



**OTOBÜS TAMİR BAKIM ATÖLYESİ İÇİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ
ÇALIŞMASI**

Mehmet AÇIKGÖZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2019

Mehmet AÇIKGÖZ tarafından hazırlanan “OTOBÜS TAMİR BAKIM ATÖLYESİ İÇİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi M.Bahadır ÖZDEMİR

Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Kurtuluş BORAN

Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Güven TUNÇ

Uçak ve Uzay Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erciyes Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 18/02/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mehmet AÇIKGÖZ

18/02/2019

OTOBÜS TAMİR BAKIM ATÖLYESİ İÇİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMASI
(Yüksek Lisans Tezi)

Mehmet AÇIKGÖZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2019

ÖZET

Türkiyenin enerji tüketimi açısından günümüzdeki durumu dünya ortalamasının üzerindedir. Türkiye’de enerji girdi maliyetlerinin yüksek oluşu, var olan enerjinin daha tasarruflu kullanılmasını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Enerjinin %35’lik bir kısmının tüketildiği sanayi ve/veya endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilecek bir enerji verimliliği çalışmasının, kamuya bağlı kuruluşlarda da tasarruf sağlayacağı aşikârdır. Kamuya bağlı kurum olarak çalışan otobüs tamir bakım atölyesi için enerji verimliliği çalışmalarında esas alınan nokta, atölyenin hâlihazırda mevcut durumunda gerçekleştirdiği işi daha az enerji tüketerek gerçekleştirilmesi ve yenilenebilir enerji potansiyeline sahip yerlerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Atölye binaları çatılarının fotovoltaiik enerji potansiyeli hesaplanarak kuruma yapacağı katkıların değerlendirilmesi; hava kompresöründe ortaya çıkan atık ısıdan faydalanılması aynı zamanda hava tesisatında meydana gelen kaçakların giderilmesi ile sağlanan enerji tasarrufu ve kaçak oluşması durumuna karşın kullanıcıların farkındalığının artırılması; aydınlatmada doğal ışıktan faydalanılması ve hâlihazırda kullanılmakta olan floresan ampüllerin şerit led ampüllerle değiştirilerek enerji tüketiminde tasarruf sağlanması; sıcak su ihtiyacının karşılanmasında Nisan-Ekim aylarında kullanılmak üzere güneş enerjili su ısıtıcı sistemi kurularak doğalgaz tüketiminde tasarruf sağlanması tüm bu durumlar ele alınmış olup enerji verimliliği uygulamaları yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra ortaya çıkan sonuçların karşılaştırılarak sağlayacağı kazançlar değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu : 92807

Anahtar Kelimeler : Enerji Verimliliği, Yenilenebilir Enerji, Otobüs Tamir Bakım Atölyesi

Sayfa Adedi : 79

Danışman : Dr. Ögr. Üyesi M.Bahadır ÖZDEMİR

STUDY OF ENERGY EFFICIENCY FOR BUS REPAIR AND MAINTENANCE

WORKSHOP

(M. Sc. Thesis)

Mehmet AÇIKGÖZ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2019

ABSTRACT

Turkey's current situation in terms of energy consumption is above the world average. More efficient use of existing energy and consideration of renewable energy sources are required due to high energy input costs in Turkey. It is obvious that an energy efficiency study to be carried in industrial and / or industrial establishments where 35% of the energy is consumed Bill also save on the public sector affiliates. Point that is based on energy efficiency studies for Bus Repair Maintenance Workshop which is operated as a Public Affiliated Institution, it is aimed to perform work that the workshop has already done in the present situation by consuming less energy and use the places with potential Renewable Energy. Assessing the contribution of the roofs of the workshop building to photovoltaic energy potential, utilizing waste heat from the air compressor, at the same time, the energy savings provided by the elimination of leaks in air installations and raising the awareness of users against the occurrence of leak; taking advantage of daylight and saving energy consumption by replacing fluorescent bulbs that are already used in lighting with ribbon led bulbs; saving of natural gas consumption by installing a solar water heater system to be used in April-October to meet the hot water need were considered. In the present study, all these situations have been addressed and benefits were evaluated by comparing the results obtained before and after the application.

