Güneş Enerji Sistemi
GSYİH	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
ICC	Initial Capital Cost
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
KEP	Kişi Başı Enerji Tüketimi
KF	Kapasite Faktörü
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
OECD	Ekonomik kalkınma İş Birliği Örgütü
RTS	Rüzgar Türbin Santreli
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel Ve Teknik Araştırma Kurumu

USİAD

United States Agency for International Development

GES

Güneş Enerji Sistemi

RES

Rüzgar Enerji Sistemi



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Enerji arz, üretim, ithalat ve ihracatının gelişimi	13
Çizelge 3.2. Çeşitli bölgelerdeki kişi başına enerji tüketimleri ve enerji yoğunluğu	16
Çizelge 6.1. Türkiye aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli	33
Çizelge 6.2. Yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı	35
Çizelge 8.1. İşletme içinde makinalarda kullanılan buhar oranı	48
Çizelge 8.2. Bölümlerin buhar maliyeti	49
Çizelge 8.3. Bölümlere ait elektrik maliyeti	51
Çizelge 8.4. Mevcut durumdaki buhar kazanı analizi	54
Çizelge 8.5. Kojenerasyon türbin değerleri	55
Çizelge 8.6. Buhar kazanı ve turbin bilgileri	56
Çizelge 8.7. Kojenerasyon fizibilite hesabı	59
Çizelge 8.8. 2018 yılı aylara göre tüketilen elektrik miktarı	67
Çizelge 8.8. Güneş enerji santrali içeriği	65
Çizelge 8.9. Güneş enerji santrali fizibilitesi	66
Çizelge 8.10. Gamasa G128-4,5 MW teknik özellikleri	78
Çizelge 8.11 Rüzgar türbin santrali fizibilitesi	76
Çizelge 10.1. Kojenerasyon, GES ve RES sistemlerinin karşılaştırılması	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 2009 ve 2019 yılları için birincil enerji kaynaklarına göre Türkiye kurulu gücü	2
Şekil 1.2. Yenilenebilir kurulu gücün toplam kurulu güçteki payı	2
Şekil 3.1. Türkiye 'de sanayide tüketilen nihai enerjinin sektörel dağılımı	14
Şekil 3.2. Türkiye'de nihai enerji tüketim oranları	14
Şekil 4.1. Tekstil sektörünün üretim basamaklarında kullanılan enerji türleri ve kaynakları	18
Şekil 5.1 Kojenerasyon sistemi şematik gösterimi	20
Şekil 5.2. Kojenerasyon ile ayrık enerji üretiminin karşılaştırılması	21
Şekil 5.3. Kojenerasyon şeması	22
Şekil 5.4. Gaz türbinli basit çevrimli kojenerasyon sistemi	23
Şekil 5.5. Gaz türbini sistem şeması	24
Şekil 5.6. Karşı basınçlı buhar türbini	27
Şekil 5.7. Ara buhar almalı türbin	27
Şekil 5.8. Gaz motorlu kojenerasyon santrali	29
Şekil 6.1. Dünya güneş enerjisi haritası	32
Şekil 6.2. Yıllara göre Dünya'da GES kurulu güç değişimi	32
Şekil 6.3. Türkiye güneş enerjisi potansiyeli atlası	34
Şekil 6.4. Edirne ili güneş enerjisi potansiyeli	36
Şekil 6.5. Edirne güneşlenme süreleri	36
Şekil 6.6. Edirne global radyasyon değerleri (kwh/m ² – gün)	37

Şekil 7.1. Türkiye rüzgar enerji atlası	40
Şekil 7.2. Türbin çevresindeki hava hareketleri	42
Şekil 7.3. Yavaşlatma faktörünün değişimi	42
Şekil 7.4. Yatay ve düşey eksenli rüzgar türbini	45
Şekil 7.5. Yatay eksenli rüzgar türbinlerinin iç yapısı	45
Şekil 8.1. Fabrika enerji maliyetleri	47
Şekil 8.2. Fabrikanın buhar için enerji akışı	47
Şekil 8.3. Fabrikanın elektrik için enerji akışı	49
Şekil 8.4. Kojenerasyon sistemi ısı balans diyagramı	57
Şekil 8.5. Enerji maliyet analizi	60
Şekil 8.6. Pvsyst programında girdi verileri	62
Şekil 8.7. Pvsyst programında aylara göre enerji üretimi	63
Şekil 8.8. Güneş enerji santralinin kurulum alanı	64
Şekil 8.9. Pvsyst programında sistem çıkış gücü dağılımı ve günlük giriş çıkış diyagramı	65
Şekil 8.10. Güneş enerji sistemi kayıpları	66
Şekil 8.11. Fabrika konumunda ortalama rüzgar hızı	70
Şekil 8.12. Rüzgar enerjisi grafiği (W/m^2)	70
Şekil 8.13. Rüzgar gülü frekansı	71
Şekil 8.14. Rüzgar hızına bağlı olarak elde edilen enerji	71
Şekil 8.15. Rüzgar türbini fiyat-güç eğrisi	72
Şekil 8.16. Rüzgar hızına bağlı olarak güç üretimi	73
Şekil 8.17. Gamasa G128-45 türbini güç eğrisi (Gemasa)	75
Şekil 9.1. 4 MW güneş, rüzgar ve kojenerasyon enerji sistemlerinin yatırım maliyeti..	78
Şekil 9.2. 4 MW kojenerasyon, GES ve RES sistemlerinin karşılaştırılması	82

BÖLÜM 1

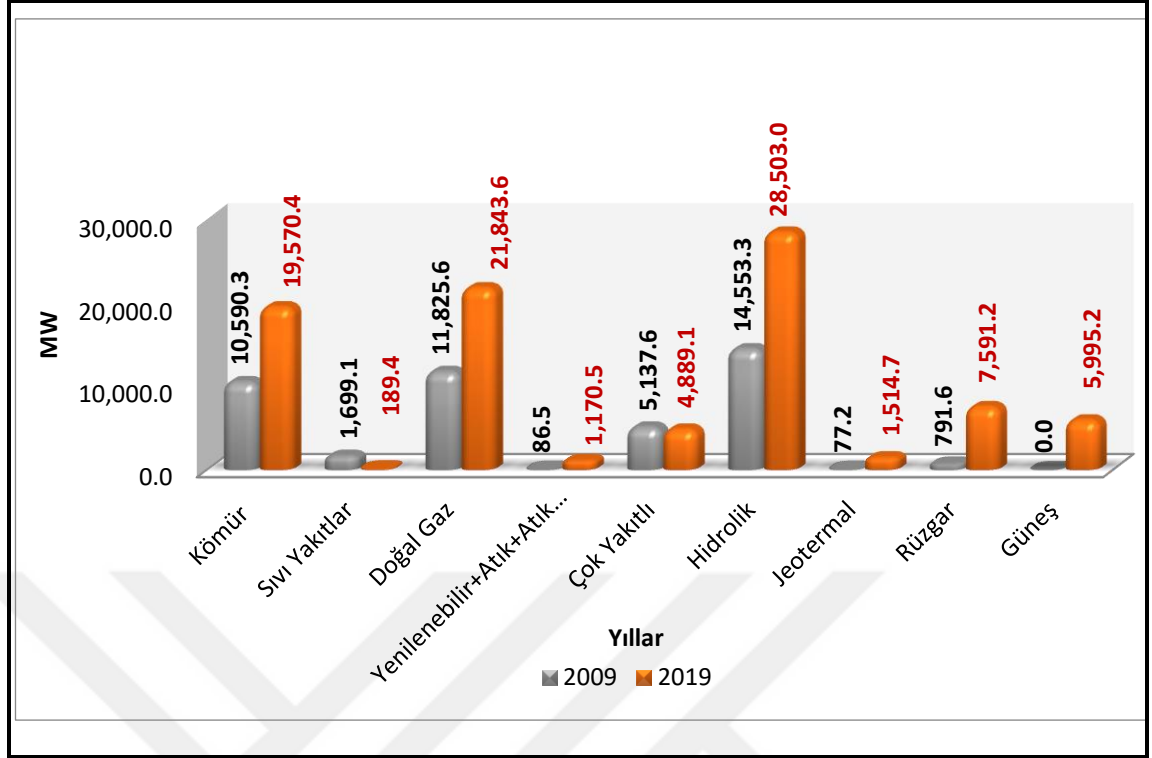
GİRİŞ

Yükselen enerji maliyetleri sebebiyle bütün sanayi sektörlerinde olduğu gibi tekstil sanayisinde de enerji verimliliği en çok dikkat edilen konulardan biri olmuştur. Enerji fiyatlarında sürekli artış göstermesi ve doğal enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde azalması her alanda enerjinin verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir (Şenel, Koç, 2013).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)'na bağlı bir kamu kuruluşu olan Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından sanayi alanında enerji yönetimi uygulamaları yapılmaktadır. 1995 yılında “Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik” çıkarılmıştır. Bu Yönetmelik yıllık toplam 2000 Ton Eşdeğer Petrole (TEP) eşit ve bundan büyük enerji tüketimi olan sanayi sektöründeki enerji verimliliğinin arttırılması için gerekli düzenlemeleri içermektedir. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğinin arttırılmasını düzenleyen kanundur.

Teknolojinin gelişmesi, nüfusun artması ve ülke ekonomilerinin büyümesi enerjiye olan talebi artırmaktadır. Gelecekte bu talebin artarak devam edeceği öngörülmektedir. Öte yandan enerjideki bu talebi karşılayacak üretim aynı hızda olamamaktadır.

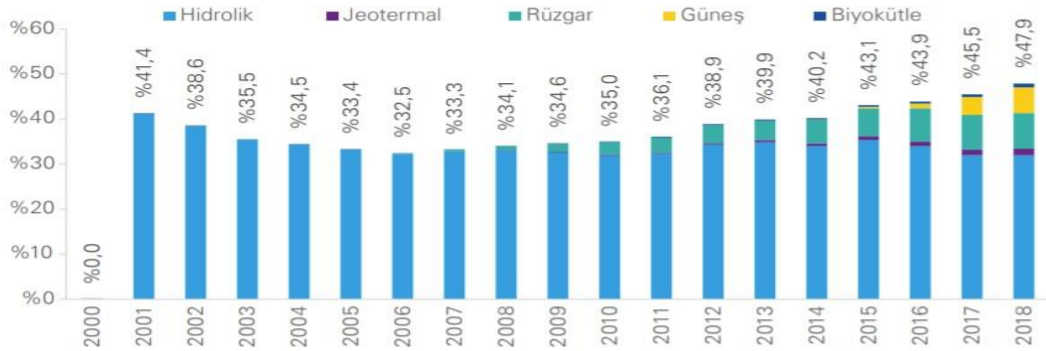
Türkiye’de birincil enerji kaynaklarına göre kurulu güç yıllar geçtikçe artmaktadır. Şekil 1.1.’de 2009 ve 2019 yılları için birincil enerji kaynaklarına göre Türkiye kurulu gücü gösterilmiştir.



Şekil 1.1. 2009 ve 2019 yılları için birincil enerji kaynaklarına göre Türkiye kurulu gücü (TEİAŞ 2020)

Artan enerji ihtiyacı sonucu olarak ülkemizde yenilenebilir enerjinin payı yükselmektedir. Şekil 1.2.'de yenilenebilir kurulu gücün toplam kurulu güçteki payını gösterilmiştir.

Yenilenebilir kurulu gücün toplam içindeki payı



Şekil 1.2. Yenilenebilir kurulu gücün toplam kurulu güçteki payı (TEİAŞ 2020)

Türkiye’ de tekstil sanayisi enerji tüketim bakımından demir çelik sanayi ve çimento sanayinden sonra % 6’lık payla 3. sırada gelmektedir (ETKB 2012). Enerji tüketimi yüksek olan bu sektörde enerji verimli bir şekilde kullanılmalıdır. Verimi yüksek kojenerasyon sistemleri, güneş enerji sistemleri (GES), rüzgar enerji sistemleri (RES) yatırımları doğru bir şekilde tespit edilip uygulanmalıdır.



BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

Kojenerasyon sistemlerinin literatör özeti şöyledir;

Hem ısı hem elektrik üretmek amacıyla geliştirilen dünyada ve ülkemizde kullanılan ısı güç sistemlerine kojenerasyon denilmektedir. Kojenerasyon teknolojisinin, basit şekilde ilk olarak 20.yy'da görülmektedir. Fakat yakıt fiyatlarının düşük olduğu dönemlerde bu teknolojiden vazgeçilmiştir. 1973-1979 yılları arasında petrol krizlerinin meydana gelmesiyle birlikte yeniden geliştirilerek uygulanmaya başlanmıştır.

Kojenerasyon sistemleri, 20.yy'dan itibaren yerleşim yerlerine konularak ısıtma amacıyla da kullanılmıştır. Böylelikle işyerleri konutlar üretimde proses ısıtmalarında kullanılmıştır. 1940' yıllara gelindiğinde yakıt fiyatları düşmüş olup bu sistemlerin önemi azalmıştır. Fakat 1970'li yıllara gelindiğinde yakıt fiyatlarının çok hızla yükselmesiyle birlikte bölge ısıtmada önemi artmıştır. Kojenerasyon sistemleri ekonomik olarak bakıldığında çekici hale gelmiştir. Bununla birlikte son yıllarda bu santrallerin kurulması hız kazanmıştır.

Kojenerasyon, merkezi ısıtma sistemleri daha çok kullanıldığı ülkelerde hızlı bir şekilde kullanılma ve gelişme ortamı bulmuştur. Bu ülkeler kojenerasyon sistemleri üzerinde yatırımını artırmıştır. Amerika Birleşik Devletinde (ABD) yüksek binalar yapıldığı için ısıtmada sıcak su kullanılmamış olup bunun yerine alçak basınçlı buhar kullanılmıştır. Kojenerasyon sistemlerinin kullanılmasının sebeplerinden biride yaz aylarında klima sistemlerinde kullanılmak için buhara ihtiyaç vardır. Bu sebepten dolayı birleşik ısı – güç üreten merkezlerin enerji verimi tek sistemlere göre yüksek olmaktadır. Bulduğumuz yüzyılın sonuna kadar Amerika Birleşik Devleti' nde elektriğin %15'inin bileşik - kojenerasyon sistemlerinden elde edilmesi beklenmektedir.

Fransa'nın başkenti olan Paris'te Fransızlar ilk bölgesel ısıtma tesisini kurmuşlardır. Bu tesis hem bileşik ısı güç sistemi hem de çöp yakarak buhar oluşturmak amacıyla yapıldı. Yapılan yeniliklerle sürekli geliştirilmiştir.

Almanya 1930 yılından sonra bölge ısıtma ve bileşik ısı güç üretimine başlamıştır. Merkezde özellikle çöp yakabilen büyük kazanlar kullanılarak enerji elde edilmiştir. İskandinav ülkeleri kojenerasyon sistemleri gelişmesi konusunda oldukça iyi durumdadırlar. Danimarka, Finlandiya, İsveç, ve Norveç'te binaların yaklaşık olarak % 30-80'i bu sistemleri kullanmakta olup ısıtma merkezleri bileşik ısı güç üretmek amacıyla düzenlenmiştir (Narter, 1996).

Aikins (1995) çalışmasında gaz türbinli bir sistem üzerinde inceleme yapmıştır. 6,24 Mw termik santral ve 3.5 Mw elektrik gücündeki tesisin elektriksel mali analizi yapmıştır.

Darbentli (1996) çalışmasında kojenerasyon sistemi seçimi için kullanılacak verileri incelemiş, ekonomik ve termodinamik analizi, bileşik ısı güç uygunluğu yıllık giderle ve yıllık gelirle kıyaslayarak hesaplanacağını söylemiştir. Ayrıca yakıt maliyeti ve faiz düşükçe pozitifliğin artacağını söylemiştir.

Riad ve Michel (1998) çalışmalarında kojenerasyon sisteminde elektrik enerjisi ve termal enerji maliyetlerini hesaplamıştır. Bu hesaplarla termo ekonomik analizleri kıyaslamıştır.

Bidiniv (1999) çalışmasında Perugia Üniversitesi'nde bulunan 1 MW gücünde Cater Piller 3516 doğalgazlı motorda performansını değerlendirmiş olup kojenerasyon sisteminin teknik ve ekonomik verimin iyi olduğunu görmüştür. Ayrıca çevre dostu olduğunu belirtmiştir.

Guarinello (2000) çalışmasında bir gaz türbinli kojenerasyon sisteminin termodinamik değerlendirmesi isimli makalesinde endüstriyel bir bölgenin hem elektrik hem ısı ihtiyacını karşılaması için buharlı kojenerasyon sisteminde termodinamik uygulamalar yapmıştır.

Kıncay ve Yumurtacı (2006) çalışmalarında Yıldız Teknik Üniversitesi Davut Paşa yerleşkesinde tüketilen elektrik ve ısı gücünü hesaplayıp buna en uygun kojenerasyon sisteminin analizini yapmışlardır.

Ehyaey ve Bahadori (2007) alışmalarında Ahvaz, Tahran, Hamedan şehirlerinde bulunan konutların ısıtma, soğutma, sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla mikro türbinleri araştırmıştır.

Ekinci (2013) alışmasında, Erzurum Kampüs Hastanesi için trijenerasyon sisteminin uygulanabilirliğini araştırmış ve inşa edilebilirliğinin ekonamik analizini yapmıştır.

gl ve Elibüyük (2015) alışmasında Süleyman Demirel niversitesi için trijenerasyon sisteminin uygulanabilirliği hakkında bir araştırma yapmışlardır.

Sevinhan ve Dinçer (2018), üç ayrı trijenerasyon sistemi için karşılaştırmalı olarak incelemiştir.

Bütün yapılan bu çalışmalar sonucunda; kojenerasyon sistemleri gelişme göstermiş olup bölgesel ısıtmada ayrıca kkk çaplı alanlarda kullanılmıştır. Kojenerasyon sisteminin amaçlarından biri bireysel konutlarda kullanmaktır.

Güneş enerjisinin literatr zeti şoyledir;

Kahraman (2010), güneş enerjisi ile elektrik üretimi konusunda genel prensipler araştırılmış ve güneş enerjisinin önemini anlatmıştır.

aylıoğlu (2011), çalışmasında tasarım ve imalatı gerçekleştirilen ısı borulu güneş kolektörlerinde R134a, R22 ve metanol çalışma akışkanları ve farklı fitil yapıları değerlendirmiştir.

Öztürk (2012), çalışmasında monokristal ve polikristal güneş pili modüllerinin, Erzincan şartlarında Enerji İşleri Etüt İdaresi verilerine göre güneşlenme bakımından verimin en düşük olduğu Ocak ayı ve verimin en fazla olduğu Temmuz ayı dikkate alınarak ölçümleri yapılmış ve bu modüllerin performansları birim yüzeylerinde ürettikleri g miktarı açısından kıyaslamıştır.

Sak (2015), çalışmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş ve rüzgâr enerji kaynaklarının Niğe ilinde potansiyelleri ve uygulanabilirlikleri ile çevresel ve ekonomik katkılarını incelemiştir.

Çiftçi (2016), çalışmasında kurulu gücü 1 MW'ın altında olan güneş santrallerinin güç ve maliyet analizlerinin nasıl yapıldığı açıklanarak örmek bir sistemde farklı cins paneller kullanılması durumundaki sonuçlarını incelemiştir.

Yakut (2017), çalışmasında Ispartada kurulu bir tesisin enerjisinin temiz, sağlıklı, kullanışlı ve ekonomik bir enerji kaynağı olan Güneş'ten, fotovoltaik ilkeye göre çalışan paneller ile tesisin ihtiyaç duyduğu enerji Güneş'ten karşılanması amaçlanmış olup ekonomik analizini yapmıştır.

Pamukçu (2018), çalışmasında Türkiye'deki tüm illere ait panel yüzey sıcaklıkları son otuz beş yıllık radyasyon değerlerinden yola çıkılarak detaylı bir biçimde hesaplamıştır.

Özcan (2019), çalışmasında Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik fotovoltaik sistem uygulaması ve yatırım analizi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Rüzgar enerjisinin literatür özeti şöyledir;

Topcan (2011), çalışmasında Türkiye'deki rüzgar türbini üretim sanayisine katkıda bulunması umularak hazırlanan tezde 600 KW gücünde, Hollanda Vestas tipi dişli çark mekanizmalı bir rüzgâr türbindeki mekanik tasarımı için hesaplamalar ve analizler yapmıştır.

Keleş (2012), çalışmasında rüzgar türbinlerinde kullanılan kanatlar ve kanatların aerodinamik yapısı hakkında bilgiler verilmiş ve rüzgar enerjisi ile ilgili denklemler ifade etmiştir.

Taşkın (2013), çalışmasında Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) verilerini kullanarak ve RETScreen programı ile kurulabilecek rüzgar santralinin fiziksel ve ekonomik analizini yapmıştır.

Büyükçolpan (2015) çalışmasında çelik sac malzemeden imal edilmiş, 54,55 m yüksekliğe sahip kesik koni şekilli rüzgar türbini kulesine etkiyen statik yükler, DIN 1055-4 ve IEC 61400-1 standartlarında belirlenen yaklaşımlara göre ayrı ayrı hesaplamıştır.

Seri (2016), çalışmasında Ansys Workbench kullanılarak elde edilen maksimum basınç değeri için hem kompozit malzeme için hemde alüminyum alaşım için kanat yapısında meydana gelen gerilme ve toplam deformasyon miktarlarını bulmuştur.

Kahraman (2018), çalışmasında Kütahya bölgesinde seçilen lokasyonda yenilenebilir enerji potansiyellerinin tekno-ekonomik analizini yapmıştır. Türkiye yenilenebilir enerji potansiyelleri ve kullanımı incelemiş, güneş ve rüzgar enerji potansiyelleri Kütahya ili için detaylı ele alınmış ve iki ayrı finansman senaryosu içerisinde muhtemel santral fizibilitelerini yapmıştır.

Bekar (2020), çalışmasında yenilenebilir enerji yatırımlarından biri olan rüzgar enerjisi yatırımları için karar alma sürecini desteklemek için bir çerçeve oluşturmaktır. Bu amaçla, yatırımcıların kararlarını etkileyen ana kriterler, kapsamlı bir literatür araştırması ve sektör uygulamasının araştırılmasına dayanarak belirlemiştir.

BÖLÜM 3

ENERJİ

3.1. Enerjinin Tanımı

Enerjiyi en kısa şekilde iş yapabilme yeteneği olarak tanımlayabiliriz. Enerji skaler bir büyüklüktür. Yani sayı ve birim kullanılır. Toplamda 8 ana enerji çeşidi vardır. Bunlar kinetik, potansiyel, ışık, ısı, kimyasal, elektrik, ses ve nükleer enerjisidir. Termodinamiğin birinci kanunda söylediği gibi enerji yoktan var edilemez var olan enerji yok edilemez. Toplam enerjideki değişim, yapılan iş ve ısıyla birlikte dengelenir.

3.2. Enerjinin Önemi

Enerji, bir toplumun kalkınmasında ilerlemesinde ve ekonomik değer kazanmasında çok değerli bir kaynaktır. Enerjinin sürekli, emniyetli, kalitesi yüksek ve doğa sorunlarını önemseyen bir biçimde elde edilmesi, insanların yaşam kalitesini ve refah sınırlarını daha yukarıya taşıyacaktır. Ülkeler maddi olarak büyümeleri için devamlı olarak üretim yapmalıdır. Bundan dolayı, üretimin en mühim parçası olan enerji, devamlı sağlanmalı ve hesaplı olmalıdır (Akkoyunlu, 2006). Enerji harcamasının en büyük kısmı, fosil yakıt olarak isimlendirilen (kömür, petrol, doğalgaz vb.) kaynaklar tarafından karşılanmaktadır. Ekonomik kalkınma ve büyüme için enerjiye ihtiyaç duyulması, fosil kaynakların rezervlerinin miktarının sınırlı olması ve bu kaynakların ülkeler arasında homojen dağılmaması nedeniyle enerjiyi, enerji talep güvenliği konusunda çok önemli bir etkene dönüşmüştür (Akar, 2000). Bugün dünyada enerji kaynaklarına baktığımızda, çoğunluk olarak fosil yakıt kullanılır. Lakin, fosil yakıtların stokları biteceğini ve bazı kesintiler olacağını bilen milletler, enerji tasarrufu, enerji

verimliliği ve alternatif enerji planlarına önemli ölçüde para harcayarak, enerjide çeşit artırmaya gitmektedirler (Özcan, 2005).

Ekonomilerini ve ticaretini rekabet ortamına sokan ülkeler maliyetlerini düşürmeye yönelik arayış içindedirler. Çünkü o malın satışını maliyetler direkt etkilemektedir. Ülkelerin ürettiği mallardaki rekabet artıkça satılan ürünlerdeki kar marjı düşmektedir. Ülkeler arasında rekabet edilebilmesi için üretim maliyetleri çok önemlidir. Üretim maliyetleri ne kadar düşerse kar miktarı artacaktır. Ülke endüstrisi açısından bir ülkenin yarışma kabiliyeti, sanayinin en önemli girdisi olan enerjinin, kolay ve ucuz elde edilebilmesi ile belirlenmektedir. Enerji maliyetinin üretim maliyetlerine direkt etkisi olup, enerji maliyetleri ne kadar düşük olursa ülkelerin karlılık oranları buna bağlı artacak ve ekonomide hızlı bir gelişim gösterecektir.

3.3. Enerji Verimliliği

Enerjiyi verimli kullanılmak denildiğinde ilk olarak gereksiz enerji kullanımının önüne geçmek akla gelmektedir. Enerji verimliliği, gereksiz olarak kullanılan enerjinin kullanımının önüne geçilmesi değil, bir işi yapabilmek için daha az miktarda enerji kullanılmasıdır. Kısacası enerji verimliliği aslında aynı miktar enerji ile daha çok iş yapmak olarak tanımlanabilir.

Gün geçtikçe artan teknolojik gelişmeler ve fosil yakıt tüketiminin artması nedeni ile sınırlı miktarda bulunan rezervlerin azalmasının ilerleyen zamanlarda büyük sıkıntılara yol açacağı ön görülmektedir. CO₂ emisyonunun artmasına bağlı küresel ısınmada artış meydana gelmektedir. Bu noktada enerji verimliliği ön plana çıkmaktadır. Enerji verimliliği uygulamaları sayesinde fosil yakıt rezervlerindeki azalma hızının önüne geçilebilir, küresel ısınmaya karşı önlem alınmış olunabilir ve enerji konusunda dışa bağımlı ülkelerin dışa bağımlılığının azalması sağlanabilir.

Günümüzde ticari firmalar enerji verimliliği adına birçok çalışma yapmaktadır. Enerji verimliliği ülkemizde ne yazık ki henüz istenilen konumda değildir. Bir birim ürün elde etmek için harcanılan enerjiyi düşürmek için çok ciddi mühendislik gerektiren çalışmalar yapılmalıdır. Ülkemizin kalkınmasında enerji verimliliği direkt etken olmaktadır. Atık ısılarla doğaya atılan enerjinin önüne geçilmeli, daha verimli motorlar kullanılmalı ve yapılan iş sabit tutularak harcanan enerji düşürmeye yönelik çalışmalar

yapılmalıdır. Ülke olarak enerji verimliliği konusunda bir kültür oluşturulmalıdır. Bu kültür sayesinde diğer ülkeler ile ticaretle rekabet gücümüz artıp ülke ekonomisinin zenginleşmesine katkı sağlamada ne kadar önemli olduğunun anlaşılması lazımdır.

Enerji verimliliğinin daha hızlı gelişmesi için enerji verimliliğine direkt katkı yapacak ürünler yerli üretim yapılarak yatırım maliyetleri azaltılmalıdır. Böylece işletme sahipleri amorti sürelerinin kısalmasıyla enerji verimliliği adına daha fazla yatırım yapabilirler.