Science Code : 92807

Key Words : Energy Efficiency , Renewable Energy, Bus Repair Maintenance Workshop

Page Number : 79

Supervisor : Assist. Dr. M.Bahadır ÖZDEMİR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin her aşamasında desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi M.Bahadır ÖZDEMİR'e çalıştığım kurum olan EGO Genel Müdürlüğü yetkililerine ve iş arkadaşlarıma teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Her daim, maddi manevi desteklerini eksik etmeyen, beni sevgi ve muhabbet ile destekleyen Muhterem annem Sefa AÇIKGÖZ'e ve Kıymetli eşim Hümevra Lekesiz AÇIKGÖZ'e gönülden teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ	11
3.1. Enerji Verimliliği Kavramı ve Enerjinin Sınıflandırması.....	11
3.2. Dünyada Enerji Kaynakları Görünümü	13
3.3. Türkiye'nin Enerji Kaynakları Görünümü.....	17
3.4. Türkiye İçin Hâlihazırda Uygulanan Enerji Verimliliği Politikalarını Değerlendirilmesi ve İleriye Yönelik Politikalar.....	22
3.5. EGO Genel Müdürlüğü Tarihçesi	26
3.6. Araç Bakım Onarım Başkanlığı Merkez Atölye Binaları ve CNG Dolum İstasyonu 2017-2018 Yılları Enerji Tüketim Verilerini İncelenmesi	32
3.7. Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	34
3.8. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Açısından Mevcut Durumu	36
3.9. Güneş Enerjisi Kullanım Alanları	38
3.10. Ankara İli Yenimahalle İlçesi İçin Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	39
3.11. Güneş Enerjisi Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretim Metotları	39

	Sayfa
3.12. Atölye Binası Çatılarına Fotovoltaik Güneş Panelleri Kurulması Durumunun İncelenmesi	42
3.12.1. Fotovoltaik enerji potansiyelinin hesaplanması.....	45
3.12.2. GES sayesinde doğadan arındırılacak CO_2 miktarının hesaplanması.....	46
3.12.3. Her iki bina için GES ekonomik analizi.....	47
3.13. Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemleri ve Çeşitleri.....	49
3.13.1. Merkez Atölye güneş enerjili sıcak su sistemi enerji potansiyelinin hesaplanması	49
3.13.2. Güneş enerjili sıcak su sistemi sayesinde doğadan arındırılacak CO_2 miktarının hesaplanması	51
3.13.3. Güneş enerjili sıcak su sistemi ekonomik analizi	51
3.14. Hava Kompresörleri.....	53
3.14.1. Hava kompresörleri basınçlı hava hattında oluşan kaçaklarının engellenmesi durumu	53
3.14.2. Atık ısı kazanım sistemi enerji potansiyelinin hesaplanması	53
3.14.3. Atık ısı kazanım sistemi ekonomik analiz	55
3.15. Basınçlı Hava Sisteminde oluşan Hava Kaçaklarından Dolayı Meydana Gelen Enerji Kayıpları ve Önlenmesine Dair çalışmalar.....	56
3.16. Atık Isı Kazanım Sistemi ve Basınçlı Hava Tesisatında Kaçakların Giderilmesi Sayesinde Doğadan Arındırılacak CO_2 Miktarının Hesaplanması.....	58
3.17. Aydınlatmada Enerji Verimliliği ve Merkez Atölye için Yapılan Çalışmalar	59
3.17.1. Doğal aydınlatma	59
3.17.2. Yapay aydınlatma	60
3.18. Atölye Binalarının Doğal Aydınlatma ve LED Aydınlatma Enerji Tasarrufu Potansiyelinin Hesaplanması	62

	Sayfa
3.19. Doğal Aydınlatma ve LED Aydınlatma Sayesinde Doğadan Arındırılacak CO_2 Miktarının Hesaplanması	64
3.20. Doğal Aydınlatma ve LED Aydınlatma Sistemi Ekonomik Analizi	65
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
4.1. Sonuçlar	67
4.2. Öneriler	70
KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ	79

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Ana enerji kaynağının rezerv bilgileri ve 2015 senesi tüketim durumları	13
Çizelge 3.2. Dünya birincil enerji tüketimi (Milyon TEP)	15
Çizelge 3.3. Bazı ülkelerin birincil enerji kaynağı bazında elektrik üretim oranları	16
Çizelge 3.4. Türkiye'nin fosil kökenli birincil enerji kaynakları rezervleri potansiyeli	21
Çizelge 3.5. Yenilenebilir enerji kaynakları bağlamında Türkiye'nin potansiyel görünümü	25
Çizelge 3.6. Kaynaklara göre kurulu güç dağılımı	26
Çizelge 3.7. Macunköy yerleşkesinde bulunan atölye binalarının yüz ölçümü	31
Çizelge 3.8. Türkiye'nin aylara göre güneş enerjisi potansiyeli	37
Çizelge 3.9. Türkiyenin bölgelere göre güneş enerjisi miktarı ve güneşlenme süresi	37
Çizelge 3.10. Her iki bina GES fizibilitesi için gereken değerler	44
Çizelge 3.11. Elektrikhane binası için PVGIS programı tarafından verilen sonuçlar	45
Çizelge 3.12. Merkez Atölye ana binası için PVGIS programı tarafından verilen sonuçlar	46
Çizelge 3.13. GES geri dönüş süresi için NBD hesabı	47
Çizelge 3.14. Enflasyon ve artış oranları	48
Çizelge 3.15. GES kurulum maliyeti ve NBD hesabı	48
Çizelge 3.16. Ankara için toplam Radyasyon ısıl değerleri	50
Çizelge 3.17. 45 kW'lık Kompresöre kurulacak ısı geri kazanım sistemi için gerekli veriler	55
Çizelge 3.18. Kompresör kaçak hesabı için gereken değerler	56