3.4. Enerji Yoğunluğu

Enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin en önemli göstergelerinden olup, tüm dünya ülkeleri tarafından kabul edilen enerji tüketiminin ekonomik değerlere (GSYİH, Katma Değer vb.) oranıdır. Birincil enerji tüketiminin Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) oranına göre hesaplanan yoğunluk; birincil enerji yoğunluğu, nihai enerji tüketiminin GSYİH oranına göre hesaplanan yoğunluk; nihai enerji yoğunluğu olarak adlandırılmaktadır.

Enerji yoğunluğunun düşük olması birim ürün üretmek için kullanılan enerji miktarının düşük olduğunu ve bize enerjinin ne kadar verimli olarak kullanıldığını gösterir. Enerji yoğunluğu ekonomik çıktı olarak bakılabilir, enerji verimliliğindeki artışlar veya azalmalar, enerji yakıt oranının değişmelerin tümünü ifade etmektedir. Enerji verimliliğinin karşılaştırılmasında ve izlenmesinde yaygın olarak enerji yoğunluğu kullanılmaktadır (Arkun, 2003).

Enerji yoğunluğunun farklılık göstermesi; enerji harcamalarındaki gelişme ve değişmeye, GSYİH’da, enerji verimliliğinde ve teknolojide meydana gelen olumsuz veya olumlu gelişmelere bağlı değişkenlik gösterir. Enerji verimliliğinin artırılması amacıyla tasarruf yapılması, enerji yoğunluk miktarını düşürürken, lüks, konfor ve gösteriş nedeniyle yaşam standartlarını yukarıya çekmek amacıyla enerji tüketiminin artış göstermesi enerji yoğunluğunu arttıracaktır.

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi enerji tarafından iki şekilde gösterilebilir. Birincisi kişi başına enerji harcamasının ne kadar yüksek olması, ikincisi ise enerji yoğunluğunun ne kadar düşük olmasıdır. Enerji tüketimi kişi başı ne kadar yüksek ise o ülkede ekonomik faaliyetlerin o kadar yüksek olduğunu işaret eder. Enerji

yoğunluğunun az olması ise, aynı miktar enerji ile daha yüksek ürün çıktısı elde edilmesi veya aynı ürün çıktı düzeyini, daha düşük enerji harcayarak elde edildiğinin göstergesidir. Bu belirtilen konularla birlikte bir ülkenin enerji açısından istenilen seviyede olması için enerji yoğunluğu düşük, kişi başına tüketilen enerji miktarının fazla olması gerekmektedir.

Günümüzde dünyaya baktığımız zaman enerji yoğunluğunu düşürmek için çok çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Ticaret savaşlarının olduğu dünyada rekabet edebilmek için aynı enerji miktarıyla daha çok çıktı alınarak maliyetlerin düşmesi amaçlanmaktadır. Bu yüzden sağlam adımlarla ilerleyen ülkeler enerji yoğunluğunu geri kalmış olan ülkelere daha düşüktür.

3.5. Türkiye’de Enerji Kaynakları

Türkiye’de enerji kaynaklarının az olması ve üretim rezervlerinin de toplam enerji üretim kapasitesinin, toplam enerji ihtiyacını karşılayamamasından dolayı enerji açığı ortaya çıkmaktadır. Bu açık ne yazık ki enerji rezervleri yüksek olan ülkeler tarafından karşılanmaktadır. Türkiye, büyüme yolunda bir ülke olduğundan dolayı nüfus artışı göstermektedir. Nüfustaki artış ve büyüme enerji ihtiyacını sürekli arttırmaktadır. Fakat enerji üretimi aynı oranda artmamaktadır. Bu sebepten dolayı enerji üretimi ile tüketimi arasındaki makas giderek artmaktadır (USİAD, 2004).

1990 yılında yurt içi ihtiyacın yerli üretimle karşılanma oranı, %48, 1995 yılında %42 oranında, 2000 yılında %33 oranında, 2006 yılında ise %26,9 seviyesinde gittikçe azalma yönünde eğilim göstermiştir. Yerli üretimin ihtiyacı karşılama oranı 1990-2006 yılları arasında hızla azalmış ve 2006 yılında ülkemiz, tükettiği enerjinin %70’den daha fazla bir bölümünü yurt dışından alma durumuna gelmiştir. Enerji üretiminin, yurtiçi ihtiyacını karşılayamayan enerji kaynaklarından büyük bir bölümü, sürekli dışarıdan alınan ham petrol ithalatına ek olarak, 1973 yılından sonra taşkömürü, 1975 yılından sonra elektrik enerjisi ve 1987 yılından sonra doğalgaz ithal edilmesi suretiyle karşılanmaya çalışılmıştır (Laçiner, 2006). Çizelge 3.1.’de enerji arz, üretim, ithalat ve ihracat gelişimi gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Enerji arz, üretim, ithalat ve ihracatının gelişimi (EİGM/ETKB Genel Enerji Denge Tabloları, 2016)

1990-2016 Türkiye Toplam B. Enerji Arzı, Üretimi, İthalat, İhracatı (mtep) ve Üretim/T. Arz (%) Değişimleri							
	1990	2000	2010	2015	2016	2000-2016 Artışı (%)	1990-2016 Artışı (%)
T. B. Enerji Arzı	52	79	106	129	136	72	160
T. B. E. Üretimi	25	26	32	31	35	34	41
T. B. E. İthalatı	31	55	85	113	113	105	269
T. B. E. İhracatı	2,1	1,6	8	8	7,3	358	245
E. Üretimi / T.E. (%)*	48	33	30	24	26	-7	-22

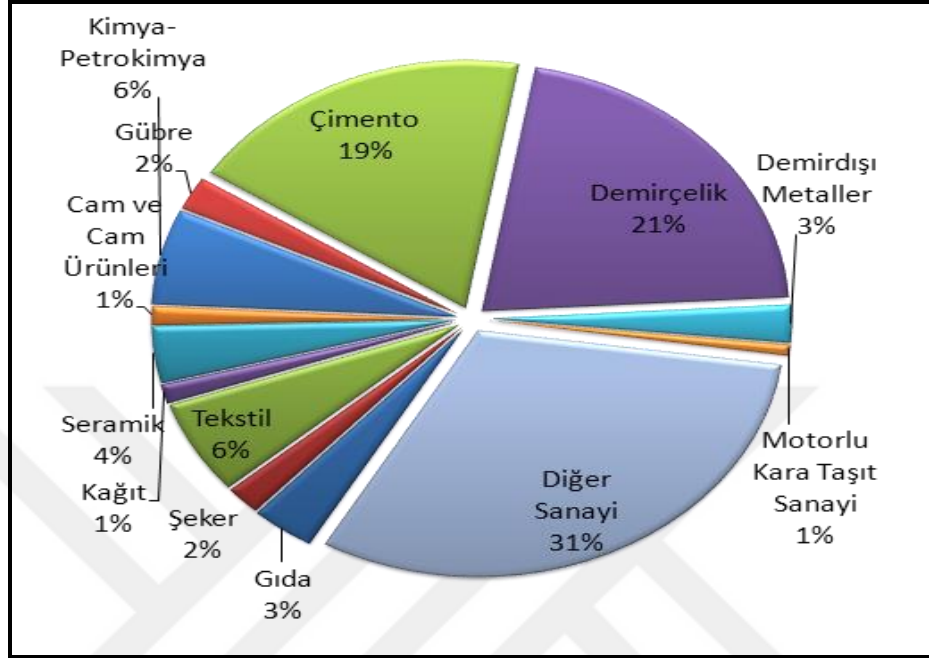
Fosil yakıtların tüketimi için yurt dışından satın alma gerçekleştirme olup buna bağlı olarak dış borçlanma artmaktadır. Dışarıdan alınan doğalgazla elektrik üretimi yapılmakta olup elektrik fiyatlarında da artış görülmektedir. Bununla beraber petrol fiyatları artış göstermiş olup, sanayide enerji maliyetleri çok büyük bir girdi kalemi olup artan enerji maliyeti ve bununla birlikte diğer ülkelerle rekabet etme gücünü giderek azaltmaktadır (Kılıç, 2005)

Türkiye enerji kaynakları bakımında dışa bağımlı olduğu için enerji maliyeti yüksektir. Bu sebepten dolayı diğer ülkelerle rekabet etme şansı enerji maliyeti yüksek olduğu için daha azdır. Türkiye'nin en büyük avantajı enerji rezervi yüksek olan ülkelerle Avrupa arasında köprü konumunda olmasıdır. Bu avantajı en iyi şekilde değerlendirmek ve dışa bağımlılığı azaltmak için, enerji konusunda politika ve planların yapılması gerekmektedir (Pamir, 2003).

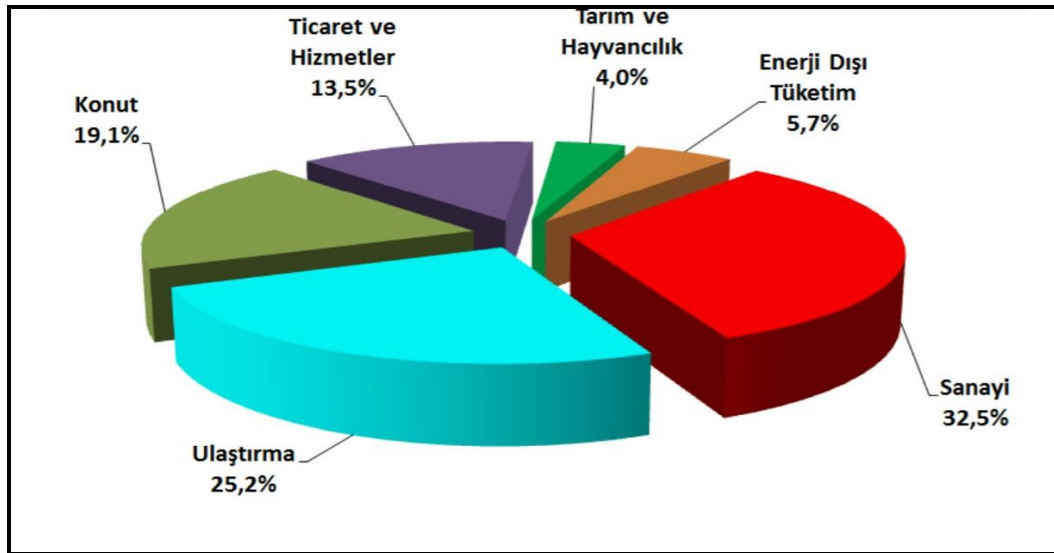
3.6. Türkiye'de Endüstriyel Enerji Tüketim Dağılımı

Ülkemizde endüstriyel enerji tüketim dağılımına bakıldığında en çok enerji tüketen sektör %21 payla demir çelik sektörü gelmektedir. Bu sektörde demirin eritilmesinde kullanılan ocaklar yüksek sıcaklıklara çıkartılarak ciddi bir enerji tüketimi meydana getirmektedir. İkinci olarak en çok enerji tüketen sektör %12'lik payla çimento sektörü gelmektedir. Bu iki sektörün ardından %6' şar payla tekstil ve kimya petrokimya sektörleri gelmektedir. Şekil 3.1.'de sektörlerin sanayide tüketilen nihai

enerji dağılımları verilmiştir. Toplam olarak sanayi Türkiye nihai enerjisinin tüketimi şekil 3.2.'de gösterildiği gibi %32.5'tur.



Şekil 3.1. Türkiye 'de sanayide tüketilen nihai enerjinin sektörel dağılımı (ETKB 2012)



Şekil 3.2. Türkiye'de nihai enerji tüketim oranları (Türkiye Enerji Görünümü, 2017)

3.7. Türkiye’de Enerji Yoğunluğu

Türkiye’de enerji yoğunluna baktığımız zaman kayıt dışı oranı oldukça fazladır. Kişi başı gayri safi milli hasıla (GSMH) satın alma oranına baktığımızda da diğer ülkelere göre bu oran aşağıdadır. Ayrıca Türkiye sanayisi enerji yoğunluğu yüksek olan sektörlerde üretim yapması, örneğin demir çelik gibi ürünlerin üretilmesi enerji yoğunluğunun fazla olmasının sebeplerinden biridir (DPT, 2004)

Türkiye sanayisine üretim açısından bakıldığında ne yazık ki enerji verimliliği konusunda istenilen düzeye gelmemiştir ve Avrupa ile kıyaslandığında düşük seviyelerdedir. Ekonomide, enerjinin yoğun olmasıyla beraber bu yoğunluk yükselmeye devam ediyordur. Enerji yoğunluğunun daha aşağılara çekilebilmesi için ekonominin çok daha fazla büyüyüp yol alması gerekmektedir. Çünkü kişi başına gelir ile enerji yoğunluğu arasında ters oran vardır. Ülkenin Gayri Safi Milli Hasılası (GSMH) yükseldikçe enerji yoğunluğu azalma eğilimi gösterecektir. Geçmiş yılları göz önüne aldığımızda refah seviyesi yüksek olan ülkelerin enerji yoğunluğunun devamlı olarak azalan yönde eğilim gösterdiği görülmektedir. Bunlara bir örnek verirsek son 100 yılı ele aldığımızda İngiltere ve Amerika’nın enerji yoğunluğu %1 oranında aşağı doğru bir eğilim göstermektedir. Ayrıca Almanya, Fransa ve Japonya’da da bunun gibi enerji yoğunluğunda azalmalar gözükmemektedir (TÜBİTAK, 1998). Ülkelerin enerji yoğunluklarını incelediğimiz zaman çeşitli farklı oranlar görülmüştür. Bu farkların sebebi de ülkelerin yaptığı yatırımlar, mühendislik çalışmaları, enerji verimliliği kültürleri ve gelişmişlik düzeyleridir. Türkiye’nin gelişmiş ülkelerin enerji yoğunluğu oranlarını yakalayabilmesi için enerji verimliliği özellikle sanayisinde yatırımlar yapmak zorundadır. Çünkü ülke olarak enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke konumundayız.

Çizelge 3.2.’de çeşitli bölgelerdeki 2006 yılına ait kişi başına enerji tüketimleri ve enerji yoğunluğu gösterilmiştir. Enerji tüketiminin 5537 MTEP ile en çok olduğu yer OECD, en az olduğu yer ise OECD dışı Avrupa ülkeleri gösterilen yerlerdir. Kişi başına düşen enerji tüketimi OECD’nin 4700 (KEP) değeri ile en fazla, Asya ise 627 (KEP) değeri ile en az miktarda olduğu görülmektedir. Çizelge 3.2.’de bakıldığında en fazla kişi başı enerji tüketen ülke, 8182 (KEP) ile Kanada, sıralamada ikinci olarak 7737 (KEP) değeriyle Amerika geldiği görülmektedir. Kişi başına enerji tüketimi en düşük

değere sahip ülke ise 510 (KEP) ile Hindistan olduğu görülmektedir. Kişi başına enerji tüketimi Türkiye’de tablodan bakıldığında 1288 (KEP) ile sadece Asya ve Afrika ülkeleri ile nüfusu bir milyardan üzerinde olan Hindistan’ın üzerinde olması, enerji tüketimi bakımında ülkemizin geride kaldığı görülmektedir.

Çizelge 3.2. Çeşitli bölgelerdeki kişi başına enerji tüketimleri ve enerji yoğunluğu (Enerdata 2020)

Bölgeler	Nüfus (Milyon)	Tüketilen Enerji (MTEP*)	GSYH (2000 yılı) Milyar Dolar	Kişi Başı Enerji Tüketimi KEP**	Enerji Yoğunluğu TEP/Bin Dolar
Dünya	6536	11740	37759	1796	0,31
OECD	1178	5537	29169	4700	0,19
Ortadoğu	189	523	838	2767	0,62
Eski Sovyet Ül.	284	1017	568	3581	1,79
OECD-Dışı Avr.	54	108	162	2000	0,67
Çin	1319	1897	2315	1438	0,82
Asya	2120	1330	2139	627	0,62
Lâtin Amerika	455	531	1796	1167	0,30
Afrika	937	614	773	655	0,79
Japonya	128	528	5087	4125	0,10
Türkiye	73	94	261	1288	0,36
ABD	300	2321	11265	7737	0,21
Almanya	82	349	2011	4256	0,17
İngiltere	61	231	1685	3787	0,14
Brezilya	189	224	765	1185	0,29
Fransa	63	273	1468	4333	0,19
Hindistan	1110	566	703	510	0,80
İtalya	59	184	1157	3119	0,16
Kanada	33	270	845	8182	0,32
Meksika	105	177	666	1686	0,27
Rusya	143	676	373	4727	1,81
Yunanistan	11	31	164	2818	0,19

BÖLÜM 4

TÜRKİYE'DE TEKSTİL SANAYİNİN DURUMU VE ENERJİ ANALİZİ

4.1. Türkiye 'de Tekstil Sanayinin Durumu

Tekstil sektörü gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) içinde bulunduğu pay, büyük ihracat potansiyeli ve fazla çalışan sayısı, tekstil sektörünün ülke ekonomisine katkısının çok fazla olduğunu göstermektedir. Türkiye imalat sanayi üretim değeri toplamdaki payı % 8,8 ve imalat sanayinde yaratılan katma değerdeki payın % 9,9'unu tekstil sektörü sağlamaktadır.

Tekstil sektörü bu gelişimini Avrupa Birliği (AB) ve ABD gibi ülkelere yapılan pazarlama sayesinde sağlamıştır. 1996 yılında AB ile yapılan Gümrük Birliği Anlaşması sayesinde, AB pazarına sınırsız bir şekilde ihracat yapması sağlanmıştır. 2007 yılından sonra tekstil pazarına Çin çok hızlı bir şekilde girmiştir. Türkiye bu durumdan olumsuz etkilense de kaliteyi düşürmeyip yani maliyeti düşürmeden moda marka üretime yönelmiştir. Türkiye tekstilde hiçbir zaman kaliteden ödün vermemiştir.

Son dönemde Türkiye' de bulunan büyük perakende firmaların hisselerinin bir kısmı yabancı yatırımcılara satılmıştır. Bu sayede Avrupa'da mağazalaşma süreci kısalmış olur daha çok kitlelere ulaşılmıştır. Uluslararası yatırım şirketlerinin Türk firmalarına talip olması Türkiye'de tekstilin doğru yolda ilerlediğini göstermektedir.

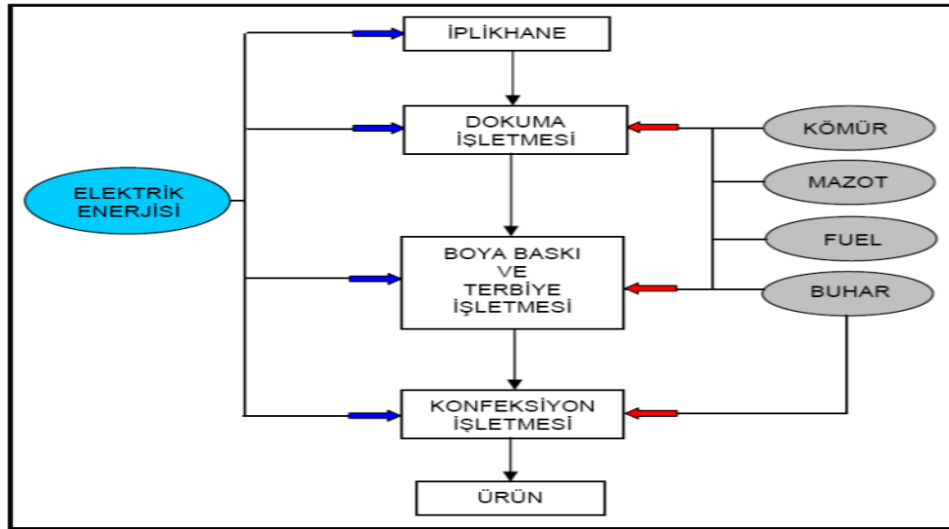
Türkiye, 2015 yılı dünyada tekstil ihracatından aldığı pay %3,5''tur. Ülkeler arasında sıralamaya bakıldığında 7. sırada yer almaktadır. Türkiye'nin sektörel olarak bakıldığında en çok ticaret fazlalığı verdiği sektör tekstildir. Ayrıca Türkiye'de tekstil sektörü istihdam olarak ciddi bir orana sahiptir bu sayede işsizliğin önlenmesinde büyük

paya sahiptir. Tekstil sektörü hazır giyimle beraber bakıldığında GSYH' nın yaklaşık olarak % 10 payına sahiptir. (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 'Tekstil, Hazır Giyim, Deri ve Deri Ürünleri Sektörleri Raporu , 2012)

4.2. Tekstil Sanayinde Enerji Tüketimi

Tekstil sektörü endüstride çok farklı ürünleri içinde barındırmaktadır. Buda üretim süreçlerinde teknolojik faaliyetler arasında farklılık göstermektedir. Bundan dolayı enerji tüketiminde farklılıklar göstererek, enerji maliyetlerinde değişkenliğine neden olmaktadır. Bu değişkenlik ürün çeşitliliğine bağlı olarak doğru orantılı olmaktadır.

Enerji maliyetleri tekstil sektörünün ürün maliyetleri toplamında büyük bir paya sahiptir. İlk işlemden son işleme kadar birçok ısıl işlem uygulanmakta aynı zamanda elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Dokuma-iplik fabrikalarında enerji harcamasında % 50 ısı ve % 50 elektrik biçiminde meydana gelmektedir. Boya terbiye kısmında ise ısı olarak kullanılan enerji oranı % 70' ten fazladır (Uyanık, Çelikel, 2019). Şekil 4.1.'de tekstil sektörünün üretim basamaklarında kullanılan enerji türleri ve kaynakları gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Tekstil sektörünün üretim basamaklarında kullanılan enerji türleri ve kaynakları

4.3. Tekstil Sektöründe Enerji Verimliliği

Tekstil sektöründe enerji verimliliği denildiğinde, çıkan ürün başına harcanan enerji oranının en aza indirilmesi gerektiği anlaşılmalıdır. Dünya da, Avrupa ülkeleri dışında son yıllarda tekstil üretimine bakıldığında geçmiş yıllara göre artış göstermektedir. Avrupa'ya bakıldığında Avrupa Birliği üye ülkelerinde ise bu durum tekstil sanayisinde üretim planlarında önemli değişiklikler yapmıştır. Bunun sebebi de tekstil sanayisinin çevreye verdiği zarar ve enerji yoğunluğunun fazla olmasıdır. Endüstrinin amaçlarından biri, harcanan elektriği, ısı enerjisini ve suyu azaltmaktır. Böylelikle üretimdeki değişikliklerle uyumlu hale getirmek için masrafların azaltılması amaçlanmaktadır.

Enerji verimliliğini artırmak için daha verimli makina ve teçhizatlar kullanılmalıdır. Aynı zamanda prosesler ile ilgili çalışmalar yapılarak, ürünün daha ekonomik olarak elde edilmesi amaçlanır. Bu amaç doğrultusunda önemli mühendislik çalışmaları yapılmaktadır.

Ülkeler artık aralarında ekonomik savaşlar yapmaktadır. Bu savaşlarda ayakta durabilmek ve rekabetin içinde bulunabilmek için karlılık oranlarını yüksek tutmayı amaçlamaktadır. Tekstil sanayisinde en büyük giderlerden biri olan enerjinin verimli bir şekilde kullanılması girdi maliyetlerini düşürecek bu da karlılık oranını artırarak rekabet ortamında büyük fayda sağlayacaktır.

Tekstil sanayisi su tüketiminin fazla olması, enerji yoğunluğunun yüksek olması ve baca emülsiyonun yüksek olması sebebiyle doğaya zarar vermektedir. Bu yüzden gelişmiş ülkeler tekstil sanayisinden çekilmekte ve tam teçhizatlı tesislerinden uzaklaşmaktadır. Şöyle ki; Avrupa tekstil sanayisinde ham maddeden çıkan ürüne kadar tam kapasiteli çalışan ve bu üretim prosesine sahip fabrika sayısı azdır.

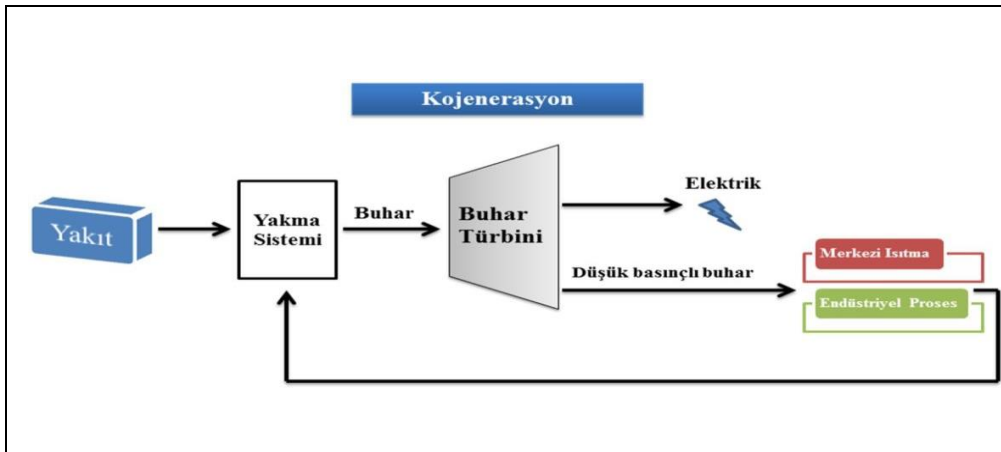
Tekstil sektöründe enerji verimliliği çevre ve rekabet ortamında bulunabilmek için çok önemlidir. Ülkemizde tekstil sektörünün gelişmiş olduğu göz önüne alındığında enerji verimliliğine ayrıca önem verilmelidir. Enerjimizin büyük bir kısmının yurt dışından ithal olarak alındığı unutulmamalıdır.

BÖLÜM 5

KOJENERASYON SİSTEMLERİ

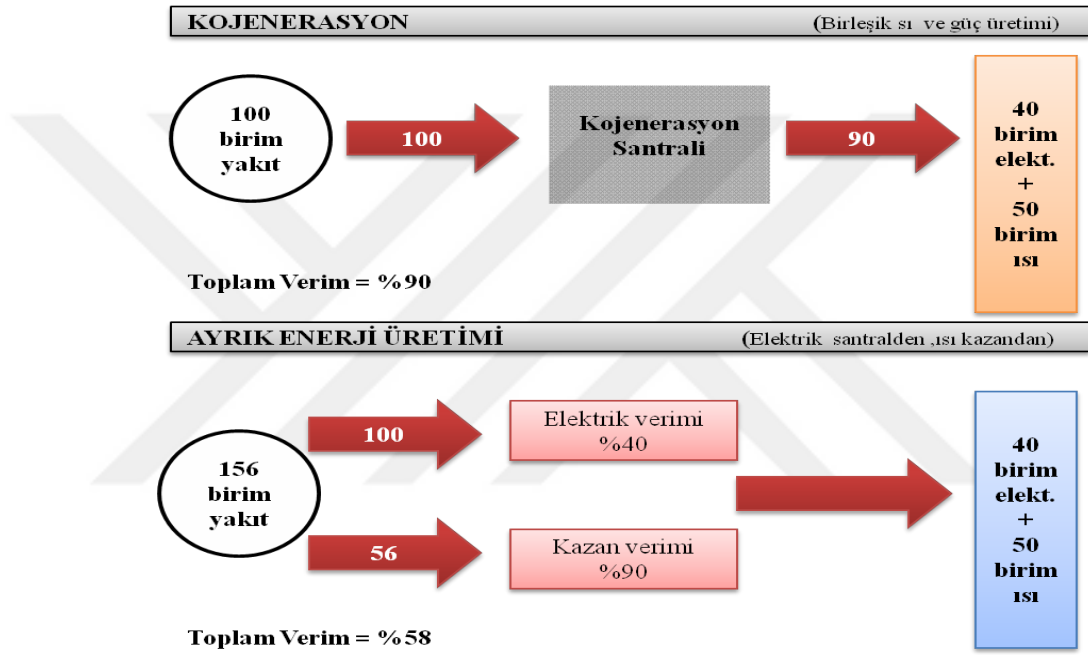
5.1. Kojenerasyon Sistemi

Kojenerasyon sistemlerinin tanımı kısaca, tek bir enerji kaynağını kullanarak enerjinin birden çok yararlı biçiminin tasarlandığı sistemlerdir. Kojenerasyon sistemleri sayesinde ısı ve elektrik üretme imkanı sağlanmıştır. Kojenerasyon sistemleri sayesinde yakıttan tasarruf edilmiş olup enerji verimli bir şekilde kullanılır. Enerji üretimi çevre korunumu açısından daha yararlı duruma gelir. Uzun yıllardır dünyada birçok kuruluş, kojenerasyon sistemini tercih etmektedirler. Böylelikle, hem kendileri tasarruf ederken hem de çevreci bir politika izlemiş olmaktadır. Kojenerasyon sisteminin şematik gösterimi şekil 5.1.'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Kojenerasyon sistemi şematik gösterimi (Çeğil, 2018)

Kojenerasyon, tek bir sistemle hem elektrik hemde ısı üretme imkanı sağlayan bir sistemdir. Bu şekildeki üretim, iki enerji biçiminin de tek tek ayrı yerlerde elde edilmesinden çok daha ekonomik sonuçlar ortaya çıkarır. Yalnızca elektrik üreten bir gaz motoru veya türbini, kullandığı enerjinin %35-40 oranını elektrik enerjisine dönüştürürken, kojenerasyon sistemi sayesinde atık ısının kullanılmasıyla tüketilen toplam enerjinin %70-90 arasında büyük bir bölümü geri kazanılmış olur. Şekil 5.2.'de gösterilen kojenerasyonda verim % 90 iken ayrı enerji üretiminde verim % 58'dir



Şekil 5.2. Kojenerasyon ile ayrı enerji üretiminin karşılaştırılması (Çeçil, 2018)

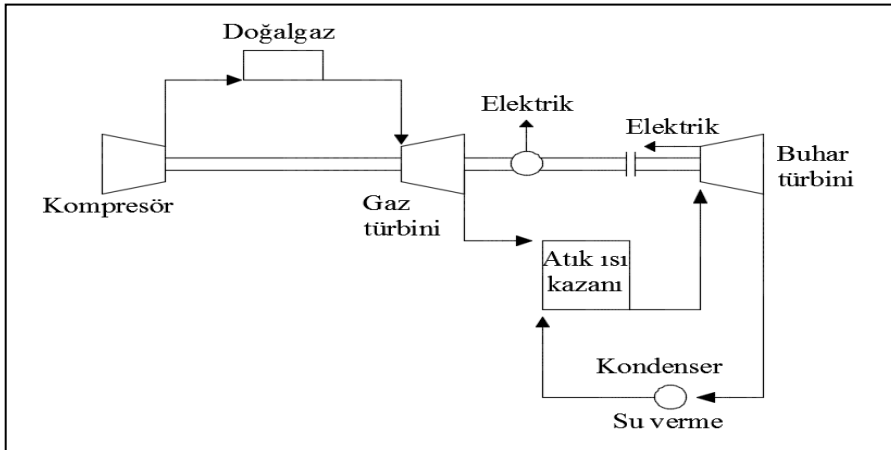
5.2. Kojenerasyon Sistemlerinin Çalışma Prensibi

Gaz türbinli kojenerasyon sisteminde, atmosferden alınan taze havaya filtreleme yapılarak kompresör kısmına gönderilir ve bu şekilde hava sıkıştırılır. Bundan sonra sıkıştırılan hava yanma odasına iletilir. Sıkıştırılan bu hava yanma odasında yakıtla beraber yakılır. Yanma sonucunda oluşan yüksek basınçlı gaz ve 1100-1200°C sıcaklığın üzerine çıkar. Bu yüksek basınçlı gaz türbin kanatlarına çarparak türbini hareket ettirir. Türbine bağlı olan jeneratör elektrik üretimini gerçekleştirir. Gaz türbininden çıkan 550-600°C sıcaklığına düşen atık gaz, atık ısı kazanına bir egzoz

vasıtasıyla gönderilir. Atık ısı kazanında bu gazın sıcaklığı düşüp soğumaktadır. Soğumuş olan egzoz gazı atmosfer basıncına dönüştürülerek atılır.

Atık ısı kazanlarında 3 bölmeli ısı değıştirci olmaktadır. Rankine çevrimine bakıldığında su ilk yol ekonomizer kısmına giriş yapar ve yaklaşık olarak buharlaşma ısısına kadar ısıtılır buradan buharlaştırıcıda buhar haline dönüşür ve doymuş buhar halini alan su kazanda daha da ısıtılarak kızgın buhar haline dönüşür. Tek basınç kademeli kazan buhar türbini gerçekleştiren Rankine çevrimi bu şekildedir. Fakat tekrar kızdırmalı ve tekrar kızdırmaz olarak 2 veya 3 kademe olacak şekilde ayrı şekilde Rankine çevrimleri vardır. Bu basınç kademelerine bağlı olarak Rankine çevrimi de kendi içinde ayrı ayrı çevrimler oluşturur. Atık ısıdan elde edilen buhar türbine gönderilir. Isı enerjisi böylece hareket enerjisine dönüşmüş olur. Türbin hareketi sonucu bağlı olduğu jeneratör elektrik üretmektedir.

Buhar türbininden çıkan buhar basıncı düşmüştür. Bu düşük basınçlı buhar yoğunlaştırıcıdan geçtikten sonra su haline gelmiş olur. Daha sonra bu suyun içinde kalan buharda tamamen su haline gelmesi için pompalarla besleme suyu tankına gönderilir. Bu şekilde Rankine çevrimi tamamlanır (Öztürk, Kaya 2014). Şekil 5.3.'te kojenerasyon şemasının genel görünümü gösterilmiştir. Kojenerasyon sistemlerinin türleri bölüm 5.3.'te anlatılmıştır.



Şekil 5.3. Kojenerasyon şeması (Çeğil, 2018)

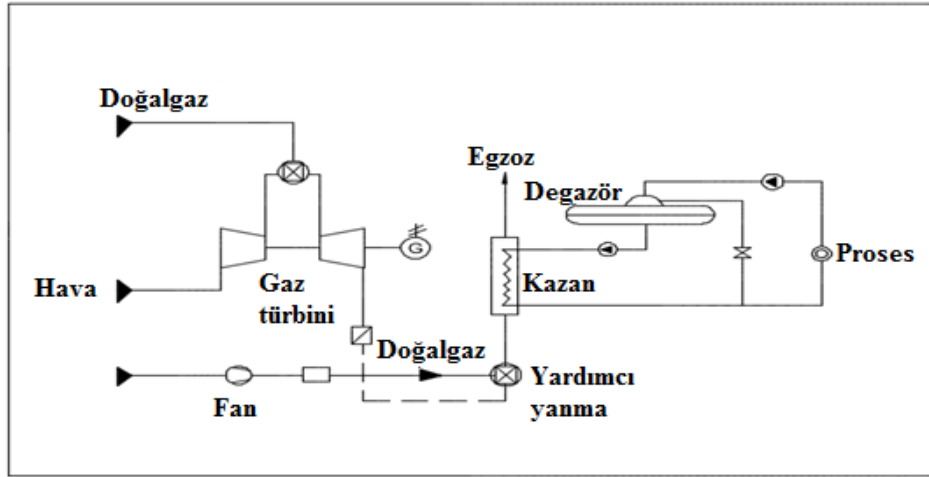
5.3.Kojenerasyon Sistem Türleri

Bileşik ısı güç santrallerinde ısı ve güç üretimi için başlıca güç kaynakları aşağıdaki gibidir.

- Gaz türbinli kojenerasyon sistemi.
- Buhar türbinli kojenerasyon sistemi.
- Gaz motorlu kojenerasyon sistemi.

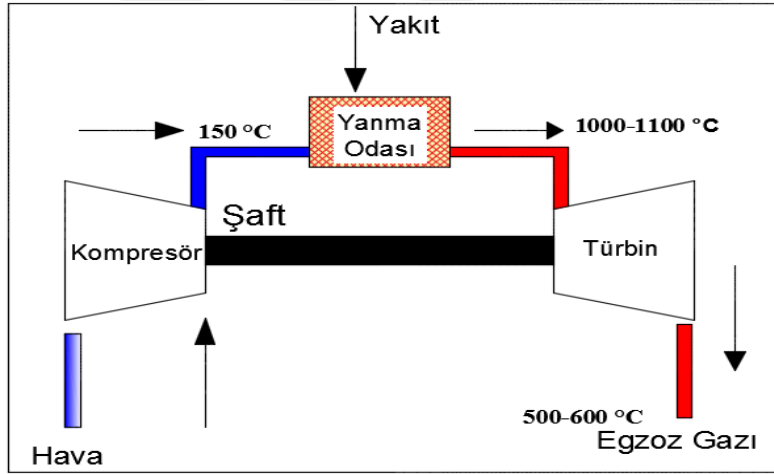
5.3.1. Gaz Türbinli Kojenerasyon Sistemleri

Gaz türbinleri son yıllarda zamanlarda büyük ölçekli bileşik ısı güç santrallerinde en çok kullanılan tahrik üniteleridir. Bu türde sistemler yanma odasında komprese verilmiş hava ile enjekte yakıt karışımının ateşleme düzeni ile yakılması sonucu oluşan yüksek sıcaklık ve basınçtaki yanma gazının türbin kanatçıklarını döndürmek için kullanılmaktadırlar. Böylece, kapaklarına montaj edilmiş mil döndürmektedir. Montaj edilen mil de bağlantılı olduğu jeneratöre enerji aktarmaktadır. Gaz türbinli kojenerasyon tesisi teknik olarak şu şekilde çalışır. Şekil 5.4.'te gaz türbinli basit çevrimli kojenerasyon sistemi gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Gaz türbinli basit çevrimli kojenerasyon sistemi (Çeğil, 2018)

Taze hava kompresör tarafından basınçlandırılır. Sıkıştırılan havanın basıncı ve sıcaklığı artmaktadır. 150°C sıcaklığa ulaşan kızgın hava yanma odasına gönderilir. Yüksek basınçlı hava ile yüksek basınçlı yakıt (LPG, benzin vb.) yanma odasında tepkimeye sokulur. Burada hava ile yakıtın yanması sonucunda yaklaşık olarak 1000 – 1100 derece sıcaklığında egzoz gazı meydana gelir. Bu egzoz gazı türbinden geçer ve sistemden ayrılır. Egzoz gazının enerjisi türbini hareket ettirmektedir. Dönme harekete yapan mile montaj edilen mil kompresöründe döndürmektedir. Egzoz gazı enerjisinin bir kısmını mekanik enerjiye dönüştürmüştür, kalan enerjisinde sıcaklığı 500 600 derece sıcaklığa kadar inmiştir. Basıncı ve sıcaklığı düşen egzoz gazı atık ısı kazanına iletilir. Burada elde edilen buhar veya sıcak su proses ısısında kullanılarak değerlendirilmiş olur. Gaz türbinlerinin başlıca bileşenleri; kompresör, türbin ve yanma odasıdır. Şekil 5.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Gaz türbini sistem şeması (Çeğil, 2018)

Kompresör: Genel olarak iki farklı şekilde kompresör vardır. Bunlar, sırasıyla aksenal ve merkezidir. İlkinde hava, merkezde alınıp yarıçap doğrultusunda, basıncı ve hızı artarak ilerler. Hız oldukça yükselir, sonrasında ise hız azalarak basınç arttırılır. Sıkıştırma yapıldıktan sonra basınç 1 /3 ve 1 /4 oranındadır. Merkezi motorlar çok daha güçlü ve ekonomik olarak uygundur. Ancak verimleri düşük olup genelde küçük güçler için tercih edilirler. Aksenal akışlı kompresörlerin kanatları arka arkaya sıralanır. Bu kanatlar sabit ve hareketlidir. Sabit kanatlar hızı basıncı düşürürken hareketliler ise

havaya enerji aktarır. Eksenel akışlı kompresörler birden fazla devreye sahiptir. Bu devrelerin her birinde stator ve rotor mevcuttur. Genelde 6-7 devreden oluşurlar. Çok devreli olmaları maliyeti de artırır. Çok küçük olanlar dışında verimleri diğer çeşitlerine göre yüksektir. Merkezi olanların verimleri 0,78-0,82 arasında değişirken, eksenel akışlı kompresörlerin verimleri daha fazla olup 0,82-0,87 arasında verim değerleri değişmektedir.

Türbin: Kompresörlere kıyasla daha basit yapıdadırlar. Verimleri 0,87--0,90 arasında değişmekte olup, akış sırasında oluşan türbülans verimi olumsuz etkileyip azaltmaktadır. Genellikle türbinler eksenel akışlı olup, merkezi olanları enderdir.

Yanma odası: Yanma odaları bir ya da birden çok olabilir. Yanma odaları ve karışımın uygun bileşimi deneyler sonrasında belirlenir.

Türbin ve jeneratör grupları aynı alt temel üzerine inşa edilirler ve aralarında türbinin yüksek hızını jeneratörün ihtiyaç duyduğu düşük hıza getiren bir redüktör bulunur. Bu elemanların yerleştirildiği temel inşaat işi uygun özelliklerde olmalıdır.

Gaz türbinlerinin avantajlarından bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Az miktarda yer kaplarlar.
- Birden fazla yakıt türü kullanılabilir.
- Montaj süreci ve devreye alma süreçleri oldukça kısadır.
- Kolay bakım yapılırlar.
- Soğutma suyuna ihtiyaç yoktur.
- Sistemleri tamamen otomatik olup işçilik maliyetleri düşüktür. (Öztürk

ve Kaya 2014)

Gaz türbinlerinin dezavantajları şunlardır:

- Tasarım özelliklerine bağlı olarak güç çıkışı değişir.
- Mekanik olarak verimleri, gaz motorlarına göre daha azdır.
- Verimi rakım düştükçe azalır.
- Verimleri düşüktür.

Gaz türbininde kullanılan yakıtlar: Gaz türbinleri yüksek sıcaklık ve hız değerlerinde çalışmakta bu nedenle, yakıt kalitesi oldukça önemlidir. Sıcak besleme

yapılan gazlara filtreleme yapılmalı ve temiz olmalı temiz olmalı, kanatlarda aşınmaya sebebiyet verecek parçacıkları içermemeli ve çalışma sırasında korozyona neden olabilecek kirlilikler en düşük seviyede tutulmalıdır. Bu sorunların yaşanmaması için genellikle yüksek değerli yakıt kullanılır. En düşük düzeyde korozyona neden olan bir yakıt kullanılmalıdır. Doğalgaz korozyona sebep olmadığı için sık sık tercih edilir. Ayrıca gaz yağı, biyogaz ve maden gazları gibi atık gazlar da kullanılabilir. LPG, sıvı yakıtlar ve nafta da gaz türbinlerinde yakıt olarak kullanılır.

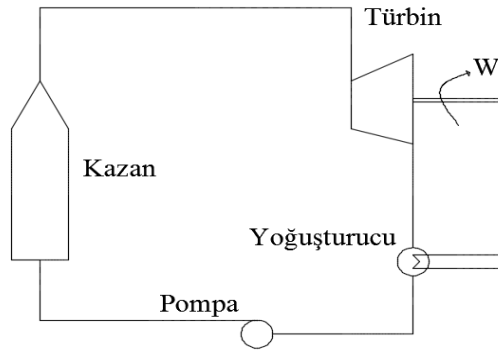
Gaz türbini verimi: Yanma sonucu çıkan gazların sıcaklığı oldukça yüksek olup bunlar atık ısı enerjisi olarak değerlendirilebilir. Atık ısı enerjisi genelde atık ısı kazanlarında kullanılır. Gaz türbinlerinin kapasiteleri 1 MW'ın altında ve üstünde değerlendirilir. Eğer 1MW üstünde ise türbin çıkış kapasitesinin 2,5-3 katı ısı elde edilmektedir. Bu enerji ısı ihtiyacı fazla olan tesislerde kullanılmaktadır. 1MW altında ise pek tercih edilmezler. Bu türbinler genelde yüksek maliyet düşük verimlilik sağlamaktadır.

Türbin mil verimi, ısı gücünün mekanik güce oranına bakılarak hesaplanır. Türbin mil verimi, havanın giriş basıncına ve sıcaklığına bağlı olarak %20 - %40 arasında değişmektedir. Hesaplama yapılırken türbin mil verimi %30 değeri dikkate alınarak seçilir. Yük oranı gaz türbini veriminde etkilidir. % 70 yük oranının altında ise verim düşmektedir. Diğer içten yanmalı motorlara göre gaz türbini verimi daha düşüktür. Gaz türbinlerinin veriminin düşük olmasının sebebi, kanatçıkların yüksek sıcaklık altında çalışması ve emniyet gerilmelerinin düşük olmasıdır.

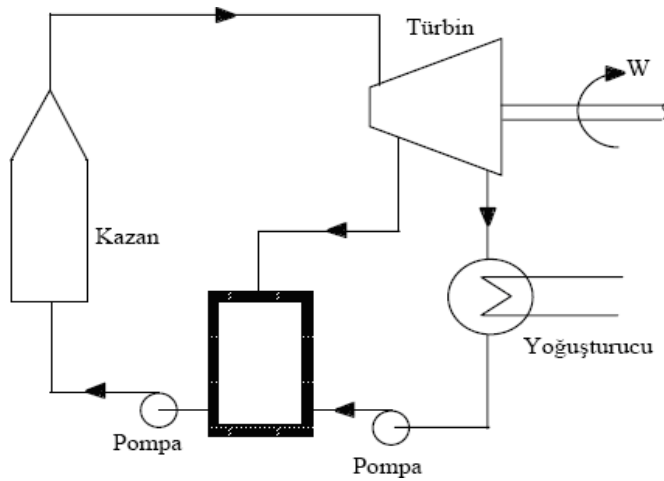
Verimi artırmak ve güç çıkışını yükseltmek için, rejeneratör kullanmak, ara ısıtıcı kullanmak ve ara soğutucu kullanmak gereklidir. Burada ara soğutucu kompresörün verimini yükseltirken, ara ısıtıcı ise türbin verimini daha iyi bir noktaya getirir. Rejeneratör ise egzoz ısı miktarını azaltır ve yakıt tüketiminde tasarruf sağlar.

5.3.2. Buhar Türbinli Kojenerasyon Sistemleri

Buhar türbinli kojenerasyon sistemi, genel olarak bir kazan ve bir karşı basınçlı buhar türbininden (Şekil 5.6.) meydana gelir. Bu sistemde, 45-110 bar basıncında 400-500 °C sıcaklıkta buhar elde etmek için fosil yakıtlar veya çeşitli atıklar yakılır. Bu yüksek basınçlı buhar, bir rotorun döndürme hareketini sağlamak için buhar türbinine gönderilir. Türbinin jeneratörü tahrik etmesi ile de elektrik üretilir. Türbini terk eden daha düşük sıcaklık ve basınçtaki buhar bir proseste kullanılabilir hale gelir. Karşı basınçlı türbine alternatif olarak, aynı tarzda çalışan ancak endüstriyel bir proseste kullanılmak için orta kademelerde farklı basınç ve sıcaklıklarda buhar çekilebilen, ara buhar almalı türbinler Şekil 5.7.' de kullanılabilir.



Şekil 5.6. Karşı basınçlı buhar türbinini (Çengel 2008)



Şekil 5.7. Ara buhar almalı türbin (Çengel 2008)

Karşı basınçlı türbin, çıkışındaki basıncın yüksek tutulması ilkesine göre çalışır. Türbin çıkışında akışkan, yoğusturucu yerine ısı değiştiriciye girer. Bu sistemler, buhar üreten mevcut buhar türbinlerinden ve sadece elektrik üreten konvansiyonel tesislerden % 10- 30 daha verimlidir. Buhar türbinleri, gaz türbinleri ya da dizel motorlarına kıyasla, elde edilen birim güç başına daha az yakıt gereksinim duyarlar. Ancak, diğer sistemlere kıyasla elektrik üretimleri üretilen proses buharından daha azdır.

Proses buhar ihtiyacının sabit olmaması veya türbin için gerekli miktardan daha az olması durumunda, karşı basınçlı sistemler yerine ara buhar almalı türbinler tercih edilir (Yörü, 2008).

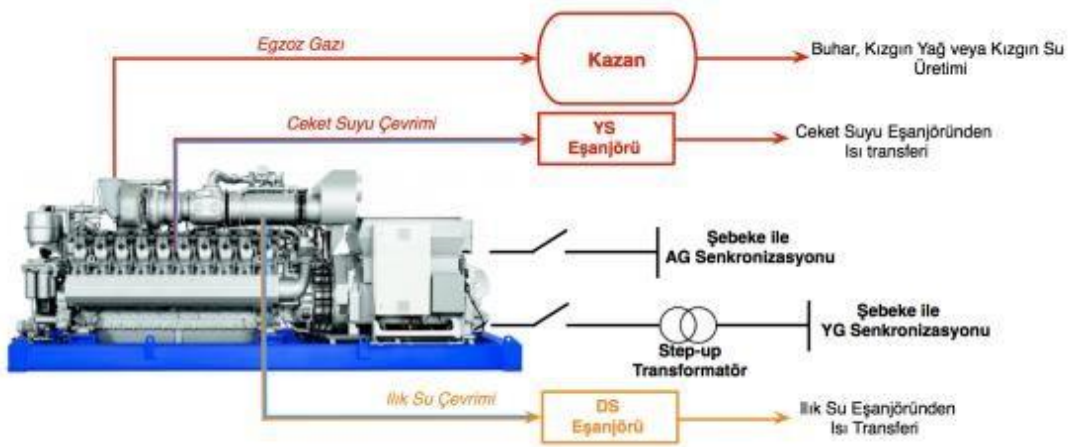
Ara buhar almalı santrallerde, türbine giren buhar belirli bir basınca kadar genişledikten sonra bir kısmı proses ısı değiştiricisine gönderilir ve burada proses ısı ihtiyacının bir kısmının karşılanmasında kullanılır. Ara buhar almalı türbinden çekilen buhar miktarı değiştirilerek, sistem değişik ısı elektrik oranı değerlerinde çalıştırılabilir. Dolayısıyla, ısı gereksiniminin değişken olduğu sistemlerde kullanılır (Mert, 2010).

5.3.3. Gaz Motorlu Kojenerasyon Sistemleri

Bu kojenerasyon sistemleri diğer güç kaynaklarıyla karşılaştırıldığında güç verimleri daha fazladır. Çünkü bu sistemler içten yanmalı motorlar kullanılarak çalıştırılmaktadır. Ayrıca ısıyı geri kazanmak için düşük sıcaklıktaki motor ceket soğutma suyu sistemi ve yüksek sıcaklıktaki egzoz gazı olmak üzere iki ısı kaynağı mevcuttur.

Gaz motoru termodinamik özellikleri açısından Otto çevrimine bağlı olarak ve çok silindirli, 50-3500 kW güç aralığında çalışan sistemdir. Isı üretimleri güç çıkışından 1- 1,5 kat daha fazladır. Gaz motorlarında başta doğalgaz olmak üzere LPG, propan, biyogaz, çöplük gazı gibi yakıtların kullanılması da mümkündür.

Gaz motorlu kojenerasyon sistemlerinin daha düşük sıcaklıkta ve miktarda atık ısı sağlamasından dolayı, özellikle elektrik ihtiyacı, ısı ihtiyacından fazla olan, yani elektrik ısı oranı yüksek olan endüstriyel uygulama alanlarında, büyük oteller, tatil köyleri, toplu konut gibi ısı ve soğutma ihtiyacı olan uygulamalarda kullanılması verimli sonuçlar ortaya çıkarır. Gaz motorlu kojenerasyon sistemi Şekil 5.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Gaz motorlu kojenerasyon santrali

Pistonlu bir gaz motorunda yanan yakıtın enerjisinin dönüştüğü türleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- %35-40'lık kısmı mekanik güç,
- %30-35'lik kısmı motor gömlek ısısına,
- %25-30'luk kısmı egzoz ısısına ve
- %7-10'luk kısmı radyasyon enerjisi olarak kaybolur

BÖLÜM 6

GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİ

6.1. Güneş Enerjisi Tanımı Ve Analizi

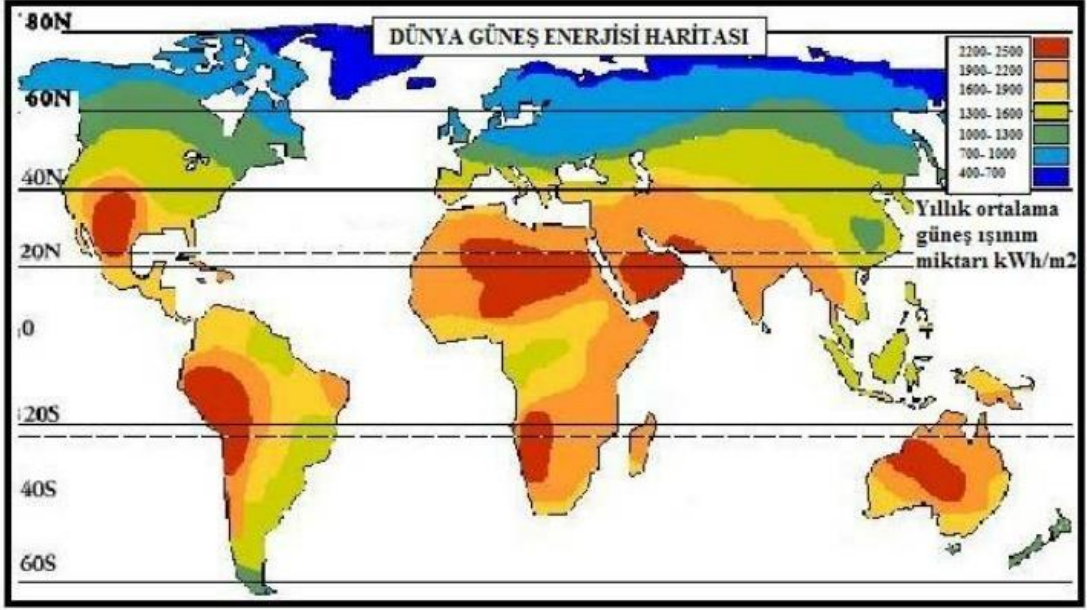
Dünyada kullanılan ve jeotermal enerji, nükleer yakıtlar dışında bütün kaynakların temelini oluşturan enerji güneştir. Bu enerji, Einstein'ın $E = m.c^2$ ile ifade ettiği kütle kaybı neticesinde ortaya çıkan enerjidir. Güneşin çekirdeğinde çekirdek kaynaşması sonucu füzyon reaksiyonu gerçekleşmektedir. Bu reaksiyon sonucu çok büyük miktarda enerji meydana gelmektedir. Enerji tüm evrene yayılır ve dünyamıza ulaşır. Güneş çekirdeğinde meydana gelen hidrojen atomlarının çok yüksek sıcaklıklarda hidrojenden ağır bir element olan helyuma dönüşmesi sırasında çok az miktarda kütle kaybı meydana gelir. Günümüzden yaklaşık 4 buçuk milyar yıl önce başlayan bu dönüşüm, güneşin çekirdeğinde bulunan tüm hidrojenlerin helyuma dönüşmesine kadar, yani yaklaşık 5 milyar yıl daha devam edeceği tahmin edilmektedir. Güneş çekirdeğinde yaklaşık basınç 340 milyar atm, sıcaklık ise 15 milyon °C' dir. Bu koşullar altında saniyede yaklaşık 650 milyon ton hidrojen helyuma dönüşürken, 5 milyon ton madde enerjiye dönüşür. Fakat güneşte ortaya çıkan bu enerjinin çok az bir kısmı dünyamıza ulaşmaktadır (Karamanav, M., 2007). Atmosfer dışına gelen ışınım dünyanın güneş etrafındaki yörüngesi boyunca değişim gösterir. Bunun nedeni yıl boyunca güneş ve dünya arasındaki mesafenin 147 milyon km ile 152 milyon km arasında değişmesidir. Bu da atmosfer dışına gelen ışınımın 1325 W/m^2 ile 1420 W/m^2 arasında değişmesine neden olur. Yıl boyunca atmosfer dışına gelen ortalama güneş ışınımı ise $1367 (-/+ 2) \text{ W/m}^2$ dir. Bu da güneş sabiti olarak isimlendirilir (Volker Quaschnig 2005).

Güneşten yeryüzüne gelen toplam ışınım, direkt (dolaysız) ve yaygın (dolaylı) ışınım olmak üzere iki kısma ayrılır; doğrudan güneşten gelen ışınım direk ışınım olarak adlandırılırken, yaygın ışınım ise belirli yönü ve doğrultusu olmayan, yani güneş ışınımının yeryüzüne dağınık olarak ulaşan kısmıdır (Engin., 1995). Bu dağınıklığın sebebi güneş ışınımının atmosferden geçerken su buharı ya da toz parçacıkları tarafından saçılmasıdır (Enarun, 1987).

6.2. Dünyada Güneş Enerjisinin Durumu

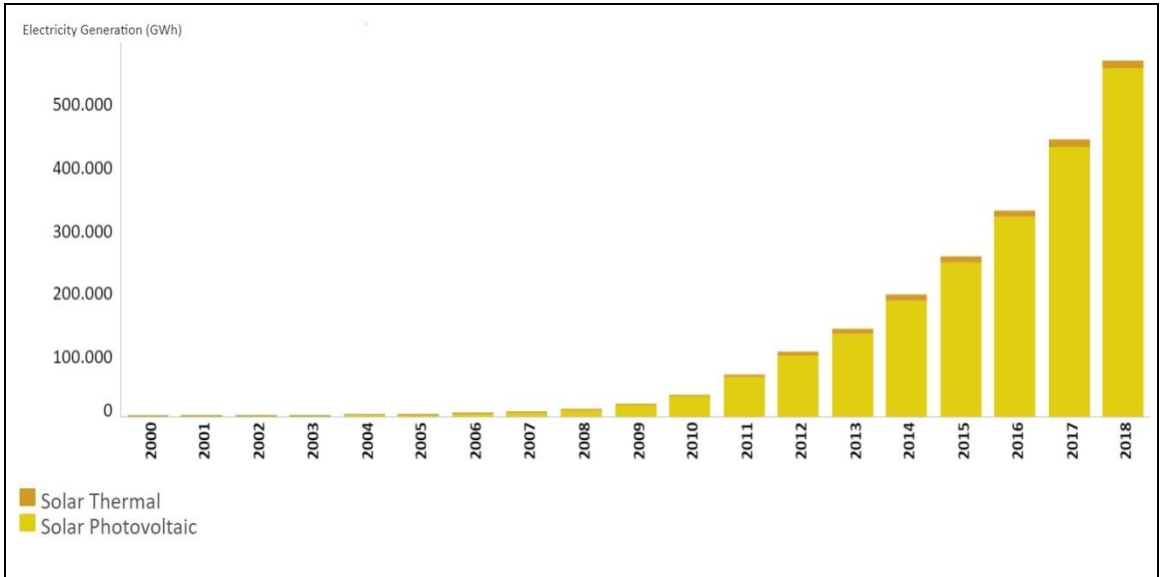
Dünya devletlerinin enerji kaynaklarına olan bağımlılıklarının yanında sorunsuz, sınırsız ve güvenilir enerji kaynakları da bu dönemde sorgulanmaya başlanmıştır. Jeotermal ve nükleer enerji hariç diğer tüm enerji kaynaklarının ana kaynağı olan güneş enerjisi bu konuda ele alınan en büyük umut kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Polatkan, 2009). Tüm dünyada 40 yıldır güneş enerjisi alanında yürütülen çalışmalar son dönemde özellikle hız kazanmıştır. Bunun en büyük sebeplerinden birisi dünyadaki petrol tekellerinin ve hedge fonlarının etkisiyle Temmuz 2008 de varil fiyatı 147 dolara kadar artan petrol fiyatlarının, kömür ve doğalgaz fiyatlarını da arttırması olarak gösterilebilir.

İkinci olarak ve asıl üzerinde durulması gereken önemli bir neden, dünya enerji sektörünün, iklimlerde meydana gelen değişimlerden ve bunun sonucunda ortaya çıkan sorunlardan dolayı arayış içerisinde olmasıdır. Fosil kaynakları yetersiz olup enerjide dışa bağımlılığı rahatsızlık veren gelişmiş ülkeler, bu arayış içerisinde güvenilir enerji kaynaklarına yönelerek, yenilenebilir enerji ve temiz teknolojiler konularında çalışmalarını giderek artırmaktadırlar. Dünyanın önde gelen petrol şirketleri dahi stratejik hedeflerini belirlerken alternatif enerji kaynaklarının kullanımını öncelikleri arasına almış durumdadırlar. Gelişmiş ülke ve şirketler için yenilenebilir enerji sadece enerji güvenliği açısından önemli olmayıp aynı zamanda yatırım ve istihdam alanı olarak değerlendirilmeli, dünya üzerinde temelleri yeni atılmakta olan teknoloji egemenliğinin yapı taşları olarak görülmelidir. Bundan dolayı dünya devlerinin fosil kaynaklar üzerinde olan rekabetleri önümüzdeki yıllarda yeni teknoloji pazarına da yansyacaktır. Güneş enerjisi son dönemde dünyanın özellikle iklim değişikliği ile ilgili sorunların çözümü olarak gördüğü en önemli kaynak durumundadır (Ay, 2008). Şekil 6.1.'de dünya güneş enerjisi haritası gösterilmiştir.



Şekil 6.1. Dünya güneş enerjisi haritası (GEPA, 2020)

Güneş enerjisinden ısıtma, soğutma, direk ve endirek elektrik üretiminde yararlanılmakta olup, farklı alanlarda kullanımını giderek artmaktadır. Önümüzdeki 30 yıla kadar dünya enerji ihtiyacının %26'sının sadece güneşten sağlanacağı tahmin edilmekte olup 2 milyondan fazla kişiye iş imkanı sağlanması beklenmektedir. Ayrıca 2020 li yıllarda güneş enerjisi ile elektrik üretiminin diğer kaynaklar ile üretimle rekabet edebilir seviyeye geleceği öngörülmektedir. Şekil 6.2.'de dünyadaki GES kurulu gücün yıllara göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 6.2. Yıllara göre Dünya'da GES kurulu güç değişimi (IRENA 2020)

6.3. Ülkemizdeki Güneş Enerjisi Potansiyeli

Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi bakımından çok şanslı konumdadır. Ülkemizde ortalama güneşlenme süresinin yüksek olması ve ayrıca güneş enerjisi potansiyelimizin ülkemize dağılımı göz önüne alınırsa tüm bölgelerimizin her türlü güneş enerjisi uygulamasına elverişli olduğu söylenebilir (Ajder, 2011).

Çizelge 6.1. Türkiye aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli (TEİAŞ 2020)

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ
	(Kcal / cm ² - ay)	(kWh / m ² - ay)	(Saat / ay)
OCAK	4,45	51,75	103
ŞUBAT	5,44	63,27	115
MART	8,31	96,65	165
NİSAN	10,51	122,23	197
MAYIS	13,23	153,86	273
HAZİRAN	14,51	168,25	325
TEMMUZ	15,08	175,38	365
AĞUSTOS	13,62	158,4	343
EYLÜL	10,06	123,28	280
EKİM	7,73	89,9	214
KASIM	5,23	60,82	157
ARALIK	4,03	46,87	103
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308 Cal / cm ² - gün	3,6 Kwh / m ² - ay	7,2 saat / gün

EİE' nin yapmış olduğu çalışma kapsamında, 1966–1982 yılları arasında Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) genel müdürlüğünce ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yola çıkarak ülkemizin güneşlenme süresi günlük toplam 7,2 saat ve ortalama yıllık toplam 2640 saattir. Ortalama toplam ışınım şiddeti ise 1311 kWh/ m²- yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olarak belirlenmiştir. Çizelge 6.1.'de ülkemizin aylık ortalama güneş enerjisi potansiyeli verilmiştir (Ajder, 2011).

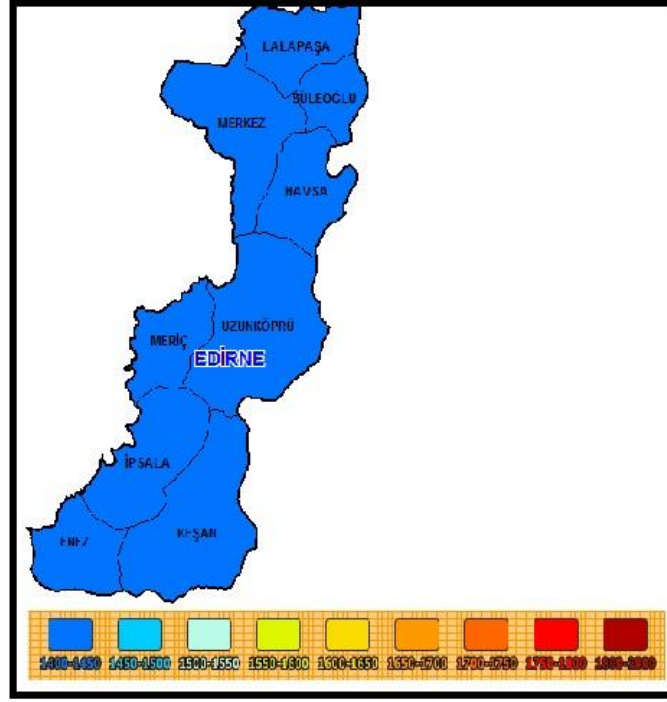
Çizelge 6.2. Yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı (TEİAŞ 2020)

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh / m ² - yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat /Yıl)
GÜNEY DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

6.4. Edirne İli Güneş Enerjisi Potansiyeli

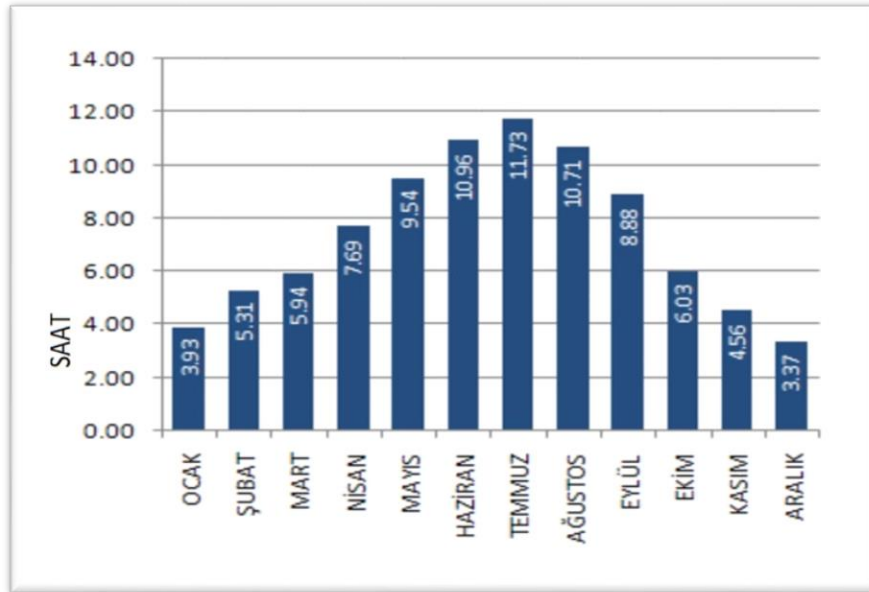
36-42 ° Kuzey enlemlerinde yer alan ülkemizde yıllık güneşlenme süreleri bölgelere göre değişmektedir. Buna göre Akdeniz bölgemizde 2.956 saat, Güneydoğu Anadolu'da 3000 saat, Marmara'da 2.409 saat gibi yıllık güneşlenme süreleri vardır. Genel olarak baktığımızda ülkemizin yıllık güneşlenme süresi 2640 saat olarak belirlenmektedir. Bu değer metrekare başına 1.311kW enerji potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu verilerin ışığında en düşük metrekare en az güneşlenme süresi 1971 saat ile olan Karadeniz bölgemizde ve metrekareye 1.120 kilovatsaat, en yüksek Güneydoğu Anadolu bölgemizde yıllık Metrekare başına 1.460 kilovatsaat enerji potansiyelinin olduğu görülmektedir.

Edirne iline baktığımız zaman güneş enerjisi potansiyeli 1319 kWh/m²-yıl olarak gözükmektedir. Güneşlenme süresi 2,697 saat- yıldır (Gepa). Şekil 6.4.'te Edirne ili güneş enerjisi potansiyeli gösterilmiştir



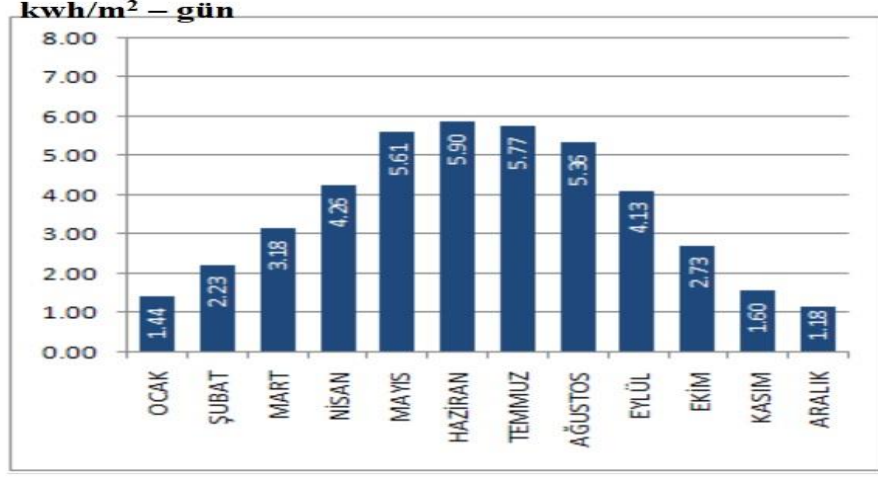
Şekil 6.4. Edirne ili güneş enerjisi potansiyeli (Enerji Atlası 2020)

Şekil 6.5.'te Edirne iline ait güneşlenme süreleri verilmiştir. Buna göre en yüksek güneşlenme süresi temmuz ayında görülmüştür.



Şekil 6.5. Edirne güneşlenme süreleri (GEPA 2020)

Şekil 6.6.'da Edirne global radyasyon değerleri verilmiştir. Buna göre en yüksek değer haziran ayındadır.



Şekil 6.6. Edirne global radyasyon değerleri (kwh/m² – gün) (GEPA 2020)

BÖLÜM 7

RÜZGAR ENERJİSİ

7.1. Rüzgar Enerjisi Tanımı Ve Analizi

Rüzgâr, güneş ışınlarının atmosferden geçerek yer yüzeyinde farklı şekilde ısınmasından dolayı meydana gelir. Yer yüzeyinde hava sıcaklığının değişiklik göstermesi, basınç ve neme bağlıdır. Basınç ve nem değişkenlik gösterdiği için havanın kendi içinde hareketine sebep olmaktadır. Bu yüzden güneş ışınlarının dünyaya ulaşan % 2 lik kısmı rüzgar enerjisine dönüşür.

Meteorolojik açıdan rüzgâr aşağıdaki bölgelerde meydana gelebilir:

- Basınç değişim miktarının fazla olan bölgeler
- Yüksek, vadiler ve engebesiz tepeler,
- Kuvvetli jeostrofik rüzgârların etkisi altında olan yerler,
- Kıyı şeritleri,
- Kanal etkilerinin meydana geldiği dağ silsileleri, tepeler ve vadiler.

Rüzgârın sahip özellikler, coğrafyada olan değişiklikler ve ısının yer yüzeyinde gösterdiği farklılıklardan dolayı yerel ve zamansal olarak değişebilmektedir. Rüzgâr yön ve er olmak üzere iki şekilde ifade edilir. Rüzgârın hızı yükseklik arttıkça artar ve teorik gücünü hesaplamak için de hızının küpünü alarak hesaplama yapılmaktadır. Rüzgâr enerji santrallerinin ilk yatırım maliyetinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük oluşu ve üretimde değişkenlik göstermesi gibi dezavantajları ile birlikte üstünlükleri genel olarak şöyle sıralanabilir;

- Temiz, yenilenebilir enerji kaynağıdır, çevreye zarar vermez.
- Tükenmez bir kaynağı varır, fiyatı zamanla değişime uğramaz.
- Maliyeti diğer güç santralleriyle duruma gelmiştir.
- İşletme bakım maliyeti oldukça azdır.
- İstihdam yaratır.
- Teknolojisi ve işletmesi oldukça basittir.
- İşletmeye alınması çok zaman almaz.

Bulunan ortamın rüzgar hız ortalamasına göre sınıflandırma yapılabilir. Tabii bu hız ortalaması alınırken türbin gövde yüksekliğindeki hızlar dikkate alınmalıdır Buna göre bulunan yerin ortalama rüzgâr hızı;

- 6.5 m/s rüzgâr hızı enerji açısından orta düzey,
- 7.5 m/s iyi,
- 8.5 m/s ve yukarısı hızlar çok iyi olarak değerlendirilmektedir.

Rüzgâr enerjisi, ilkçağlardan beri türbinin şaft gücünden yararlanılarak çeşitli ürünleri kesme, su pompalama, öğütme, biçme, yağ çıkarma, öğütme gibi mekanik enerjiye gerek duyulan yerlerde kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisi kullanım biçimleri aşağıda verilmiştir:

- Mekanik uygulamalar (su pompalama sistemi)
- Elektriksel uygulamalar (şebeke bağlantılı ve şebeke bağlantısız-stand alone sistemler)
- Isıl enerjisi uygulamaları

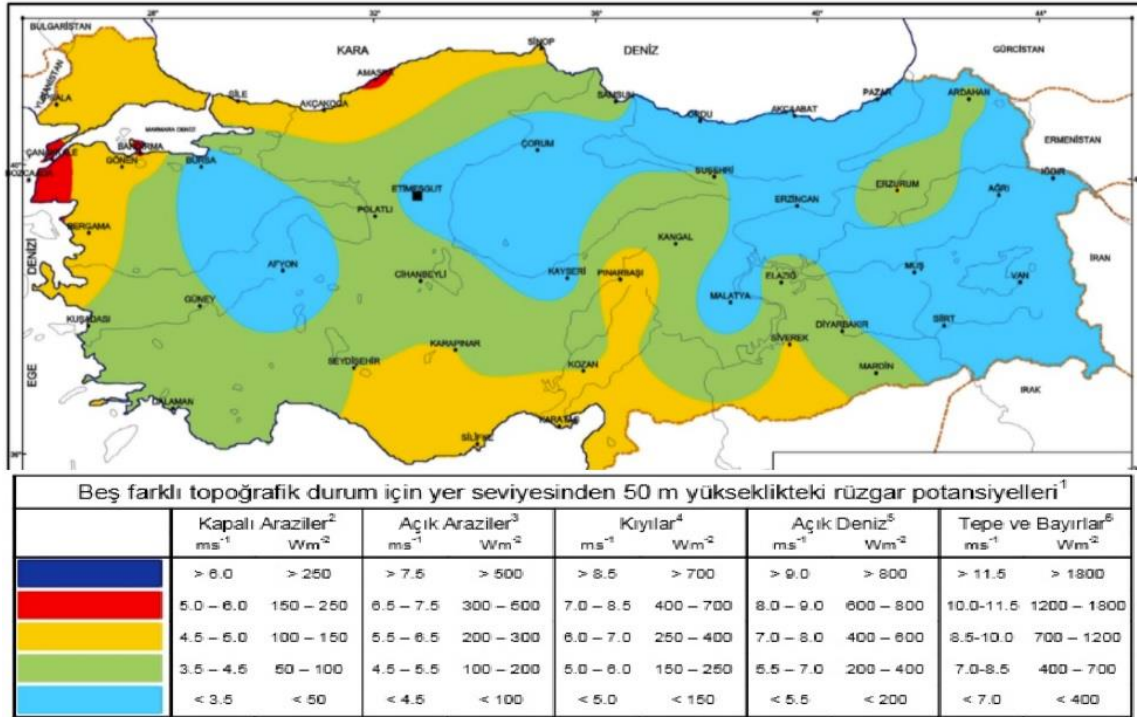
7.2. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Görünümü

Türkiye’de ilk rüzgâr santrali 1998 yılında İzmir’de kurulmuştur. Toplam kurulu gücü 1,5 MW olan santralimizde 3 adet 500 kW’lık rüzgâr türbiniyle yıllık ortalama toplam 4 GWh elektrik enerjisi üretmektedir. Şu an itibari ile Türkiye’de 132 adet rüzgâr enerjisi santrali bulunmaktadır. 2015 yılı sonu itibarıyla işletmede olan rüzgâr

enerji santrallerinin kurulu gücü ise 4.503 MW'dır.2015 yılı sonu yıllık rüzgâr enerjisi üretim miktarı 11.552 GWh' dir.

Gelişmekte olan ülkemizin enerji ihtiyacı sürekli artmaktadır. Ancak yetersiz enerji üretimi nedeniyle enerji ihtiyacımız yurt dışından sağlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları üzerine sürekli artan yatırımlar sayesinde bu bağımlılığımız zamanla azalacaktır. 2016 başında üretilen elektriğe baktığımızda 2014 yılına göre üretimdeki payı %3,4 ten %4,4' e yükseldiği görülmektedir. Bu durum rüzgar enerjisi kullanımı bakımından olumlu gözükse de ne yazık ki istenilen oranda büyüme gerçekleşmemiştir.

Ülkemizde rüzgar enerjisi santrali kurulabilecek alanlar yerden 59 metre yukarıda ve rüzgar hızı 7,5 m/s üzerinde olması gerekmektedir. Ayrıca bu santral kilometrekare başına 5 MW gücünde olmalıdır. Bu kabuller ışığında, mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli ve orta-ölçekli sayısal hava tahmin modeli kullanılarak üretilen rüzgâr kaynak bilgilerinin verildiği Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Ülkemizin rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmiştir. Bu enerji potansiyeli alan olarak ülkemizin yüz ölçümünün % 1.30'una karşılıkaktadır (Ünsalver , 2008). Şekil 7.1.'de Türkiye rüzgar enerji atlası verilmiştir.



Şekil 7.1. Türkiye rüzgar enerji atlası (MGM 2020)

7.3. Rüzgâr Türbinlerinin Üretim Yöntemi

Rüzgâr türbinleri ile ilgili ilk araştırmalar 1926 senesinde Dr. Albert BETZ tarafından ortaya atılmıştır. Bu kuramda, Betz' e göre rüzgâr rotorunun havaya karşı sürüklenme direnci göstermeyen sonsuz sayıya sahip kanattan meydana gelmekte ve bu şekilde, rüzgâr rotorunun bir enerji dönüştürücüsü olduğu varsayılmıştır.

Bu teoreme göre;

Rüzgâr hareket halinde bir hava olup, sahip olduğu kinetik enerji,

$$KE_r = 1/2 \times m \times V_r^2$$

(7.1)

denklemleri ile verilir ve gücü, sahip olduğu kinetik enerjinin zamana göre türevidir:

$$P_r = d/dt (1/2 \times m \times V_r^2) \quad (7.2)$$

Başka bir ifadeyle;

$$P_r = 1/2 \times m \times V_r^2 \quad (7.3)$$

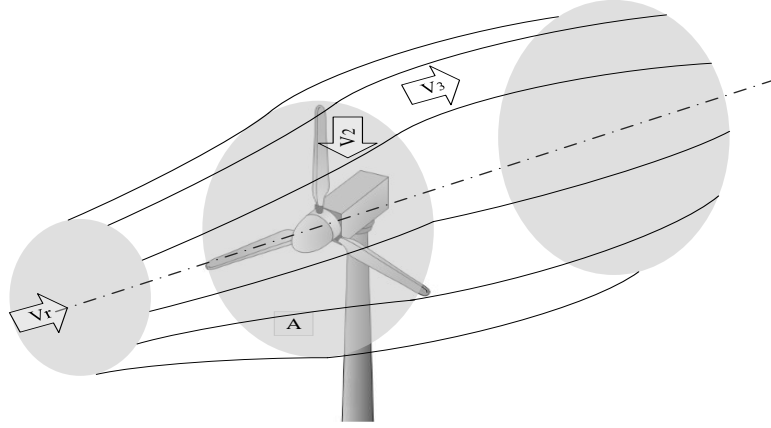
Buradaki kütleli debi ise;

$$m = \rho \times A \times V_r \quad (7.4)$$

Buradan hareketle rüzgârın gücü,

$$P_r = 1/2 \times \rho \times A \times V_r^3 \quad (7.5)$$

olarak hesaplanır.



Şekil 7.2. Türbin çevresindeki hava hareketleri (Özgüvenç, 2017)

Rüzgâr, sahip olduğu kinetik enerji yüzünden doğal bir potansiyeli vardır. Bu sahip olunan enerji teknolojik çalışmalarla faydalı enerjiye dönüştürülür. Faydalı enerjiye dönüştürülmesi olayına rüzgarın teknik potansiyeli denir.

Türbinin gücü aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$P_T = 1/2 \times \rho \times A \times V_2 \times (V_r^2 - V_3^2) \quad (7.7)$$

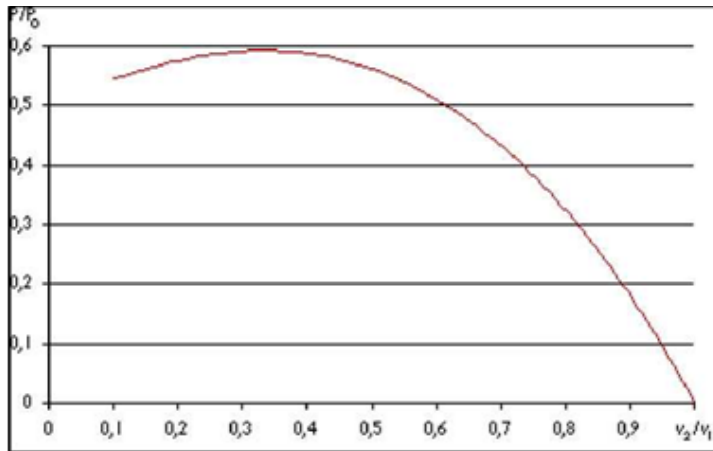
Froude - Rankie teoreminden ortalama türbin içerisindeki rüzgâr hızı,

$$V_2 = (V_r + V_3)/2 \quad (7.8)$$

Olarak hesaplanır. Türbin gücü V_2 yerine yazılırsa,

$$P_T = 1/2 \times \rho \times A \times \frac{V_r + V_3}{2} \times (V_r^2 - V_3^2) \quad (7.9)$$

Yavaşlatma faktörünün değişimi Şekil 7.3.'te gösterilmiştir.



Şekil 7.3. Yavaşlatma faktörünün değişimi (Özgüvenç, Erbay, 2017)

Yavaşlatma faktörü n, hiçbir zaman negatif değer olamayacağından 1/3 alınır ve yerine konursa,

$$C_{pmax} = \frac{1}{2} \times (1 + 1/3) \times (1 - 1/9) \quad (7.10)$$

$$C_{pmax} = 0,5926 \quad (7.11)$$

Serbest pervanenin maksimum verimi bulunur. Rüzgarın tüm enerjisini bir rüzgar türbiniyle kullanamayız. Rüzgar türbinine çarpan rüzgar enerjisini verdiği ölçüde yavaşlamaktadır. Rüzgarın tüm enerjisini alabilseydik türbine çarptıktan sonra rüzgar durgun bir halde olurdu fakat şuanda bu mümkün değildir. Bu durumun dezavantajıda türbine diğer bölgesinden rüzgar gelmeyerek enerji üretimi gerçekleşmez. Bugün bakıldığında modern rüzgâr türbinleri için C_p değeri yaklaşık olarak 0,40 alınmıştır. Bunun nedeni rotorun oluşturduğu girdap hava direnci ve aktarma organları ile elektrik sistemi gibi noktalardaki meydana gelen kayıplardır. Kayıpları aşağıdaki başlıklarla inceleyebiliriz.

- **Profil Kayıpları:** hesaba katılmayan direnç kuvvet kayıplarıdır.
- **Uç Kayıpları:** Kanatın uç kısmında, profil alt kısmından üst kısmın yönüne doğru bir hava akımı oluşur. bu hava akımıyla gelen hava akımı çakışır. Bu çakışma sonucunda girdaplar oluşarak uç kayıpları meydana gelir.
- **Girdap Kayıpları:** Betz Kriteri'ne göre rüzgâr hızı, pervane düzlemi öncesi ve sonrasında doğrultusunu değiştirmez. Hâlbuki kanada çarpan hava kütlesi, kanat sonrasında doğrultusunu değiştirir ve girdap oluşturur.

7.4. Rüzgar Türbini Sistemlerinde Güç ve Enerji Hesabı

Bir rüzgar türbin santralini değerini belirleyen sebepler; yerel yüzey yapısı, coğrafi konum, hava yoğunluğu ve toprak seviyesinden yüksekliği şeklinde gösterilebilir.

Rüzgâr sayesinde elde edilmiş olan kinetik enerji, tek bir kanadın 360 derece dönmesiyle meydana gelen alana (A), havanın öz kütlesi (ρ), rotor verimi (C_p), ve rüzgârın hızı (u)'nun fonksiyonu aşağıdaki şekilde gösterilir (Heier, S., *Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems*, Wiley, Newyork, 1998).

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times u^3 \times C_p \quad (7.12)$$

A: rotor süpürme alanı;

C_p : Güç faktörü. (Kanat ucu hız oranına ve kanadın acısına bağlıdır.)

λ : kanat ucundaki hız oranı

θ : Kanat açısı.

Rüzgârın kinetik enerjisi havanın yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Normal atmosfer basıncında (deniz seviyesinde) ve 15° 'de havanın ağırlığı 1.225 kg/m^3 'dür. Deniz seviyesinden farklı bölgede gerçekçi güç hesabı için farklı sıcaklık ve rakım gibi bölgesel özellikler ayrı ayrı dikkate alınarak hava yoğunluğu hesaplanır.

Rüzgar hızının çok az miktarda bile artması büyük öneme sahiptir. Çünkü türbin kanatlarında oluşan güç rüzgar hızının küpü ile doğru orantılı olarak değişir. Yerden yükseldikçe rüzgar hızı artmaktadır. Bu yüzden kuleler mümkün olduğunda yüksek yapılar türbin oraya monte edilmelidir (Kurban., Kantar., Hocaoğlu 2009). Bu durum yatırım maliyetini arttırmaktadır.

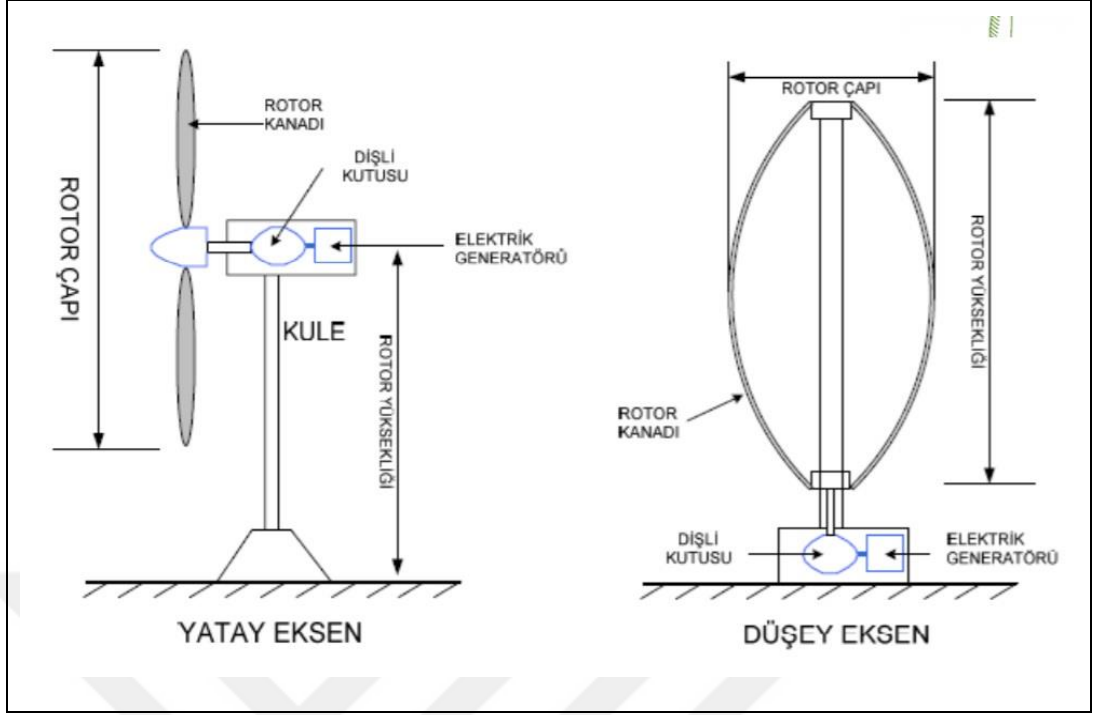
7.5. Rüzgar Türbinlerinin Yapısı Ve Çeşitleri

Rüzgar türbinleri, rüzgarın kinetik enerjisini generatöre bağlı olan iki ve daha fazla rotora bağlı olan kanatları sayesinde elektrik enerjisine dönüştürür. Türbin yüksek bir kule üzerine monte edilerek yakalanmak istenen rüzgarın enerjisi artırılmak amaçlanmıştır.

2 farklı rüzgar türbin çeşidi vardır.

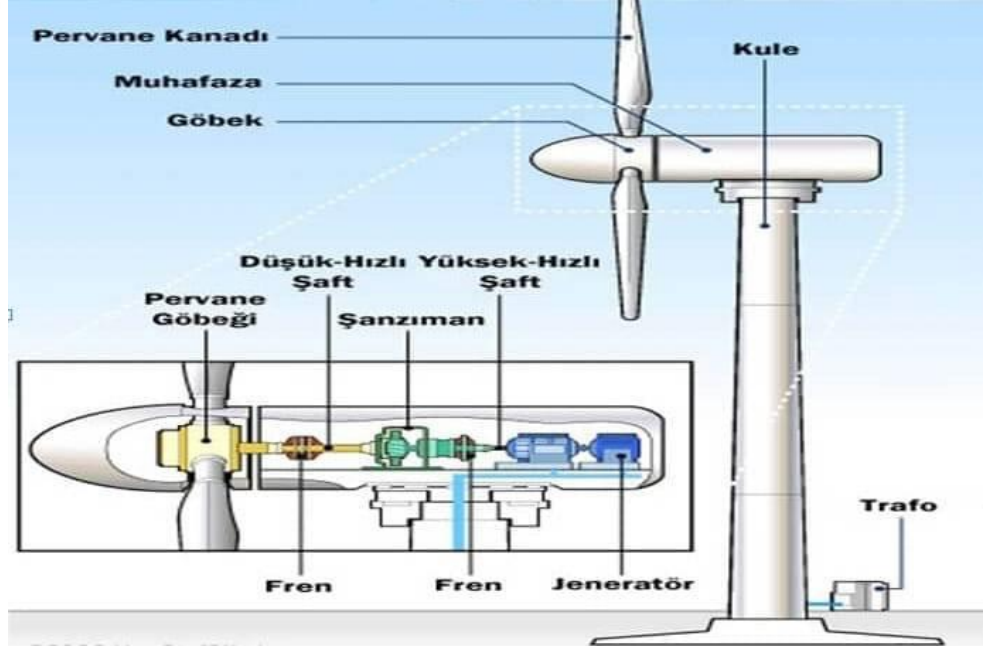
- Yatay eksenli rüzgar türbini.
- Dikey eksenli rüzgar türbini.

Yatay eksenli rüzgâr türbinleri hem rüzgâr yönünde (downwind) hem de rüzgâra karşı yönde çalışabilmektedir. Düşey eksenli türbinler ise rüzgârı her yönden alıp çalışırlar. Fabrika için yatay eksenli rüzgar türbini seçilmiştir. Şekil 7.4.'te yatay ve düşey eksenli rüzgar türbini gösterilmiştir.



Şekil 7.4. Yatay ve düşey eksenli rüzgar türbini (Enerji Portalı 2020)

Yatay eksenli rüzgar türbinlerinin iç yapısı şekil 7.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 7.5. Yatay eksenli rüzgar türbinlerinin iç yapısı. (Gezegensolar 2020)

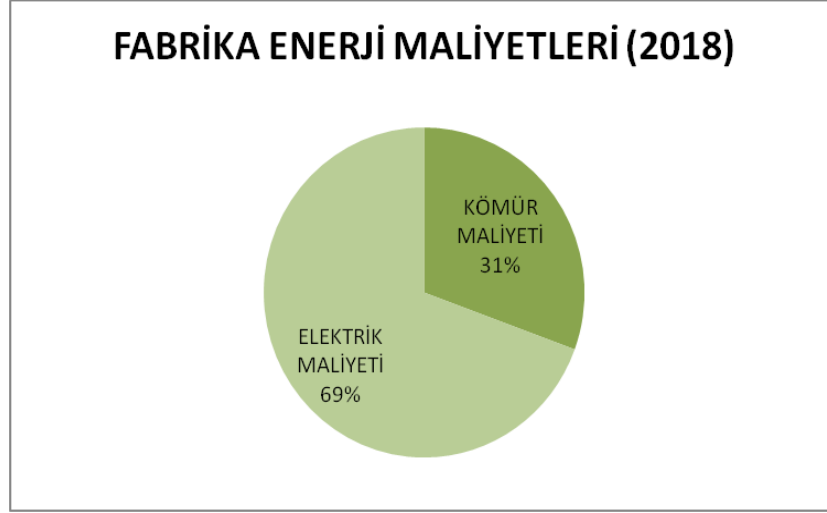
BÖLÜM 8

KİLİM GRUBU KARTALTEPE MENSUCAT FABRİKASI T.A.Ş ENERJİ ANALİZİ

8.1. Kilim Grubu

Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat T.A.Ş Fabrikası Edirne’de bulunmaktadır. Fabrika entegre bir tesis olmakla birlikte iplikhane, indigo boya, dokuma ve boya terbiye bölümlerinden oluşmaktadır.

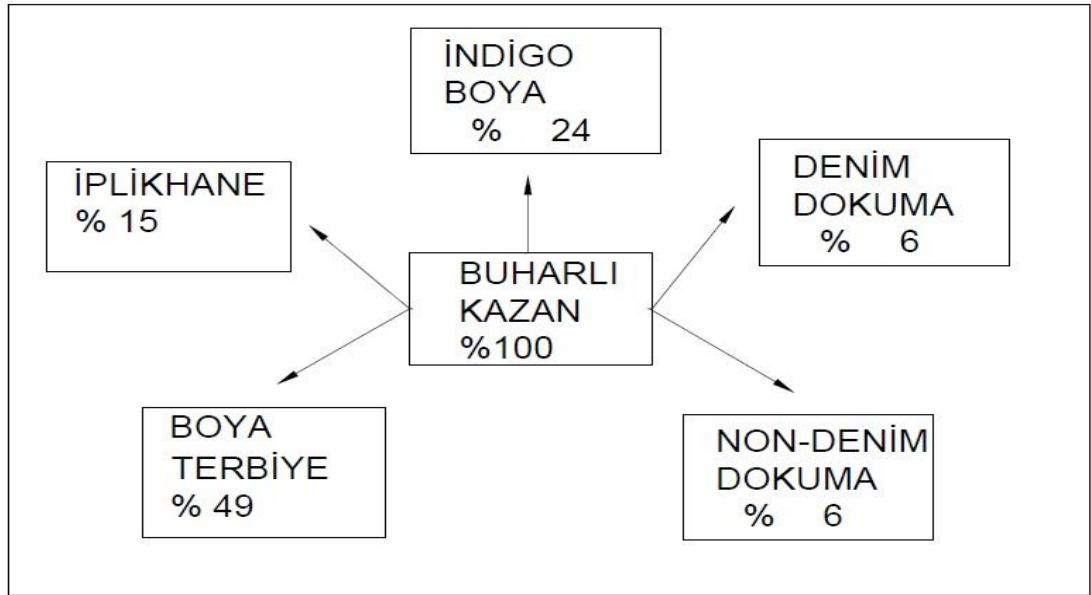
Fabrikanın enerji ihtiyacı 4 MW elektrik, 30 ton/saat buhar alınarak incelemeler yapılmıştır. 2018 yılında toplamda 31.129.972 kWh elektrik, 111.843 ton buhar tüketimi olmuştur. İşletmede kullanılan buhar basıncı 8 bar dır. Toplam harcanan kömür maliyeti 5.361.731,2 TL (buhar üretimi için) olup elektrik maliyeti 12.135.945,4 TL dir. Toplam enerji maliyeti 17.497.676,6 TL. Şekil 8.1.’de fabrikanın enerji maliyetleri yüzdelik olarak gösterilmiştir.



Şekil 8.1. Fabrika enerji maliyetleri

8.2. Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat Fabrikası Enerji Akış Şeması

Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat T.A.Ş Fabrikasının buhar kullanımının akış şeması şekil 23'te verilmiştir. Yukarıdaki şemaya göre en çok buhar kullanımı % 49 ile boya terbiye bölümüne ait olup iplikhane için % 15, indigo boya için % 24, denim dokuma için % 6, non- denim dokuma için % 6 dır. Şekil 8.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 8.2. Fabrikanın buhar için enerji akışı

Üretim iplikhane bölümünde başlamış olup buhar ortam iklimlendirmesinde ve iplik bobinlerinin fikse edilmesinde kullanılmaktadır.

İndigo boya bölümünde ipliklere haşıl ve boyama işlemlerinde buhar kullanılmaktadır. Fabrika genelinde tüketilen buharın % 24'ü buraya aittir.

Denim dokuma ve non - denim dokuma işlemlerinde buhar kullanım amacı ortam iklimlendirmesini sağlamaktır. Dokuma salonlarında istenilen sıcaklığı sağlamak için buhar kullanılmaktadır.

Boya terbiye bölümü buharın en çok kullanıldığı yerdir. Buharın kullanıldığı makineler ve kullanım oranları Çizelge 8.1.'de verilmiştir.

Çizelge 8.1. İşletme içinde makinalarda kullanılan buhar oranı

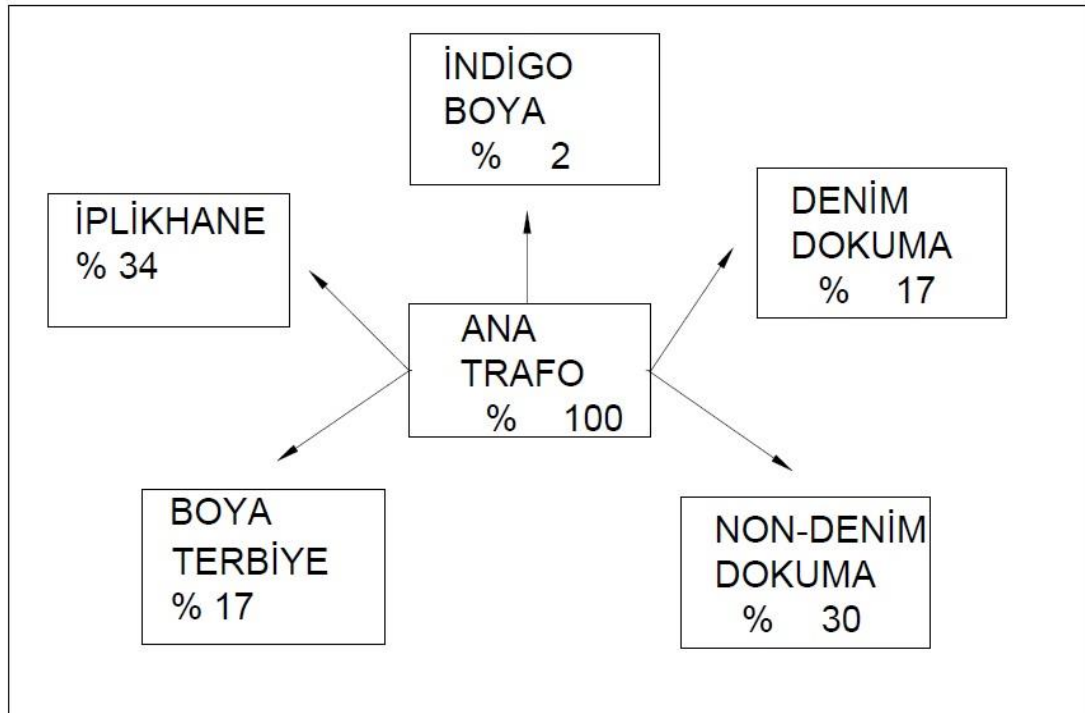
Makine Adı	Enerji Tüketim Oranı (%)
Thermex Boya	% 8
Goller kasar	% 10,4
Dhall Merserize	% 14,6
GMC Yıkama	% 11
Denim Ped Steam Eski	% 11,5
Non – Denim Ped Steam	% 10,5
Stork Baskı	% 7
İndigo Sanfor Yeni	% 5
İndigo Sanfor Eski	% 5
Arioli Buharlama	% 4,6
Non- Denim Sanfor	% 2

2018 yılı toplam buhar maliyetimiz 5.361.731,2 TL olup bunu bölümlere göre dağıtırsak enerji maliyetlerimiz çizelge 8.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 8.2. Bölümlerin buhar maliyeti

Bölüm	Buhar Maliyeti (TL)
İplikhane	804.259,68
İndigo Boya	1.286.815,49
Denim Dokuma	321.703,87
Non – Denim Dokuma	321.703,87
Boya Terbiye	2.627.248,28

Elektrik akış şemasını incelediğimizde aşağıdaki oranlarla karşılaşmaktayız. Şekil 8.3.'te fabrikamızın elektrik için enerji akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 8.3. Fabrikanın elektrik için enerji akışı

İplikhane bölümü %34 ile elektrik enerjisinin en fazla kullanıldığı bölümdür. Bu elektrik enerjisini aydınlatma, üç grup harman hallaç (Trüschler marka), üç grup tarak

(Trüschler marka) cer makinaları on dört adet (Pasaj ve Asaj marka), fitil makinaları yedi adet (FL 670) ring makinaları yirmi adet (Zimger RM 350 ve RM 351), Bobin makinaları sekiz adet ve işletmenin basınçlı hava ihtiyacını sağlayan GA 132 ve GA 160 Atlas Copco kompresör makinaları tüketmektedir.

İndigo boya bölümü elektrik tüketimi % 2 olup bu bölümde aydınlatma, indigo boya makinaları, haşıl makinaları, halat açma makinaları ve halat sarma makinaları elektrik tüketimine sebep olmaktadır.

Denim dokuma ve non- denim dokuma bölümünün elektrik tüketim oranı toplamı % 47 olup aydınlatma, dokuma tezgahları ve kompresörler elektrik tüketimine sebep olmaktadır.

Boya terbiye bölümü toplam elektrik tüketim oranı % 17 dir. Bu bölümde elektrik tüketimine Thermex Boya, Goller kasar, Dhall Merserize, GMC Yıkama ,Denim Ped Steam Eski ,Non – Denim Ped Steam, Stork Baskı , İndigo Sanfor, Yeni İndigo Sanfor Eski, Arioli Buharlama, Non- Denim Sanfor, ramöz makinaları, kompresörler, aydınlarma sebep olmaktadır.

2018 yılı toplam elektrik maliyetimiz 12.135.945,4 TL olup aşağıda bölümlerin harcamış olduğu elektrik maliyeti çizelge 8.3.'te gösterilmiştir.

Çizelge 8.3. Bölümlere ait elektrik maliyeti

Bölüm	Elektrik maliyeti (TL)
İplikhane	4.126.221,44
İndigo Boya	242.718,908
Denim Dokuma	2.063.110,72
Non- Denim Dokuma	3.640.783,62
Boya Terbiye	2.063.110,72

Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat Fabrikasında 2018 fiyatlarına göre 1 ton buhar maliyeti aşağıdaki gibidir.

Üretilen buhar: 111.843 ton

Harcanan tutar: 5.361.731,2 TL

Harcanan tutar / Üretilen buhar = 1 ton buhar maliyeti (8.1)

1 ton buhar maliyeti: 5.361.731,2 TL / 111.843 ton = 47,93 TL / ton

31 aralık 2018 tarihinde dolar kuru 6,05 TL olduğunu düşünürsek 7,92 Euro / ton olarak hesaplanmıştır.

Bu fiyat bir yıl boyunca kullanılan Soma kömürü, Trakya kömürü ve Tavşanlı kömürünün ortalama değeridir. Fabrikada kullanılan kömürler içinde en verimli yanan Soma kömürü her zaman temin edilemediğinden dolayı diğer bölgelerden alım gerçekleşmiştir.

Normal şartlarda 1 ton 8 bar buhar maliyeti aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz.

1 kg 8 bar buharın taşıdığı enerji $h_g = 2768,3 \text{ kJ / kg}$

Besi suyu sıcaklığımız degazör tankı ve ekonamizerden dolayı 102 derece olup bunun taşıdığı enerji miktarı $h_f = 102 \times 4,186 \text{ kJ / kg} = 426,98 \text{ kJ / kg}$ olup buradaki 4,186 kJ / kg suyun sıcaklığını 1 derece artırmak için gerekli olan enerji miktarıdır.

1 kg buhar üretmek için gerekli olan enerji miktarı;

$h_{g \text{ 8 bar entalpisi}} - h_{f \text{ 102 derece suyun entalpisi}} = 1 \text{ kg buhar elde etmek için gereken enerji}$ (8.2)

$2768,3 - 426,98 = 2341,32 \text{ kJ / kg}$

1 ton buhar üretmek için gerekli enerji miktarı;

1 kg buhar için gereken enerji $\times 1000 = 1 \text{ ton buhar için gereken enerji}$ (8.3)

$2341,32 \times 1000 = 2.341.320 \text{ kJ / ton}$

A) Soma kömürü alt ısı değeri 4800 kcal / kg' dir.

1 kalori = 4,184 joule dir.

4.800.000 cal = 20.083.200 J = 20.083,2 kJ / kg olmaktadır.

1 ton buhar için gerekli Soma kömürü miktarı;

1 ton buhar için gerekli enerji miktarı / soma kömürü alt ısıl değeri (8.4)

$2.341.320 / 20.083,2 = 116,58$ kg soma kömürü gerekmektedir. Fakat kazanlar %83 verimle çalıştığını düşünürsek. $116,58 / 0,83 = 140,45$ kg kömür gereklidir.

Sonuç olarak 2018 yılı 1 ton Soma kömür maliyeti 370 TL olup 1 ton buhar maliyeti 51,96 TL gelmektedir.

B) Doğalgaz için incelersek;

1 ton buhar elde etmek için gerekli enerji miktarını 2.341.320 kJ / ton olarak bulmuştuk. (Formül 8.3)

Doğalgazın alt ısıl değeri 8250 kcal/m³ yani 34.534,50 kJ / m³

1 ton buhar elde etmek için

1 ton buhar için gerekli enerji miktarı / doğalgaz alt ısıl değeri (8.5)

$2.341.320 / 34.534,5 = 67,79$ m³ doğalgaza ihtiyaç vardır.

Kazan verimi dikkate alındığında;

Kazan verimi %85 seçilmiştir.

$67,79 / 0,85 = 79,75$ m³ doğalgaza ihtiyaç vardır.

2018 aralık ayı doğalgaz fiyatı 1,31 TL / m³ olup

1 ton buhar maliyeti $1,31 \times 79,75 = 104,4$ TL olarak hesaplanır.

1 ton buhar elde etmek için kömür maliyeti doğalgaza göre $104,4 - 51,96 = 52,44$ TL daha ekonomiktir. Bu yüzden Türk sanayisinde birçok fabrika linyit kömürüne geçmektedir. Fakat kömürün baca emülsiyon değerleri yüksek olması doğaya verdiği zararı da artırmaktadır. Bunun için filtrele sistemleri uygun olmalıdır. Çevresel koşullar sabit olduğunda gaz ile hava karışımı uygun yanmada hedeflenen verimi

verecektir. Fakat belirlenen yanma değerlerinde değişen hava şartlarına bağlı olarak karışım bozulur ve kazanın yanma verimi düşer. Değişik zamanlarda cehennemliğe verilen havanın miktarı anometre ile ölçüldüğünde önceden ayarlanan değerden farklı olduğu görülmektedir. Kullanılan cihazda yanan gazın hava miktarı sürekli olarak ölçülmelidir. Aynı zamanda bacadan çıkan oksijen, karbonmonoksit, karbondioksit yüzdeli sürekli olarak takip edilmelidir. Doğru bir yanmada kazan verimi yükselerek doğaya atılan zararlı gazlar azalmış olur ve ekonomik olarak tasarruf etmiş oluruz. Çevre Şehircilik Bakanlığı sanayi kuruluşlarını baca emülsiyon değerleri sürekli olarak takip etmekte olup belirtilen sınırın üstünde olan kuruluşlara çeşitli cezalar vermektedir.

Çizelge 8.4.'te fabrikada mevcut durumdaki buhar kazanının işletme maliyetleri ve tükettiği enerji miktarları gösterilmiştir. Mevcut durumdaki döner ızgaralı buhar kazanlarımız 8 bar basınç 30 ton / h buhar için saatte 1.562 TL harcamaktadır. Saatlik kömür ihtiyacı 4.221 kg/ h' tir. 1 ton kömür maliyeti 370 TL dir.

Çizelge 8.4. Mevcut durumdaki buhar kazanı analizi

Alçak Basınç LP Buhar Kazanı (8 barG, 30 ton/h)	
Kazan Çıkış Basıncı	8 bar
Alçak basınçlı Buhar	30.000 kg/h
Entalpi	2.773 kJ/kg
Kazan Giriş Suyu Entalpi	440 kJ/kg
Toplam Enerji	69.990.000 kJ
Termal Enerji	19.442 KWth
Kazan Enerji Çıkışı	16.716.820 kcal
Kazan Verimi	%88
Kazan Enerji İhtiyacı	18.996.386 kcal
Kömür Kalorisi	4500 kcal
Kömür İhtiyacı	4.221 kg/ h
Kömür Maliyeti	1562 TL / h
Ton buhar başına kömür	139 kg/ton

8.3. Kojenerasyon Santrali Mali Hesaplamalar

Kojenerasyon maliyet hesabı yapılırken, bu santralin yatırım miktarı belirlenip işletme gelir ve giderlerini aynı zamanda yıllık santral geliri hesaplanarak sistemin kendini amorti süresi bulunmuştur. Santralde işletme gelirleri, ısı ve elektrik geliri olurken, işletme giderleri yağlama yağı, yakıt ve bakım giderleridir. Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat Fabrikası enerji tüketimlerini 8.1. bölümde belirlendi. 2018 yılı harcamalarına göre maliyet analizi yapılmıştır. Fabrika için buhar türbinli kojenerasyon sistemi seçilmiştir. Kojenerasyon sisteminde türbin ara çekişli kondenserli tip türbindir. Kazanda üretilen buhar askı ve supporlu boru hattı ile türbine iletilecektir. Türbine girecek olan 40 ton / saat, 68 bar, 480 derece buharın 30 ton / saat ara çekişten alınacak ve 8 bar basınçta fabrikaya gönderilecektir. Kalan 10 ton / saat ise enerjinin tamamını elektrik üretimi için harcayarak su soğutmalı kondenserde yoğunlaştırılacaktır. Türbin jeneratörü bu esnada 5 MWe elektrik üretecektir. Çizelge 8.5.'te gösterilmiştir.

Çizelge 8.5. Kojenerasyon türbin değerleri

Türbin Tipi	Çok kademeli,implus, ara çekişli kondenserli
Türbin giriş buhar basıncı (bar)	68
Türbin giriş buhar sıcaklığı (°C)	480
Türbine giriş buhar debisi (ton/ saat)	40
Türbin ara çekiş buhar basıncı (bar)	8
Türbin ara çekiş buhar debisi (ton / saat)	30
Türbin ara çekiş buhar sıcaklığı (°C)	275
Türbin egzoz buhar basıncı (bar)	0.08
Jeneratör çıkışında üretilen güç KW	5000

40 ton/saat, 68 bar akışkan yataklı kazandan 3,364 kJ / kg entalpi değeri elde edilir. Kazan giriş suyunun entalpisi 440 kJ / kg değerindedir. İşletme için gerekli olan buhar miktarı (8 bar, 30 ton/saat) türbin çıkışında ara çekişte alınır. 68 bar basınçtaki buhar için enerji ihtiyacı 31.044.938 kcal olarak hesaplanmıştır. Kullanılan soma kömürünün alt ısıl değeri 4500 kcal / kg 'dır. Satte 4829 kg kömüre ihtiyaç vardır.

Kömür maliyeti 1 ton için 370 TL' dir. Çizelge 8.6.'de türbin ve kazan bilgileri gösterilmektedir.

Çizelge 8.6. Buhar kazanı ve türbin bilgileri

Kojenerasyon: AYK 40 ton / h- 68 bar HP Buhar Kazanı	
Kazan Çıkış Basıncı	68 bar
Kazan Buhar Debisi	40.000 Kg/h
Kazan Buhar Entalpisi	3,364 kJ / kg
Kazan Giriş Suyu Entalpisi	440 kJ / kg
Toplam Enerji	116.960.000 kJ
Termal Enerji	32.489 KWth
Kazan Enerji Çıkışı	27.940.444 kCal
Kazan Verimi	% 90
Kazan Enerji ihtiyacı	31.044.938 kCal
Kömür Kalorisi	4500 kCal / kg
Kömür ihtiyacı	6.899 kg / h
Kömür maliyeti	2.553 TL / h
Ton Buhar Başına Kömür	172 kg / ton
Türbin Ara Çekiş Basıncı ve Buhar Çekişi	8 bar, 30.000 kg / h

Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat Fabrikası için planlanan kojenerasyon sisteminin şematik gösterimi şekil 25'te gösterilmiştir. Degazör tankından kazana su 105 °C ve saatte 40 ton olarak gelmektedir. Saatte 6,8 ton kömür yakılarak su buhar haline getirilir. 68 bar 480°C' olarak kazanı terk eden buhar türbin kanatçıklarını hareket ettirmektedir. Kanatçıklardan çıkan buhar enerjisinin bir kısmını kaybederek yoğunlaşmaya başlamıştır. Faydalı olarak işletme içinde kullanılacak olan buhar 27,5 ton /saatlik kısmı işletmeye 8 bar olarak gönderilmiştir. Ara degazör tankından ilave edilen 2,5 ton/saat lik su ile işletmeye toplamda 30 ton/saat ve 8 bar buhar gönderilmiştir. Türbin kanatçıklarına çarpan buharın 10 ton / saat' lik kısmı kondensere gönderilerek yoğunlaştırılmış olup ara ısıtıcılardan geçirilerek tekrar degezör tankına gönderilecektir. Şekil 8.4.'te kojenerasyon sistemi ısı balans diyagramı verilmiştir.

Fizibilite hesabı yapacak olursak aşağıdaki çizelge 8.7.'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Kojenerasyon sisteminde 1 KW elektrik maliyeti 0,24 TL olarak hesaplanmıştır. Çizelge 8.7.'de kojenerasyon sisteminin yatırım maliyetleriyle beraber 3,65 yılda kendini amorti ettiği gözükmiştir. Teklif aldığımız firma toplamla 3.550.000 Euro yatırım maliyeti hesaplamıştır. Yatırım maliyetinin içinde akışkan yataklı kazan, kızdıracı, ekonomizer, degazör, kül çıkartma sevk sistemi, torbalı filtre, sistem fanları, çift cidarlı çelik baca, hava gaz kanalları, kömür besleme sistemi, günlük kömür silosu, kum ve kireç siloları, start up brülörleri, pompalar, kontrol vanaları, emniyet vanaları, transmitterler, elektrik ve otomasyon, Simens SST 110 ara çekişli buhar türbini, jeneratör ve montaj içermektedir. Yıllık kazancımız fabrika için 972.053 TL'dir..

$$\text{Kömür farkı: AYK kömür ihtiyacı} - \text{LP kömür ihtiyacı} \quad (8.6)$$

$$\text{Kömür farkı: } 6899 - 4221 = 2677 \text{ kg/h}$$

$$\text{Birim kW maliyeti: Kömür parasal Değeri} / \text{Net üretim farkı} \quad (8.7)$$

$$\text{Birim kW maliyeti: } 991 / 4100 = 0,241 \text{ TL} / \text{kWh}$$

$$\text{kW elektrik için kazanç: Şebeke enerji maliyeti} - \text{Birim kW maliyeti} \quad (8.8)$$

$$\text{kW elektrik için kazanç: } 0,420 - 0,241 = 0,179 \text{ TL}$$

$$\text{Yıllık Kazanç: } 1\text{ kW elektrik için kazanç} \times \text{Yıllık çalışma} \times \text{Net üretim farkı} \quad (8.9)$$

$$\text{Yıllık kazanç: } 0,179 \times 8000 \times 4100 = 5.871.200 \text{ TL}$$

$$\text{Statik geri ödeme süresi: Toplam yatırım maliyet farkı} / \text{Yıllık kazanç} \quad (8.10)$$

$$\text{Statik geri Ödeme Süresi: } 3.550.000 / 972.053 = 3,6 \text{ Yıl}$$

$$\text{Dinamik geri ödeme süresi: } \frac{\ln \frac{Gi}{Gi - Gyf}}{\ln(1+f)} \quad (8.11)$$

Burada, Gi toplam yıllık kazanç, Gy yatırım maliyeti, f yıllık faiz oranıdır.

$$\text{Dinamik geri ödeme süresi: } \frac{\ln \frac{972053}{972053 - 3550000 * 0,0125}}{\ln(1 + 0,0125)} = 3,7 \text{ yıl}$$

Faiz oranı T.C Merkez Bankası verilerinden %1,25 olarak alınmıştır.

Çizelge 8.7. Kojenerasyon fizibilite hesabı

Fizibilite Hesabı	
Kömür Farkı	2.677 kg/h
Kömür Fiyatı	370 TL / ton (2018 YILI)
Kömür Parasal Değeri	991 TL / h
Koijen Türbin Elektrik Üretimi	5000 kW
İç ihtiyaç artışı farkı (LP/HP kazan farkı)	900 kW
Net üretim farkı	4100 kW
Birim kW Maliyeti	0,241 TL/ kWh
Şebeke Enerji Maliyeti	0,420 TL / kWh (2018 YILI)
1kW elektrik için kazanç	0,179 TL
Yıllık Çalışma	8000 saat
Yıllık Kazanç	5.871.200 TL
1 €	6,04 € (31 aralık 2018)
Yıllık Kazanç (€)	972.053 €
Kazan Yatırımı HP/LP Maliyet Farkı	2.000.000 EURO
Türbin Maliyeti	1.550.000 EURO
Toplam Yatırım Maliyet Farkı	3.550.000 EURO
Statik Geri Ödeme Süresi	3,65 yıl
Dinamik Geri Ödeme Süresi	3,7 yıl

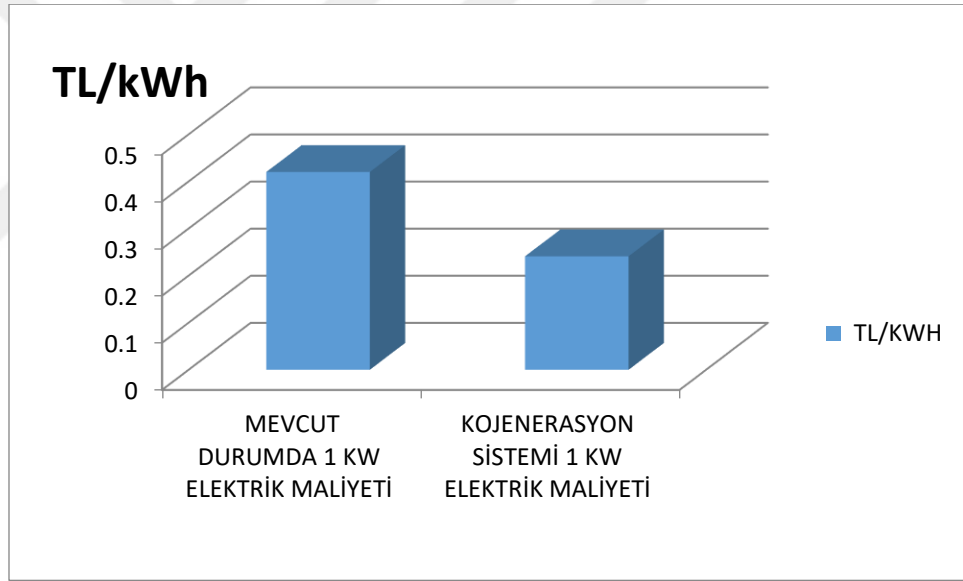
Şekil 8.5.'te 1 kw maliyetleri grafik üzerinde gösterilmiştir. Grafiğe göre mevcut durumda 1 kw elektrik maliyeti 0,42 TL iken kojenerasyon sisteminde bu maliyet 0,241 TL olacaktır. Fabrika mevcut durumda 2018 yılı kömür ve elektrik maliyeti toplamı 17.497.676,6 TL olarak hesaplanmıştır (bölüm 8.1). Eğer kojenerasyon sistemi kurulu olsaydı ve fabrika tam kapasite tüketimde bu rakamı hesaplırsak;

Kömür saatlik parasal değeri: 991 TL/h

Yıllık kömür maliyeti: 991 x 8000 saat = 7.928.000 TL

Tam kapasitede hem elektrik hem kömür maliyeti toplamda 7.928.000 TL olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak sadece fabrika için değil Türkiye ekonomisine enerji verimliliği konusunda yatırımlar yapılmalıdır. Devlet teşvikleri artırmalı ülke ekonomisi için üretim artmalıdır. Dünyada savaş sebebi olarak görülen enerji verimli bir şekilde kullanılmalıdır. Kojenerasyon sistemine yapılacak bu yatırım ile enerji maliyeti düşecek olup, enerjiye harcanan para makinalara harcanarak rekabet gücünü artırma imkanı sağlayacaktır. Katma değeri daha yüksek ürünler elde edilerek rakip firmalar karşısında önemli bir koz elimizde olacaktır. Ülke ekonomisine katkısı ciddi oranda artış gösterecektir. Dünya üzerinde firmaların ticaret savaşları verdiği şu dönemde girdi maliyetleri mutlaka düşürülmeleri ve verimliliğe gereken hassasiyet gösterilmelidir.



Şekil 8.5. Enerji maliyet analizi

8.4. Güneş Enerjisi Mali Hesaplamalar

Artan enerji maliyetleri ve küresel ısınmanın artmasıyla birlikte ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. Güneş enerjisinin yatırım maliyetleri teknolojinin ilerlemesiyle birlikte her geçen yıl düşüş göstermektedir. Türkiye’de güneş enerjisi kullanımı ile ilgili teşvik amacıyla birçok yasa vardır. 12 Mayıs 2019 yılında resmi gazete yayınlanan 30772 sayılı elektrik piyasalarında lisansız

elektrik üretim yönetmeliği yanlandı. Buna göre aylık mahsuplaşma resmileşmiş oldu. Yönetmeliğe göre işletmeler ya da vatandaşlar lisans alma ya da şirket kurma zorunluluğu olmadan daha fazla elektrik üretebilecek. Mesken aboneleri için 10kW, tüm işletmeler ve kamu kurumlarında 5 MW 'a kadar kurulacak enerjinin öz tüketim fazlasının satılabilmesi imkanı getirildi. Buna göre hafta sonu veya resmi tatil günlerinde kapalı olan fabrika ürettiği elektrik enerjisini şebekeye verip satabilir.

Kilim Grup Kartaltepe Mensucat Fabrikası 4 mw kurulu güce sahip bir güneş enerji santralinin ekonomik analizleri yapılmıştır. Bu santral fabrikanın sadece elektrik ihtiyacını karşılayacaktır.

Edirne Kilim Group Kartaltepe Mensucat Fabrikası için 1 adet 2.323 kWp'lık proje kapasitesine dayalı fiyat teklifi alınmış olup inceleme yapılmıştır (EK- B). Teklif aldığımız firma 698 dolar / kWp fiyat belirlemiş olup toplam maliyet 1.623.000,00 dolardır.

Teklifin içeriği Ek –A 'da verilmiştir. Anlaşmaya göre hafriyat işleri, enerji nakil hatları, arazi imar başvuruları, ruhsat takibi, tüm resmi harçlar ve tüm vergiler haricinde harcamalar yüklenici firmaya aittir.

8.4.1. Kilim Group Kartaltepe Fabrikası Pvsyst Programıyla Analizi

Kilim Group Kartaltepe Mensucat T.A.Ş Fabrikasının kordinatları, istenilen kapasite, invertör markası ve güneş paneli girildiğinde analiz yapmakta ve kayıpları bize göstermektedir. Şekil 8.6.'da fabrika için 4 MW gücünde güneş enerjisi tesisi için konumu belirtilmiştir. 41.7 ° kuzey 26.43 ° doğu konumundadır. Paneller en verimli 30 ° olacak şekilde yerleştirilmiştir. PV modüller Csun 270- 60M QSAR modeli seçilmiş olup toplamda 14812 adet modül sayısına ihtiyaç vardır. Gerekli olan alan 24049 m²'dir.

İnverter olarak SUN200-60KTL-HV-D1 model Huawei marka seçilmiştir. Toplam güç 3090 kWac dir. Yaklaşık 206 adet invertör gereklidir. Şekil 8.6.'da Pvs programında girdi verileri gösterilmiştir.

PVSYS V8.84		25/09/19		Page 1/4	
Grid-Connected System: Simulation parameters					
Project :	Fabrika				
Geographical Site	Kartal Fabrika	Country	Turkey		
Situation	Latitude	41.70° N	Longitude	26.43° E	
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+3	Altitude	71 m	
Meteo data:	Kartal Fabrika	Meteonorm 7.2 (1983-1999), Sat=100% - Synthetic			
Simulation variant :	New simulation variant				
	Simulation date	25/09/19 21h18			
Simulation parameters	System type	No 3D scene defined, no shadings			
Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth	0°	
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm	
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	No Shadings				
User's needs :	Unlimited load (grid)				
PV Array Characteristics	Si-mono	Model	CSUN 270-60M QSAR		
PV module	Manufacturer	CSUN Solar			
Original PVsyst database	In series	23 modules	In parallel	644 strings	
Number of PV modules	Nb. modules	14812	Unit Nom. Power	270 Wp	
Total number of PV modules	Nominal (STC)	3999 kWp	At operating cond.	3578 kWp (50°C)	
Array global power	U mpp	647 V	I mpp	5530 A	
Array operating characteristics (50°C)	Module area	24049 m²			
Total area	Model	SUN2000-60KTL-HV-D1			
Inverter	Manufacturer	Huawei Technologies			
Original PVsyst database	Operating Voltage	600-1480 V	Unit Nom. Power	60.0 kWac	
Characteristics			Max. power (=>30°C)	66.0 kWac	
Inverter pack	Nb. of inverters	206 * MPPT 25 %	Total Power	3090 kWac	
			Pnom ratio	1.29	
PV Array loss factors	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s	
Thermal Loss factor	Global array res.	2.0 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC	
Wiring Ohmic Loss			Loss Fraction	-0.8 %	
Module Quality Loss			Loss Fraction	1.0 % at MPP	
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	0.10 %	
Strings Mismatch loss	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05	
Incidence effect, ASHRAE parametrization					

Şekil 8.6. Pvsyst programında girdi verileri

Şekil 8.7.'de toplam üretilen enerji 5253,6 MWh/yıl enerji üretmektedir. Aylara göre toplam kayıplar ve üretilen enerji miktarı gösterilmektedir. Yaz aylarında üretilen enerji artmakta olup ısınan panellerle birlikte kayıplarda artmaktadır. Grafiklerde de görüldüğü gibi aylara göre güneşin geliş açısına göre ve gündüz gece oranına bağlı olarak üretilen elektrik enerjisi değişiklik göstermektedir. Yaz aylarında güneşlenme süresi uzadığı için elektrik üretimi daha yüksektir.

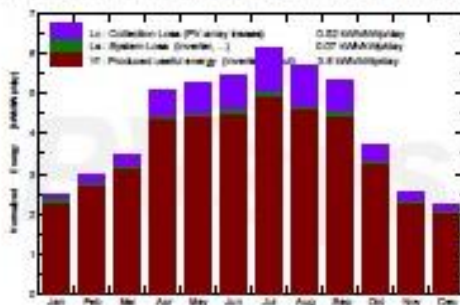
Grid-Connected System: Main results

Project : Fabrika
Simulation variant : New simulation variant

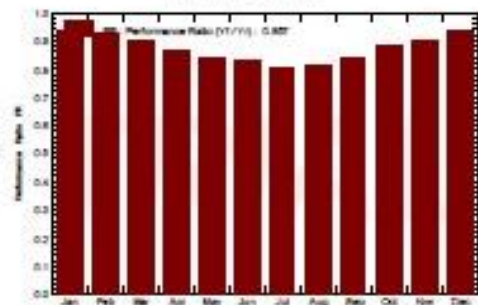
Main system parameters		System type	No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation		tilt	30°	azimuth 0°
PV modules		Model	CSUN 270-60M QSAR	Pnom 270 Wp
PV Array		Nb. of modules	14812	Pnom total 3988 kWp
Inverter		Model	SUN2000-60KTL-HV-D1	Pnom 60.0 kW ac
Inverter pack		Nb. of units	51.5	Pnom total 3080 kW ac
User's needs		Unlimited load (grid)		

Main simulation results	Produced Energy	5264 MWh/year	Specific prod.	1314 kWh/kWp/year
System Production	Performance Ratio PR	85.73 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 3988 kWp



Performance Ratio PR



New simulation variant Balances and main results

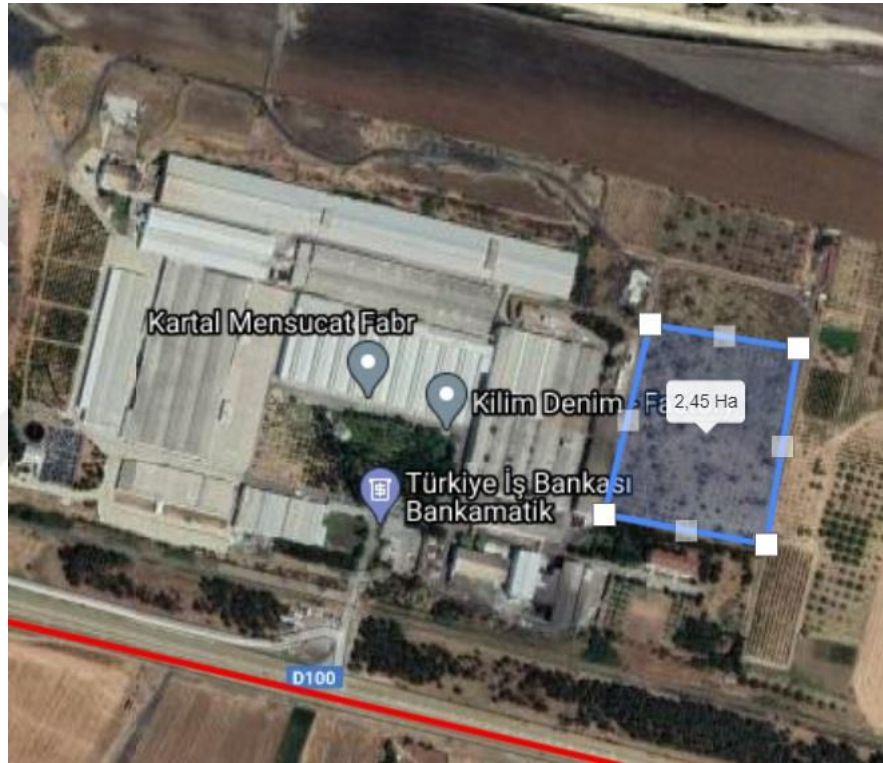
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	49.1	25.21	2.80	77.4	75.3	294.9	289.2	0.934
February	62.5	37.05	4.73	82.9	80.5	313.0	306.9	0.926
March	92.2	57.74	8.82	107.8	104.5	395.2	387.3	0.898
April	138.1	60.16	12.99	151.7	147.1	532.7	521.8	0.860
May	164.9	86.37	18.92	162.9	157.6	560.6	549.2	0.843
June	170.7	89.40	22.90	163.3	157.9	551.6	540.2	0.827
July	193.4	81.05	26.02	189.8	183.8	624.1	611.2	0.805
August	168.1	83.52	26.16	176.7	171.4	586.9	574.8	0.813
September	133.9	59.70	20.15	159.7	155.2	546.3	535.3	0.838
October	88.4	51.56	15.06	114.8	111.2	412.5	404.4	0.881
November	52.5	29.54	9.26	76.6	74.4	282.1	276.4	0.902
December	43.1	24.28	4.32	68.8	66.8	262.2	257.0	0.934
Year	1356.9	685.58	14.40	1532.3	1485.7	5362.1	5253.6	0.857

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 DiffHor Horizontal diffuse irradiation EArray Effective energy at the output of the array
 T_Amb T.amb. E_Grid Energy injected into grid
 GlobInc Global incident in col. plane PR Performance Ratio

Şekil 8.7. Pvsyst programında aylara göre enerji üretimi

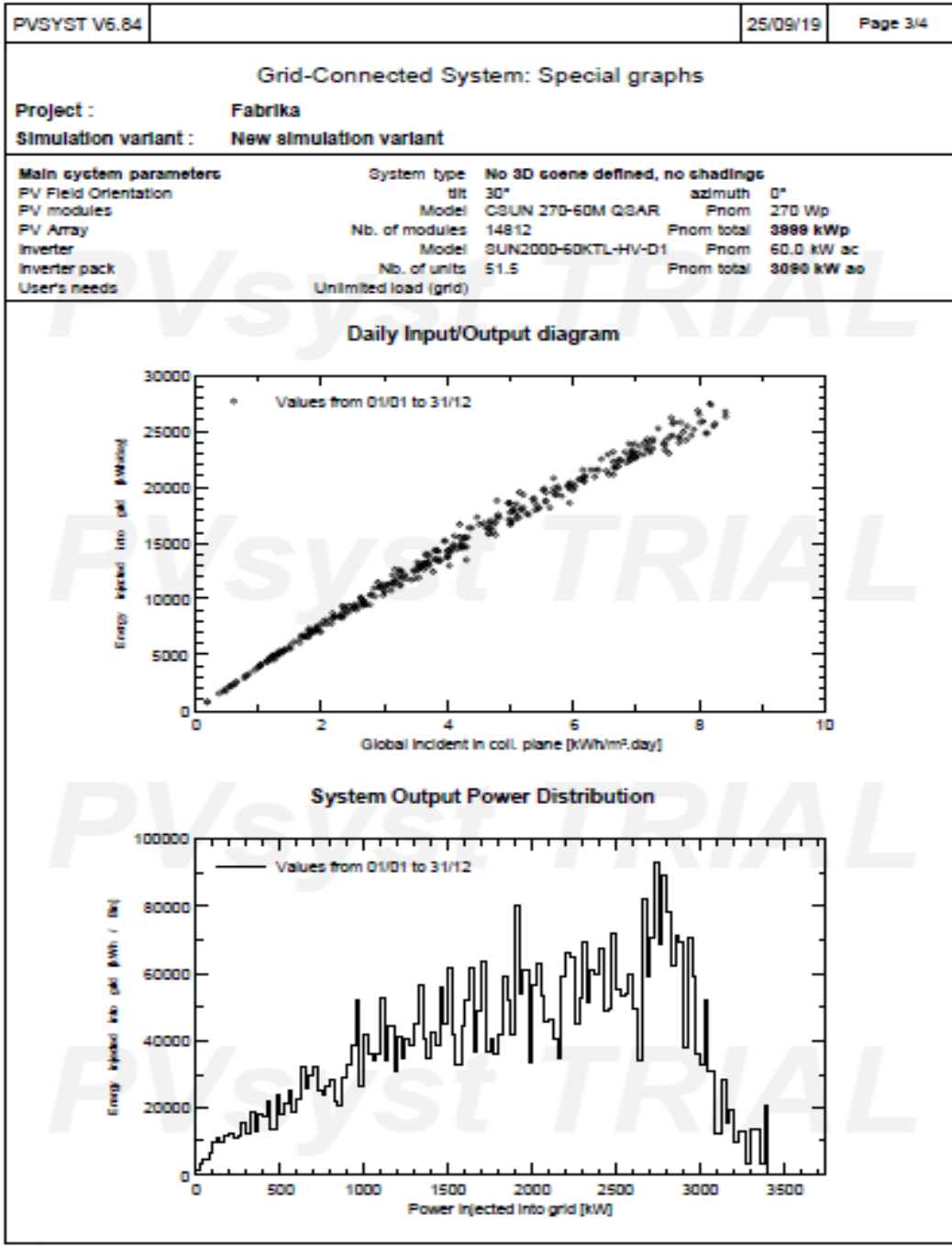
Kilim Group Kartaltepe Mensucat Fabrikaası için incelediğimizde kurulu gücün 4 Mw olduğunu düşünürsek bu fabrikanın tüm elektrik ihtiyacını karşılamaz. 4 Mw bir güneş enerji santralının yıllık bakım maliyeti yaklaşık olarak 12.000 dolar kadardır..

Fabrikanın konumu ve arazi yapısı güneş enerji santrali için oldukça uygundur. Çatı üstüne kurulacak santral ısınmasının yüksek olmasından dolayı ve bakım onarım işlerinin daha zor olacağı için tercih edilmemektedir. Isınma arttıkça panellerdeki verim düşmektedir. Şekil 8.8.'de güneş panellerinin kurulacak alan gösterilmiştir. Pvs programında bu alan 24000 m² olarak belirlenmiştir.



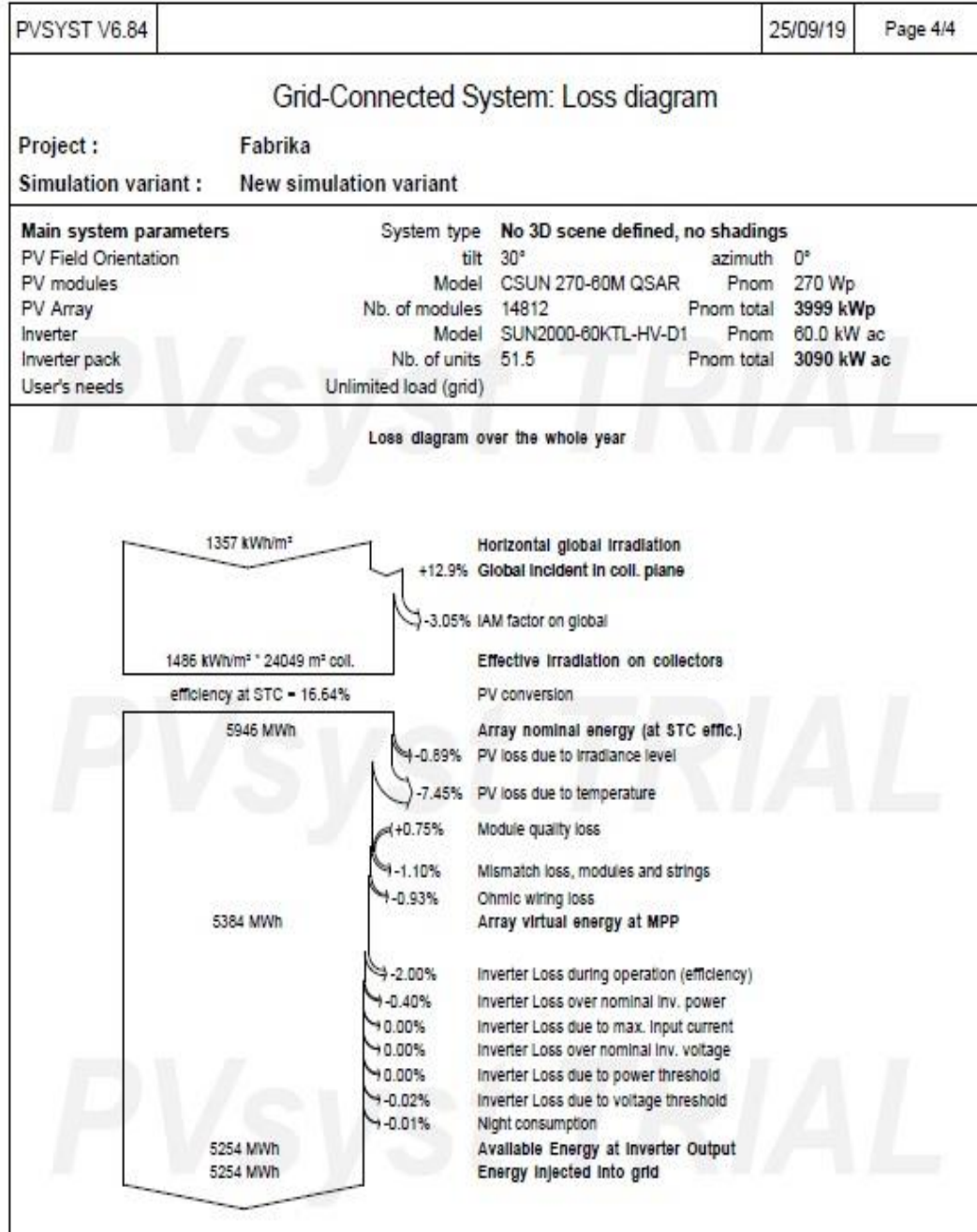
Şekil 8.8. Güneş enerji santralinin kurulum alanı

Şekil 8.9.'da Pvs programında sistem çıkış gücü dağılımı ve günlük giriş çıkış diyagramı verilmiştir. Grafikte günlük güneşlenme süresi arttığında (kWh/m².gün) üretilen enerji miktarı artmaktadır (kWh/gün).



Şekil 8.9. Pvsyst programında sistem çıkış gücü dağılımı ve günlük giriş çıkış diyagramı.

Şekil 8.10.'da sistemin kayıpları gösterilmiştir. Buna göre Küresel faktörler -% 3,05, PV irrasiyasyon nedeniyle kayıplar -%0,89, Sıcaklık kayıpları -%7,45, kablolama kayıpları -% 0,93, uyumsuzluk kaybı -%1,1, operasyon sırasında invertör kaybı -% 2, normal invertör üzerindeki kayıp güç -% 0,4, gece eşliğine bağlı invertör kaybı -% 0,02 olarak gösterilmiştir.



Şekil 8.10. Güneş enerji sistemi kayıpları

8.4.2. Güneş Enerji Santrali Fizibilitesi.

Pvsyst programında yıllık olarak 4 MW için yıllık üretilen elektrik 5253,6 MW olarak hesaplanmıştır. Fabrikanın 2018 yılında aylara göre elektrik tüketimi çizelge 8.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 8.8. 2018 yılı aylara göre tüketilen elektrik miktarı.

	TÜKETİLEN ELEKTRİK (kW)
OCAK	3.029.206,95
ŞUBAT	2.639.753,55
MART	2.676.183,30
NISAN	2.638.581,75
MAYIS	2.732.458,05
HAZIRAN	2.595.839,40
TEMMUZ	2.846.283,30
AĞUSTOS	1.919.115,45
EYLÜL	2.500.734,60
EKİM	2.319.710,40
KASIM	2.615.571,00
ARALIK	2.616.534,90
TOPLAM	31.129.972,65

Çizelgeye göre yıllık 31.129.972,65 kW elektrik tüketimi gerçekleşmiştir. GES santrali için Csun 270- 60M QSAR santralin polikristalin hücreler seçilmiş olup panel datasheet (EK – C, EK – D, EK – E, EK – F)'de gösterilmiştir.

Bu santrallere 25 yıl ömür verilmektedir. Fizibilite raporuna bakacak olursak çizelge 8.9.'da gösterildiği gibidir.

Çizelge 8.9. Güneş enerji santrali fizibilitesi

Dönem	Yıl	Verim	Üretim (MW)	Üretim Getirisi (\$)	İşletme Gideri (\$)	Net Kazanç	Yatırım Geri Dönüşü (\$)
1	2019	100,00	5253,60	420288,00	12000	408288,00	-2837712,00
2	2020	99,28	5215,77	417261,93	12000	405261,93	-2429424,00
3	2021	98,56	5177,95	414235,85	12000	402235,85	-2024162,07
4	2022	97,84	5140,12	411209,78	12000	399209,78	-1621926,22
5	2023	97,12	5102,30	408183,71	12000	396183,71	-1222716,44
6	2024	96,40	4918,61	393489,09	12000	381489,09	-826532,74
7	2025	95,68	5026,64	402131,56	12000	390131,56	-445043,64
8	2026	94,96	4988,82	399105,48	12000	387105,48	-54912,09
9	2027	94,24	4950,99	396079,41	12000	384079,41	332193,40
10	2028	93,52	4913,17	393053,34	12000	381053,34	716272,81
11	2029	92,80	4559,42	364753,50	12000	352753,50	1097326,15
12	2030	92,08	4837,51	387001,19	12000	375001,19	1450079,65
13	2031	91,36	4799,69	383975,12	12000	371975,12	1825080,84
14	2032	90,64	4761,86	380949,04	12000	368949,04	2197055,95
15	2033	89,92	4724,04	377922,97	12000	365922,97	2566005,00
16	2034	89,20	4686,21	374896,90	12000	362896,90	2931927,97
17	2035	88,48	4648,39	371870,82	12000	359870,82	3294824,86
18	2036	87,76	4610,56	368844,75	12000	356844,75	3654695,68
19	2037	87,04	4572,73	365818,68	12000	353818,68	4011540,43
20	2038	86,32	4534,91	362792,60	12000	350792,60	4365359,11
21	2039	85,60	4497,08	359766,53	12000	347766,53	4716151,71
22	2040	84,88	3817,12	305369,83	12000	293369,83	5063918,24
23	2041	84,16	4421,43	353714,38	12000	341714,38	5357288,07
24	2042	83,44	4383,60	350688,31	12000	338688,31	5699002,45
25	2043	82,72	4345,78	347662,23	12000	335662,23	6037690,75

Güneş panellerinde her yıl üretim kapasiteleri düşme göstermektedir. Çizelge 8.9.'da 25 yıllık kapasite düşme miktarları da gösterilmiştir. Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat Fabrikası 2018 yılı elektrik kullanım miktarı 31.129.972,65 kWh tir. Mali değeri 12.135.945,4 TL olup 2018 aralık kurunda 1 dolar 5.29 dolardır. Yani 2018 yılı elektrik maliyeti toplamı 2.294.129,5 dolardır.

Güneş enerjisi kurulumu yapılacağı zaman o bölgenin yıllık güneşlenme süresinin ve yatırım yapılacak tesisin çalışma saatinin çok iyi bir şekilde hesaplanmalı.

Enerji bakanlığı mahsuplaşma adına çalışmalar yapmaktadır. Yani fazla üretim olan enerjii şebekeye verip ihtiyaç olduğunda tekrar alınabilir. Örneğin hafta sonları bayramlarda kapalı olan işletmeler elektrik üretmeye devam edebilirler.

4 MW güneş enerji santralının yatırım maliyeti 3.246.000 dolardır. Tesiste kurulu olan güneş enerjisi elektrik maliyetimizin ilk yıl 408.288 dolar kazanç sağlamakta. Toplam elektrik ihtiyacının % 16,8 kadar miktarını karşılayacaktır. Geri ödeme süresi 8 yıl olarak belirlenmiştir. 25 yılda toplam olarak 118.888 MW elektrik üretecektir. Güneş enerji santralının yapılan temizlik ve hava koşullarına göre üreteceği enerji değişiklik gösterebilir. Hesaplamalar yapılırken optimum değerler ele alınmıştır.

Güneş enerji sistemi fabrikanın karbon salınım oranı düşürmektedir. Fakat en büyük dezavantajı günlük güneşleme süresine göre değişiklik göstermektedir.

8.5. Rüzgar Enerjisi Mali Hesaplamalar

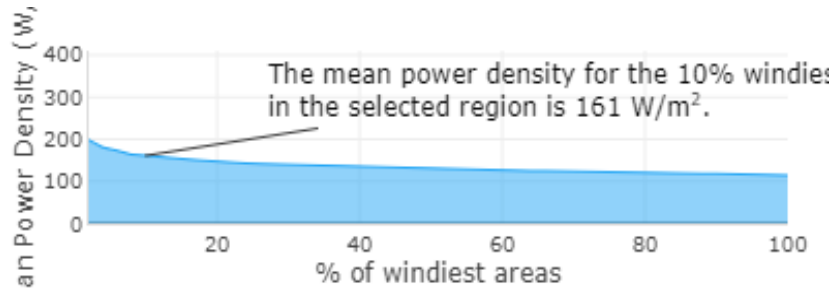
Kilim Group Kartaltepe Mensucat T.A.Ş Fabrikası için 4 MW gücünde bir rüzgar türbini kurulması için bölgenin konuma bağlı olarak rüzgar hızının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu tespit <https://globalwindatlas.info/area/Turkey/Edirne> web adresinden yararlanılarak küresel rüzgar atlasından bakılmıştır.

Şekil 8.11.'de fabrika konumunda 50 m yükseklikte rüzgar hızı ortalama 4,65 m/s olarak gösterilmiştir. Ekonomik analiz yaparken bu rüzgar hızına göre hareket edilmiştir. Daha öncede bahsettiğimiz gibi yıllık ortalama 4,65 m/s hızda rüzgara sahip bir bölgede rüzgar enerjisini kullanmak verimli değildir.



Şekil 8.11. Fabrika konumunda ortalama rüzgar hız

Şekil 8.12.'de rüzgar fabrika konumunda m^2 'de üretilecek enerji grafiği gösterilmiştir. Seçilen bölgede en rüzgarlı % 10 ortama için güç yoğunluğu $161 W/m^2$ 'dir.



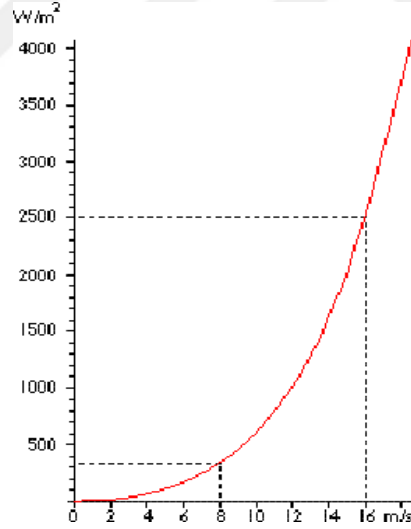
Şekil 8.12. Rüzgar enerjisi grafiği (W/m^2) (Global Wind Atlas, 2018)

Şekil 8.13.'de rüzgar gülünün frekansı verilmiştir. Hangi yönde rüzgar eseceğini göstermek için kullanılan bir şekildir



Şekil 8.13. Rüzgar gülü frekansı

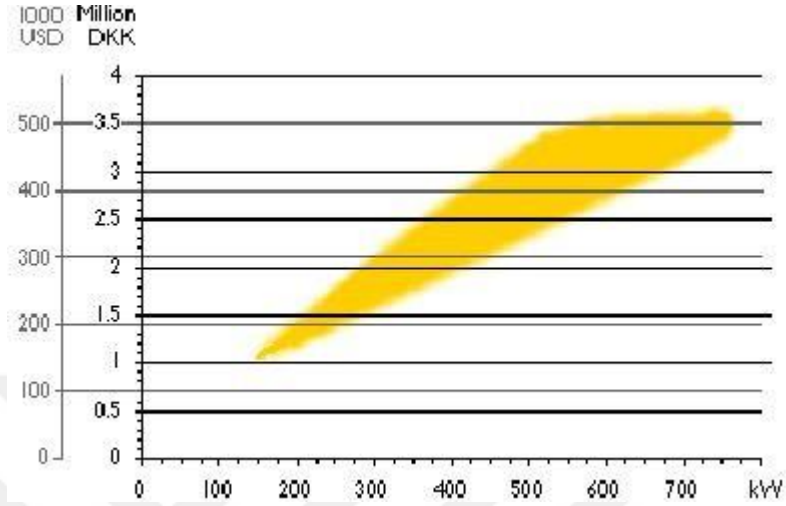
En çok rüzgar kuzeyden güney yönüne doğru esmektedir. Bu oran % 20 civarındadır. Güney yönünden kuzey yönüne doğru esen rüzgar miktarı oldukça azdır. Rüzgar hızındaki değişimler enerji üretimine çok büyük etkisi vardır. Elde edilecek enerji rüzgar hızının küpüyle doğru orantılıdır. (7.22.) Rüzgar hızına bağlı enerji değişim şekil 8.14.'te gösterilmektedir.



Şekil 8.14. Rüzgar hızına bağlı olarak elde edilen enerji (Ağçay, 2007)

Rüzgar türbin fiyatlarına bakıldığında şekil 8.15.'teki gibidir. Generatör gücüne bağlı olarak fiyatlar değişmektedir. Generatör gücüne bağlı olarak rotor çapı ve kule yüksekliği değişmekte olup artıka fiyatlar yükselmektedir. Kule yüksekliği 1 metre

artığında fiyatlarda ortalama 1500 dolar artış göstermektedir. (Danimarka rüzgar endüstri kurumu)



Şekil 8.15. Rüzgar türbini fiyat-güç eğrisi (Ağçay, 2007)

Grafiği incelediğimizde 200 kW gücünde ki rüzgar türbini ile 800 kW gücündeki rüzgar türbinini maliyet olarak karşılaştırırsak, gücün 4 kat artmasına karşın fiyatın kabaca 2,5 kat arttığı görülür. Bunun sebebi 200 kw bir türbin inşaatı ile 800 kw türbin inşaatı maliyetinin neredeyse aynı olmasıdır. Bundan dolayı tek türbin yerine birden çok türbinle oluşturulacak rüzgar tarlası ekonomik olarak daha avantajlıdır. Rüzgar santralının kurulumunda her bir kw için yatırım maliyeti 1000 dolar kadardır. Örneğin 4000 kW santral için kurulum maliyeti $4000 \times 1000 = 4.000.000$ dolar olarak hesaplanmaktadır. Bu sadece kurulum maliyeti olup üretim maliyetini kapsamamaktadır.

Modern bir rüzgar türbini 20 yıl ömür ve 120.000 saat çalışmasına göre hesaplar yapılmaktadır. Türbin yıllık bakım maliyeti 0,001 dolar/kw olarak hesaplanmaktadır.

Kilim Grup Kartaltepe Mensucat Fabrikasında yıllık rüzgar hızı ortalama olarak 4,65 m/s olduğu belirlendi. Bu hızda rüzgar türbinleri verimli olarak çalışmamaktadır. Şekil 8.16.'da bazı markalara ait rüzgar hızına bağlı olarak ürettikleri güç miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 8.10. Gamasa G128-4,5 MW teknik özellikleri

Anma Gücü	4500 kW
Kesme Rüzgar Hızı	1 m/s
Anma Rüzgar Hızı	12 m/s
Boşaltma Rüzgar Hızı	27 m/s
Hayatta Kalma Rüzgar Hızı	57 m/s
Çap	128 m.
Temizlenmiş Bölge	12.868 m ²
Bıçakların Sayısı	3
Tür	62.6
Malzeme	GFK/CFK
Üretici Firma	Gemasa
Güç Yoğunluğu 1	349,7 W/m ²
Güç Yoğunluğu 2	2,9 m ² / kW

Şekil 8.17.'de türbin verilerine bakarak rüzgar hızının yıllık ortalama 4,65 m/s göre üreteceği güç formül 7.22'deki gibi hesaplanır.

$$P = \frac{1}{2} \rho A u^3 C_p \quad (7.22)$$

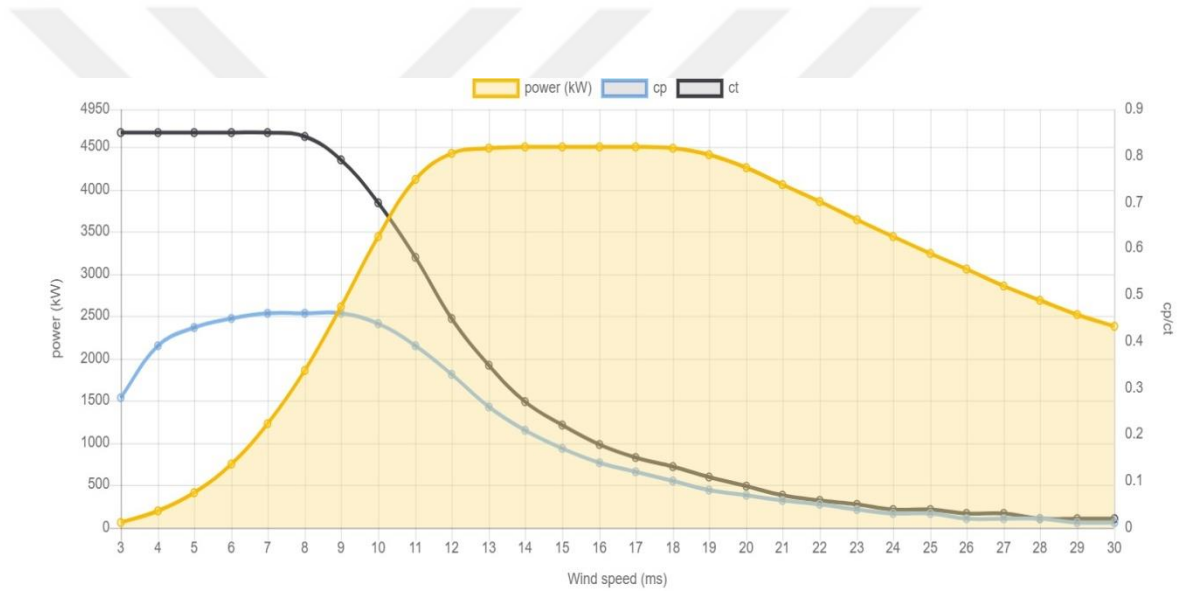
P= Güç (watt)

ρ = Yoğunluk (kg/m³)

A= Süpürme Alanı (m²)

u= Rüzgar hızı (m/s)

C_p= Rotor verimi.



Şekil 8.17. Gemasa G128-45 türbini güç eğrisi (Gemasa)

Şekil 8.17.'de görüldüğü gibi C_p yaklaşık olarak 0,4 olarak alınacaktır.

$$P = \frac{1}{2} \times 1,2 \times (4,63)^3 \times 0,4 \times 12868 = 309.758,49 \text{ Watt} = 310 \text{ kW} \quad (7.22)$$

Elde edilen güç miktarı 310 kW olup fabrika için türbin yatırımı yapılmayacak kadar azdır. Fabrika konumu itibariyle rüzgar hızı oldukça düşüktür. Yapılan yatırım saatlik elektrik ihtiyacının sadece % 7,6 oranında karşılayacaktır. Bu yüzden yatırım maliyetlerini çok uzun sürede amorti edecektir. Rüzgar türbini kurulumu Kilim Group Kartaltepe Mensucat Fabrikası için uygun bir yatırım değildir.

Rüzgar türbin santralının fizibilite raporu çizelge 8.11.'de verilmiştir. Yatırım maliyeti 4.000.000 dolar olup saatte 310 kW elektrik üretmektedir. Yıllık 8000 saat çalışma olarak hesaplanmıştır. Rüzgar türbin santrallerinin çalışma ömrü 20 yıldır. Sistem kendini 21 yılda amorti etmektedir. Rüzgar türbin sistemi fabrika için uygun bir yatırım değildir.

Çizelge 8.11. Rüzgar türbin santrali fizibilite raporu.

Dönem	Yıl	Verim	Üretim (MW)	Üretim Getirisi (\$)	İşletme Gideri (\$)	Net Kazanç	Yatırım Geri Dönüşü (\$)
1	2019	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-3816600,00
2	2020	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-3633200,00
3	2021	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-3449800,00
4	2022	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-3266400,00
5	2023	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-3083000,00
6	2024	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-2899600,00
7	2025	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-2716200,00
8	2026	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-2532800,00
9	2027	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-2349400,00
10	2028	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-2166000,00
11	2029	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-1982600,00
12	2030	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-1799200,00
13	2031	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-1615800,00
14	2032	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-1432400,00
15	2033	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-1249000,00
16	2034	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-1065600,00
17	2035	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-882200,00
18	2036	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-698800,00
19	2037	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-515400,00
20	2038	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-332000,00
21	2039	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	-148600,00
22	2040	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	34800,00
23	2041	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	218200,00
24	2042	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	401600,00
25	2043	100,00	2480,00	198400,00	15000	183400,00	585000,00

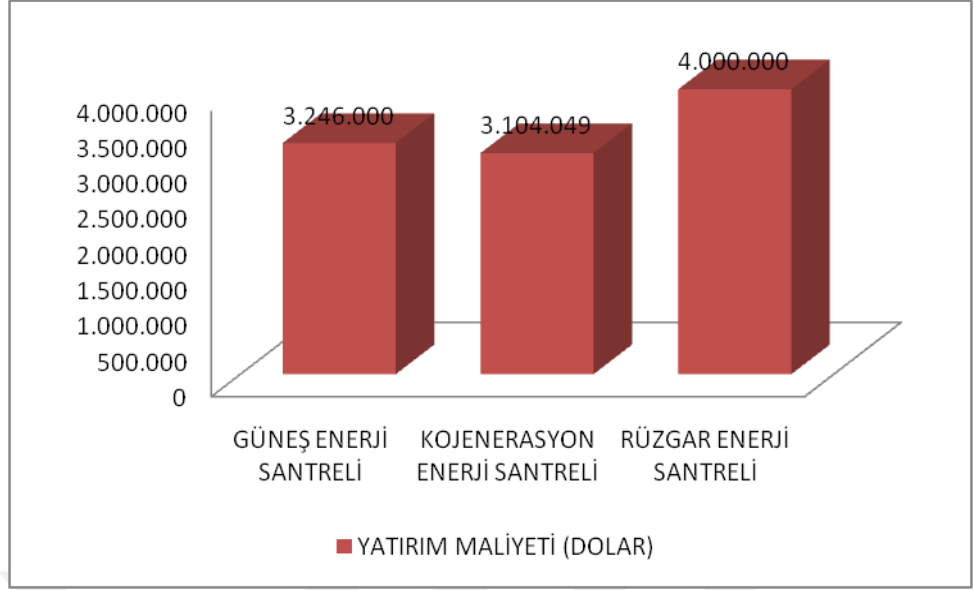
BÖLÜM 9

KOJENERASYON, RÜZGAR VE GÜNEŞ ENERJİSİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Kilim Group Kartaltepe Mensucat Fabrikası enerji ihtiyacını kojenerasyon sistemi, güneş enerji sistemi ve rüzgar enerjisi sistemi diğer bölümlerde incelenmiş olup rüzgar enerji sistemi fabrikanın bulunduğu konuma bağlı olarak uygun olmadığı görülmüştür. Bu inceleme de fabrikanın konumuna bağlı olarak rüzgar enerji sisteminin yatırım için uygun olmadığı gösterilmiştir. Kurulu güç olarak fabrikanın ihtiyacı olan 4 MW güç alınmış.

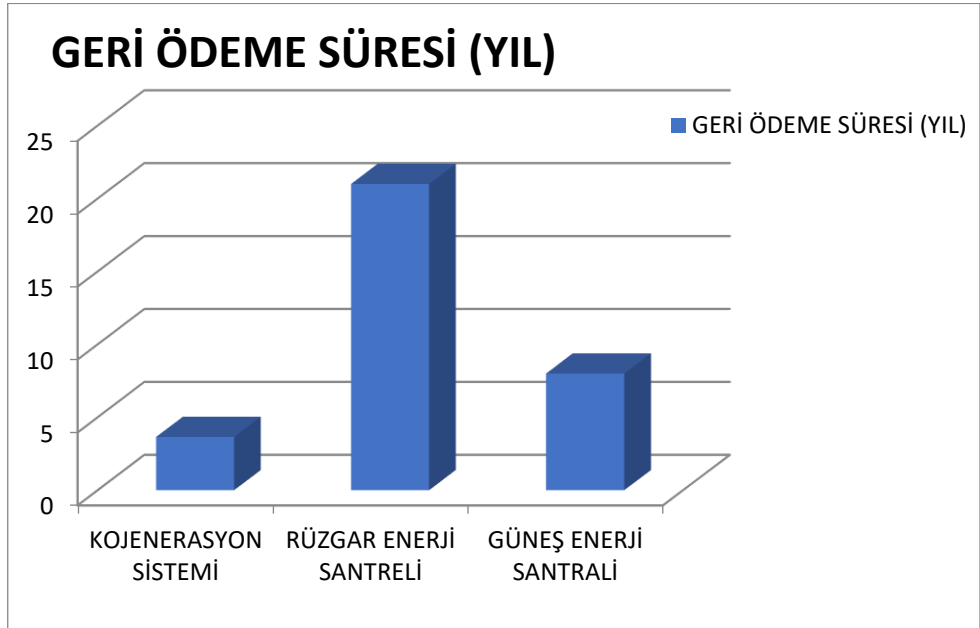
Kojenerasyon sisteminde hem buhar ihtiyacı hem de elektrik ihtiyacı karşılanacak olup, güneş enerji sistemi elektrik ihtiyacının % 16,8 kadarını, rüzgar türbin santrali %7,75 kadarını karşılamaktadır.

Şekil 9.1.'de fabrikanın ihtiyacı olan 4 mW gücündeki rüzgar, güneş ve kojenerasyon sisteminin yatırım maliyetleri gösterilmiştir. Buna göre güneş için yatırım maliyeti 3.246.000 Dolar rüzgar için 4.000.000 Dolar ve kojenerasyon sistemi için 3.104.049 Dolardır. Fakat daha önce belirtildiği gibi rüzgar enerjisi fabrikanın konumuna bağlı olarak rüzgar hızı düşük olduğu için rüzgar güç sanrelinin kurulması uygun değildir.



Şekil 9.1. 4 MW güneş, rüzgar ve kojenerasyon enerji sistemlerinin yatırım maliyeti

Şekil 9.2.'de 4 MW gücünde güneş enerji santralinin geri ödeme süresi gösterilmiştir. Buna göre kojenerasyon sistemi kendini 3,65 yılda, güneş enerji sistemi 8 yılda ve rüzgar türbin santrali 21 yılda amorti etmektedir.



Şekil 9.2. 4 MW kojenerasyon, GES ve RES geri ödeme süreleri

Kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajı dezavantajı şöyledir.

Kojenerasyon sisteminin avantajı ;

- Kalitesiz kömürler kojenerasyon tesislerinde değerlendirilir. Yani enerji ithalatı yapmadan yerli kaynaklar kullanılabilir.
- Maliyeti düşük elektrik üretimi sağlar ve atık buhar proseste kullanılabilir.
- Kömürün ulaşabileceği veya doğalgazın ulaşabileceği her alanda tesis kurulabilir.
- Su buharı sayesinde kesintisiz enerji üretimi sağlanabilir.
- Verimli olarak çalışırlar yatırım maliyetlerini kısa sürede amorti edebilirler.
- İşletmelerin enerji maliyetini düşürürler.

Kojenerasyon sisteminin dezavantajı;

- Enerji üretim sırasında meydana gelen atık gazlar suya, toprağa ve havaya karışarak canlılara zarar vermektedir.
- Ozon tabakasına zarar vererek küresel ısınmaya sebep olmaktadır.
- Bacalardan yayılan zararlı gazlar asit yağmurlarının oluşmasına neden olmaktadır. Asit yağmurları sonucunda da termik santralinin inşa edildiği bölgelerde ki toprakların yapısının bozulması ve verimin düşmesi gibi pek çok olumsuz durumla karşılaşmaktadır. Ayrıca asit yağmurlarının etkilediği başka canlılar da ağaçlardır. Ağaçların tahrip olması hayvancılığı da etkilemektedir.
- Santraller de yüksek sıcaklıklarda elde edilen buharın soğutulması amacıyla yer altı suları veya akarsular kullanılmaktadır. Santralde ki sıcak su ile soğuk su değişimi yapılarak ortam soğutulmaktadır. Çekilen soğuk su yerine bırakılan sıcak su bırakılan ortamdaki canlılara zarar vermektedir. Ayrıca bu su akarsu veya yer altı kaynaklarını kirletmekte ve yeşilliği de tahrip etmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajı;

- Temiz bir enerji üretimi sağlar
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına devlet destekleri bulunmaktadır.(EK – G)
- Su, hava ve toprak kirliliğinin azaltılmasını sağlar.
- Ozon tabakasına verilen zararı azaltmaktadır.
- Enerji kaynağı yenilenebilirdir. Yani tükenmez.
- Enerji üretiminde dışa bağıllığı yoktur.

- Yakıt, güvenlik maliyetleri azdır.
- Toplumsal ve ekonomik gelişmeyi desteklemektedir.
- Nükleer silahların artma riskini azaltmaktadır.
- Enerji tekellerinin kırılmasını sağlamaktadır

Yenilenebilir enerji kaynaklarının dezavantajı;

- Ulusal enerji politikalarında gerekli önem verilmemektedir.
- Teknolojileri konusunda yeteri kadar bilgi sahibi mühendis yetiştirilmemektedir.
- Kurulacak olan bölgelerin dünya üzerindeki konumu önemlidir her bölgeye kurulamaktadır.
- İklim olaylarından etkilenirler. (Gece gündüz süresi, rüzgar hızı, güneşlenme süresi gibi.)

Yenilenebilir enerji ve kojenerasyon sisteminin avantajları ve dezavantajları yukarıda gösterilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajı daha çok çevre üzerine etkisi iken kojenerasyon sisteminin avantajı ekonomik olarak daha fazla olduğu gözükmemektedir.

Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat T.A.Ş Fabrikasının bulunduğu konum itibari ile iki sistem üzerine yatırım yapılabilir. Fakat özellikle Avrupa' ya yapılan ihracat müşterileri yakın zamanda sipariş vermek için karbon salınımına bağlı olarak yenilenebilir enerji kaynağı kullanmayı zorunlu hale getireceklerdir. Bu yüzden kurulacak bir enerji tesisi için her adım çok iyi planlanmalıdır. Girdi maliyetleri ve karbon salınım miktarı optimum seviyede olmalıdır.

Sanayinin en büyük girdi kalemlerinden biri olan enerji maliyetleri kurulacak olan bir kojenerasyon sistemiyle veya yenilenebilir enerji sistemleriyle maliyeti oldukça düşürecektir.

BÖLÜM 10

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışmasında Kilim Grup Kartaltepe Mensucat T.A.Ş enerji maliyetlerini azaltmak amacıyla fabrikanın konumuna göre rüzgar, güneş ve kojenerasyon enerjisinin mali analizleri yapılmıştır. Yapılan mali analizler sonucunda kojenerasyon sistemi yatırım maliyetini en kısa sürede amorti etmektedir. Rüzgar enerjisinin ise fabrikanın konumuna bağlı olarak rüzgar hızı düşük bulunmuştur. Yıllık ortalama 4,65 m/s hızla esen rüzgar enerji üretimi için uygun değildir. Rüzgar türbin sistemi 21 yılda kendini amorti etmektedir. Fakat rüzgar türbin santralının ömrü 20 yıldır. Güneş enerji sistemi yaklaşık olarak 8 yılda yatırım maliyetini karşılamaktadır. Bu üç sistemi değerlendirmesini aşağıdaki gibi yapabiliriz.

1) Kojenerasyon sistemi yatırım maliyeti düşük olmakla birlikte geri ödeme süresi en kısa olan enerji sistemidir. Fakat işletme maliyeti güneş sistemine göre daha zor ve yüksektir. Culf atıklarının bertaraf edilmesi bir maliyet gerektirmektedir. Özellikle karbon salınım oranının yüksek olması çevreye zarar vermektedir. Fakat fabrikanın hem elektrik hem buhar ihtiyacını karşılamaktadır.

2) Kurulması planlanan bir kojenerasyon enerji tesisinin bakım ve yasal gerekliliklerinin yerine getirilmesi zor olduğu için ayrı bir şirket altında, ayrı çalışan kadrosu oluşturularak teknik kapasitesi yüksek bir ekip ataması yapılmalıdır. Atık buhar aynı zamanda komşu fabrikaların buhar ihtiyacını karşılamaya yetecek olup ek gelir elde edilir.

3) Fabrikanın bulunduğu konumda yıllık ortalama rüzgar hızı 4,65 m/s olduğu tespit edilmiş olup bu hız rüzgar enerjisinin kullanımı için doğru bir yatırım değildir.

Sistem yatırım maliyetleri 21 yıl sonunda geri ödemektedir. Fakat sistem ömrü 20 yıldır.

4) Güneş enerji sisteminin işletme maliyetleri oldukça düşüktür. Karbon salınımı yoktur. Fakat hava koşullarından güneşlenme süresine göre yıl içinde değişiklik göstermektedir. Devletin düzenleme yaptığı mahsuplaşma yönetmeliği ile beraber fabrikanın kapalı olduğu günlerde üretilen elektrik şebekeye aktırılmaktadır. Ama kojenerasyon sistemini güneş enerji sistemiyle karşılaştırma yaparsak güneş enerji sistemi fabrikanın elektrik ihtiyacının %16,8 kısmı karşılarken kojenerasyon sistemi fabrikanın hem elektrik hem buhar ihtiyacını karşılamaktadır.

5) Bu üç sistem karşılaştırma yapıldığında geri ödeme süresi, maliyet olarak, enerji ihtiyacını karşılaması bakımından kojenerasyon sistemidir. Fabrikanın hem buhar hem elektrik ihtiyacının %100'ünü karşılarken RES elektrik ihtiyacının % 7,75'ini ve GES enerji santrali elektrik ihtiyacının % 16,8 oranında karşılayacaktır. Çizelge 10.1.'de üç sistemin karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 10.1. Kojenerasyon, GES ve RES sistemlerinin karşılaştırılması.

	Yatırım Maliyeti (\$)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)	Elektrik İhtiyaç Karşılama Oranı (%)	Buhar İhtiyacı Karşılama Oranı (%)
Kojenerasyon Sistemi	3.246.000	3,65	100	100
Rüzgar Enerji Santrali	4.000.000	21	7,75	0
Güneş Enerji Santrali	3.104.049	8	16,8	0

KAYNAKLAR

Ağçay M. (2007). Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Arz Talep Dengesinin Tespiti, Üretim Projeksiyonuna Yönelik Rüzgar Elektrik Santrali Tasarımı RES'in Kurulum Maliyetlerinin ve Üretim Parametrelerinin Analizinin Matlab&Simulink İle Yazılan Programda Yapılması. Bitirme Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Ağış, Ö. (1998). Türkiye'de Özel Enerji Sektörünün Geleceği, *Doğal Gaz Dergisi*, 57 :114-118.

Ajder, A. (2011). Fotovoltaik Güneş Enerjisi Sistemleri İçin Optimum Eğim Açısının hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Akar, Y. (2000). Türkiye'nin Enerji Sorunu ve Öneriler. *TİSK, İşveren Dergisi*, Şubat.

Akkoyunlu, A. (2006). Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri", TASAM (Türkiye Stratejik Araştırmalar Merkezi) ve Bahçeşehir Üniversitesi, I. Ulusal Türkiye'de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu'na Sunulan Bildiri, İstanbul

Aras, U. (1997), Enerji Üretimi ve Kojenerasyon. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Arkun, M. E. (2003). Enerji Verimliliğine Çağdaş Yaklaşım ve Türkiye. ETKB/EİEİ Genel Müdürlüğü/Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu ve Ulusal Enerji

Tasarrufu Merkezi Tarafından Yapılan 22. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri'ne Sunulan Bildiri, Ankara

Ay, S. (2008). *Mühendisler, Ekonomistler ve İşletmeler için Elektrik Enerjisi Ekonomisi, 1. Baskı*, İstanbul

Bidini, G., Grimaldi, C.N. Mariani, F. (1999). *Experimental Analysis of the Actual Behaviour of a Natural Gas Fueled Engine Caterpillar (CAT) 3516*. İtaly.

Büyükçılpan, H., (2015). Rüzgar türbin kulelerinin tasarımında kullanılacak rüzgar yüklerinin belirlenmesine yönelik bir karşılaştırma. Yüksel Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Cebeci, S. (2017). Türkiye'de Güneş Enerjisinin Elektrik Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *İktisadi Sektörler ve Koordinasyon genel Müdürlüğü, TC Kalkınma Bakanlığı, Yayın no: 2977*

Çalıköğlü, E. (2004). *EİEİ Genel Müdürlüğü, Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu Yayını*, Ankara.

Çaylıoğlu, E. (2011). Farklı Özellikteki Isı Borularının Güneş Kollektöründe Kullanımı ve Isıl Verimlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, İzmir.

Çeğil, Ü. (2018). Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemlerinin Kullanabilirliği ve Ekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Çengel, Y.A., Boles, M.A., (2008). *Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Güven Bilimsel Yayıncılık, Türkçesi Pınarbaşı A., 492,*

Çiftçi, F. (2016). Güneş Enerji Sistemlerinde Farklı Cins Panellerle Maliyet ve Güç Analizinin Yapılması. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Derbentli, T. (1996). ‘‘Birleşik Isı Güç Sistemleri. *Enerji: Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Yalıtım ve Doğalgaz Dergisi*, 6,s. 60-69.

DİE. (Devlet İstatistik Enstitüsü) (2001). Enerji İstatistikleri İmalat Sanayiinde Enerji Tüketimi. (500 TEP ve Daha Fazla Enerji Tüketen İşyerleri), Ankara.

Dünyada Güneş Enerjisi ve Türkiye Potansiyeli (2017 Nisan 23), 7 Mayıs 2019 tarihinde <https://nexten.com.tr/tr/dunyada-gunes-enerjisi-turkiyenin-potansiyeli/> adresinden erişildi.

Ehyaey, M., Bahadori. M., (2007). Selection of Micro Turbines to Meet Electrical and Thermal Energy Needs of Buildings in Iran, *Energy and Buildings*.

Ekinci, D.A. (2013). Erzurum Kampüs Hastanesine Uygulanacak Trijenerasyon Sisteminin Fizibilitesi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Enarun, D. (1987). Bina Tasarım Aşamasında Hacim İçindeki Doğal Işık Dağılımını Belirlemek İçin Bir Model. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, İstanbul.

Enerji Atlası (2007 Nisan 3). 25 Mayıs 2019 tarihinde <https://www.enerjiatlası.com/> adresinden erişildi.

Engin, R., (1995). Güneş Pilleri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Fizik Bölümü Yayınları No:3*, 151 s.

EÜAŞ, (2009). Elektrik Üretim Sektör Raporu. Ankara.

Gemasa G128 – 4,5 MW (2018 Mart 27). 23 Nisan 2019 tarihinde <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/156-gamesa-g128-4.5mw> adresinden erişildi.

Global wind atlas (2018 Mart 5). 28 Haziran 2019 tarihinde <https://globalwindatlas.info/area/Turkey/Edirne> adresinden erişildi.

Guarinello, F., Gerqueira, S., Nebra, S.A., (2000). *Thermoeconomic Evaluation Of A Gas Turbine Cogeneration System, Energy Conversion and Management* 41:1191- 1200.

Güneş Dükkan (2012 Mart 27) 6 Şubat 2019 tarihinde <https://www.gunesdukkan.com/blog/gunes-panellerinin-tarihcesi>. adresinden erişildi.

Heier, S. (1998). *Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems*, Wiley, Newyork,

IEA, (2009). *Key World Energy Statistics 2009*, Paris.

International Energy Agency (2017). *IEA statistics: World energy balances overview 2017*. <http://www.iea.org/statistics>, son erişim tarihi: 19.03.2019.

Kabakçı, O. K. (2011). *Tekstil Sanayi Sektöründe Minimum Enerji Tasarruf Potansiyelinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ. Fen Bilimleri Fakültesi.

Kahraman, D. (2010). *Güneş Enerjisi Kaynaklı Elektrik Üretiminin Teknik – Ekonomik Analizi ve Yöresel Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, İstanbul.

Kahraman, M. Ü. (2018). *Kütahya Bölgesi Güneş ve Rüzgar Enerji Potansiyellerinin Tekno-Ekonomik Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Keleş, D. (2012). Bir Rüzgar Türbini Tasarımı ve Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Kılıç, A. (1982). Direkt Güneş Işınımı Tayini İçin Yeni Bir Method. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

Kılıç, N. (2005), 2006 Yılına Girerken Enerji Sektörü Öngörülleri. *AR&GE Bülten Dergisi*, Aralık.

Kıncay, O., Yumurtacı, Z. (2006). Bir Üniversite Kampüsü İçin Uygun Enerji Sisteminin Seçimi. *Tesisat Mühendisliği sayı 95*.

Kilim Grubu Kartaltepe Mensucat Fabrikası Türk A.Ş Fabrikası Enerji Tüketim Verileri (2018)

Koç, E., ve Şenel, M. C. (2013). “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme,” *Mühendis ve Makina*, cilt 54, sayı 639, s. 532-44.

Laçiner, S. (2006). Türkiye’nin Enerji Güvenliği. *Türk Harb-İş Dergisi*, Sayı: 219.

Mert, M.S., (2010). Bir Güç Santralının Ekserjik ve Ekonomik Analizi. Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Narter, F., Öztürk, İ.T. (1996). Merkezi Isıtma. *Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayınları, 1: 25-28*.

Özcan, O. (2019). Organize Sanayi Bölgelerinde Güneş Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması ve Yatırım Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Özgüvenç, A. (2017) ‘‘Matlab Gui Kullanılarak Rüzgar Türbünü Sistemleri İçin Birim Enerji Maliyeti Optimizasyon Paketi ‘‘ , Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Öztürk, A. (2012). Monokristal ve Polikristal Güneş Pili Modüllerinin Mevsimsel Performanslarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli.

Öztürk, H.H., Kaya, D. (2014). Gaz Türbinlerinin Bileşenleri. *Kojenerasyon ve Trijenerasyon Tekniği. Bulut, M. Umuttepe Yayınları, Kocaeli.*

Pamir, N. (2003). Dünyada ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları. *Metalurji Dergisi*, Yıl:17, Sayı: 134.

Pamukçu, T. (2018). Türkiye İçin Fotovoltaik Panel Performans Oranının Dış Sıcaklık ve Güneş Radyasyonuna Bağlı Olarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.

Polatkan, D.S. (2009). Güneş elektriğinde Türkiye için öncelikler www.enerjienergy.com, 05.01.2018 tarihinde erişildi.

Roy-Aikins, J.E.A. (1995). An Investigation on the Factors That Determine the Attractiveness of Cogeneration. *Heat Recovery System & CHp*, 15 (5), 473-480.

Riad, B., Michel, F. (1998). *Energy Convers.Mgmt, No:16-18 Vol. 39 pp. 1791–1802. France.*

Rüzgar enerjisi tarihsel gelişimi (2017 Ocak 26) 29 Aralık 2019 tarihinde ‘<https://egitim448.wordpress.com/2017/01/26/ruzgar-enerjisi-tarihsel-gelisimi/>. adresinden erişildi.

Sak, T. (2015). Rüzgâr ve Güneş Enerjisi Teknolojilerinin İrdelenmesi ve Niğde iline Uygulanabilirliklerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

Seri, İ. H. (2016). Rüzgar Türbini Tasarım Parametlerinin İncelenmesi ve Türbin Kanat Tasarımlarının Analiz Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İskenderun Teknik Üniversitesi. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.

Sevinchan, E., Dincer, I. (2018). Comparative Assessment of Three Integrated Trigeneration Systems for Dairy Farms. In Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions, 233-252.

Smith, M.A.F., P.C. Twidell, J.W., (1995). Technical and Operational Performance of a Small Scale CHP Plant. *Energy*, 20 (12), 1205–1214.

T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2010-2014). 2009, Ankara

T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, (2012). *Tekstil, Hazır Giyim, Deri ve Deri Ürünleri Sektörleri Raporu*.

Taşkın, B. (2013). Niğde ilinde kurulabilecek rüzgar enerjisi santralinin fiziksel ve ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

TEDAŞ, (2009). *Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu*, Ankara.

Thekaekara, M.P., (1977). Solar Radiation Measurement, Techniques and Instrumentation. *Solar Energy Engineering*, 37-59, Academic Press.

Tmmob Makine Mühendisleri Odası.(2019). *Türkiye'nin Enerji Görünümü 2018*. Yayın no: MMO/691

Topcan, C. (2011). Üç Kanatlı, 600 KW Gücünde, Dişli Çark Çevrim Mekanizmalı Bir Rüzgar Türbininin Mekanik Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

TÜBİTAK. (1998). Bilim Teknoloji Sanayi Politikaları Tartışma Platformu, Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporu. *Enerjinin Etkin Kullanımı ve Enerji Tasarrufu ile İlgili Teknolojiler*, Ankara.

TÜBİTAK. (2003). Dünya Enerji Bakışı 2002. Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Üretilen Raporu, Ankara.

Ulusal Sanayici ve İş Adamları Derneği. (2004). Elektrik Enerjisinde Bugün ve Geleceğimiz Raporu, Ankara.

Uyanık, S., Çelikel D.C. (2009). Türk Tekstil Endüstrisi Genel Durumu Gaziantep Üniversitesi. Teknik Bilimler MYO. Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Gaziantep.

Üçgül, İ., Elibüyük, U. (2015). Üniversite yerleşkeleri için doğalgazlı trijenerasyon sisteminin değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(2) 105-109.

Ünsalver, C. (2008). Rüzgar Enerji Sistemlerinin İncelenmesi ve Bir Uygulama Devresinin Gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Volker Quaschnig (2005). Understanding Renewable Energy Systems, Earthscan, London.

Yakut, S. (2017). Örnek Bir Tesisin Güneş Enerji Sistemiyle Planlanması ve Maliyet Analizinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Yenilenebilir enerji devlet teşvikleri (2021 Ocak 7). 28 Mart 2021 tarihinde file:///C:/Users/kivan/Downloads/_PortalAdmin_Uploads_Content_FastAccess_1d807e1131367.pdf adresinden erişildi.

Yıllara göre Dünya’da GES kurulu güç değişimi (2020 Aralık 25). 28 Aralık 2020 tarihinde <https://public.tableau.com/views/IRENARETimeSeries/Charts?:embed=y&:showVizHome=no&publish=yes&:toolbar=no> adresinden erişildi.

Yöntem, M. A (2011). Küçük Ölçekli Kojenerasyon Sistemlerinin Verimliliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Yörü, Y. (2008). Kojenerasyon Sistemlerinde Yapay Sinir Ağları Uygulaması ve Ekserji Analizi. Doktora Tezi. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

EKLER

ÜRÜN / HİZMET / İŞ TANIMLARI / YÜKÜMLÜLÜK LİSTESİ	Harıç	Dahil
ŞANTIYE VE TESİS İNŞAATI		
1.1. İnşaat Dönemi All Risk Sigortası		✓
1.2. Geçici Depolama Alanı Oluşturulması		✓
1.3. Ağır Hafriyat Çalışmaları - Drenaj - Kaya Kırma / Ağaç Sökme Vb.	☒	
1.4. Saha İnşaat Dönemi Güvenlik Personeli		✓
MEKANİK ALTYAPI AKSAMI : SİSTEM KURULUMU VE TEDARİĞİ		
2.1. Mekanik Altyapı Aksamının Tedariği ve Montajı (Çakma Methodu)		✓
2.2. Altyapı Aksamının Delik Delme (Karot) Sistemi ile Montajı (gerekmesi halinde)		✓
2.3. İnverter Taşıyıcı Sisteminin Tedariği Ve Montajı		✓
ELEKTRİKSEL SİSTEM KURULUMU VE MONTAJI		
3.1. Panellerin Temini ve Montajı		✓
3.2. Solar Kabloların Temini ve Montajı		✓
3.3. AC - DC Toplama Panolarının Tedariği ve Montajı		✓
3.4. İnverterlerin Temini ve Montajı		✓
3.5. AC - DC Kablolama İşlemleri		✓
3.6. GES Saha içi Ana Toplama Panosunun Temini ve Montajı		✓
3.7. Trafonun Yerine İndirilmesi ve Montajı		✓
3.8. GES Trafo Beton Köşkü / Hücreler ve Yerine Montajı		✓
3.9. Enerji Nakil Hattı / Kök Merkezi	☒	
3.10. Tesis Topraklama Sistemi Tedariği ve Montajı		✓
3.11. Paratoner Sisteminin Oluşturulması		✓
3.12. İnverter Haberleşme ve Takip Sistemi		✓
3.13. Bölge Dağıtım Şirketi tarafından Talep Edilen RTU / SCADA Sistemi		✓
3.14. Saha Aydınlatma ve Güvenlik Kamera Sistemi Tedariği ve Montajı		✓
3.15. DSL, GSM veya Uydu Bağlantısı Kurulumu (Data Hatlarının Temini Hariç)		✓
DETAYLI TASARIM VE MÜHENDİSLİK İŞLEMLERİ		
4.1. Detaylı Proje Tasarımları ve Mühendisliği		✓
4.2. TEDAŞ Elektrik ve Statik Proje Onayları		✓
DİĞER İŞLEMLER VE HUSUSLAR		
5.1. Projeye Uygun Yatırım Teşvik Başvurularının Yapılması		✓
5.2. Arazi İmar Başvuruları ve / veya Ruhsat Takibi / Tüm Resmi Harçlar / Tüm Vergiler	☒	
5.3. İSG Sorumluluğu ve Desteği		✓
5.4. Dökümantasyon		✓

EK – A Güneş enerji santrali teklif içeriği



EK – B Fiyat teklifi

Model numarası.	CSUN 260-60P
Garanti	
Ürün garantisi	
STC'deki Elektrik Verileri	
Maksimum Güç (Pmax)	260 Wp
Maksimum Güçte Gerilim (Vmpp)	30.9 V
Maksimum Güçte Akım (Impp)	8.43 A
Açık Devre Gerilimi (Voc)	38.1 V
Kısa Devre Akımı (Isc)	9.01 A
Panel Verimliliği	% 16.01
Güç Toleransı (Pozitif)	+% 3

EK – C CSUN 260 – 60 P datasheet

NOCT'deki Elektrik Verileri				
Maksimum Güç (Pmax)	191 Wp	196 Wp	200 Wp	204 Wp
Maksimum Güçte Gerilim (Vmpp)	28,4 V	28,6 V	28,9 V	29,2 V
Maksimum Güçte Akım (Impp)	6,75 A	6,83 A	6,92 A	7 bir
Açık Devre Gerilimi (Voc)	35,4 V	35,5 V	35,6 V	35,8 V
Kısa Devre Akımı (Isc)	7,27 A	7,35 A	7,42 A	7,48 A
Sıcaklık	45 ± 2 ° C	45 ± 2 ° C	45 ± 2 ° C	45 ± 2 ° C
<i>Nominal İşletim Celi Sıcaklığı (NOCT): 800 W / m², 1,5 AM, rüzgar hızı 1 m / s, ortam sıcaklığı 20 ° C</i>				

EK – D CSUN 260 – 60 P datasheet

Termal Derecelendirmeler	
Çalışma Sıcaklık Aralığı	-40 ~ 85 ° C
Pmax Sıcaklık Katsayısı	% -0,408 / ° C
Sıcaklık Katsayısı Voc	-% 0,292 / ° C
Isc Sıcaklık Katsayısı	% 0,045 / ° C
En yüksek reyting	
Maksimum Sistem Voltajı	1000 V
Maksimum Ters Akım	27 A
Seri Sigorta Değerlendirmesi	20 A

EK – E CSUN 260 – 60 P datasheet

Malzeme Verileri	
Panel Boyutu (H / W / D) ?	1640x990x40 mm
Ağırlık	18.6 kilo
Hücre Tipi	Polikristalin
Hücre boyutu	156 × 156 mm
Hücre numarası	60
Cam Tipi	Temperli
Cam Kalınlığı	3,2 mm
Enkapsülan Tipi	EVA
Çerçeve tipi	Eloksallı Alüminyum Alaşım
Bağlantı Kutusu Koruma Sınıfı	IP 67
Kablo Kesiti	4 mm ²
Kablo uzunluğu	900 mm

EK – F CSUN 260 – 60 P datasheet

01/07/2021 TARİHİNDEN 31/12/2025 TARİHİNE KADAR İŞLETMEYE GİRECEK YEK BELGELİ ÜRETİM TESİSLERİ İÇİN GÜNCELLEMeye ESAS YEK DESTEKLEME MEKANİZMASI İLE YERLİ KATKI FİYATLARI VE UYGULAMA SÜRELERİ

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	YEK Destekleme Mekanizması Fiyatı (Türk Lirası kuruş/kWh)	YEK Destekleme Mekanizması Fiyatı Uygulama Süresi (yıl)	Yerli Katkı Fiyatı (Türk Lirası kuruş/kWh)	Yerli Katkı Fiyatı Uygulama Süresi (yıl)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	40,00	10	8,00	5
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	32,00	10	8,00	5
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	54,00	10	8,00	5
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi	Çöp Gazı / Atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynaklar	32,00	8,00	5
	Biyometanizasyon	54,00	8,00	5
	Termal Bertaraf (Belediye atıkları, bitkisel yağ atıkları, gıda ve yem değeri olmayan tarımsal atıklar, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri, sanayi atık çamurları ile arıtma çamurları)	50,00	8,00	5
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	32,00	10	8,00	5

EK – G 1/7/2021 Tarihinden 31/12/2025 Tarihine Kadar İşletmeye Girecek YEK Belgeli Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Dayalı Elektrik Üretim Tesisleri İçin Uygulanacak Fiyatlar ve Süreler ile Fiyatların Güncellenmesine İlişkin Ekli Kararın Yürürlüğe Konulmasına Dair Cumhurbaşkanı Kararı (Karar Sayısı: 3453)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kıvanç OKTAY

Yabancı Dil : İngilizce

EĞİTİM

Lise:

- 80.Yıl Cumhuriyet Anadolu Lisesi Edirne

Lisans:

- Bartın Üniversitesi Makine Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM

- Technocast . otm. Pls. A.Ş (11.2015 ve 03.2016) (AR-GE)
- Kilim Grup Kartaltepe Kilim Mensucat T.A.Ş (04.2016..... Halen) (Makine Enerji)