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.19. Basınçlı hava sisteminde oluşan delik boyutlarına göre meydana gelen yıllık enerji kayıpları ve maddi boyutu.....	58
Çizelge 3.20. Çeşitli işler ve ortamlar için gereken aydınlatma şiddetleri	59
Çizelge 3.21. Atölye ana bina Floresan ve LED lambalara göre enerji tüketimi hesabı	63
Çizelge 3.22. Elektrikhane binası Floresan ve LED lambalara göre enerji tüketimi hesabı.....	63
Çizelge 4.1. GEPA Sonuçlarına göre GES enerji Analizi	71



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması	11
Şekil 3.2. Uluslararası Enerji Ajansına göre 2035 yılı dünya birincil enerji talebi	14
Şekil 3.3. 2016-2040 yılları arası yeni politika senaryosu dikkate alındığında kaynaklara göre enerji arzı alt yapısı için yatırımlar	14
Şekil 3.4. Ekonomilerin enerji yoğunluğu göstergeleri	16
Şekil 3.5. Toplam birincil enerji tüketimi genel enerji denge diyagramı	18
Şekil 3.6. Türkiyenin birincil enerji tüketiminin kaynak bazında dağılımı	19
Şekil 3.7. 1980-2015 Seneleri arasında Türkiye'nin birincil enerji kaynakları tüketim durumu	20
Şekil 3.8. Türkiye üzerinden geçen veya geçmesi planlanan petrol ve doğalgaz hatları görünümü	23
Şekil 3.9. 2017-2018 Yıllarına göre aylık ortalama doğalgaz tüketim miktarı ve toplamı.....	32
Şekil 3.10. Merkez Atölye CNG istasyonu kompresörleri 2015-2018 yılları arası elektrik tüketim verileri	33
Şekil 3.11. Güneş ışınımı çeşitleri ve görsel unsurları.....	35
Şekil 3.12. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA)	38
Şekil 3.13. Ankara ili için GEPA ve değerleri.....	39
Şekil 3.14. Parabolik Oluk Kollektörler çalışma şeması	41
Şekil 3.15. Güneş bacaları çalışma şeması	41
Şekil 3.16. Merkez atölye ana bina üst görünüşü	43
Şekil 3.17. Elektrikhane binası üst görünüşü.....	43
Şekil 3.18. Merkez atölye ana bina konum açısı gösterimi	43
Şekil 3.19. Elektrikhane binası konum açısı gösterimi	44

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. EGO Havagazı üretim tesisleri görüntüsü	28
Resim 3.2. Metro ve Teleferik sistemlerine dair görüntüler	29
Resim 3.3. Trolleybüs ve yeni körüklü MAN otobüsüne dair görüntüler.....	30
Resim 3.4. Merkez Atölye ana binadan görünüş	31
Resim 3.5. Merkez Atölye ana bina yandan görünüş	42
Resim 3.6. 45 kW güce sahip sürekli çalışan Kompresör görüntüsü	54
Resim 3.7. 90 kW güce sahip yedek kompresör görüntüsü	54
Resim 3.8. Atölye ana binası tek kanat tavan aydınlatması görüntüsü	61
Resim 3.9. Atölye kanal içi aydınlatma görüntüsü.....	63
Resim 4.1. Elektrikhane binası çatının şeffaf sandviç panel ile revize edilmiş görüntüsü	69

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
δ	Deklasyon açısı
Δt	Sıcaklık farkı
η	Verim
w_{komp}	Kompresör işi
C	Basınçlı hava kayıp katsayısı
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat
Cd	Kadmiyum
cm^3	Santimetreküp
cm^2	Santimetrekare
CO_2	Karbondioksit
GWh	Cigavat saat
$Q_{ısı}$	Isı yükü
kJ	Kilojul
kW	Kilovat
kWh	Kilovatsaat
kWP	Kilovat Güç
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
kPa	Kilopaskal
lm	Lümen
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
\dot{m}	Kütlesel debi
m	Kütle
MWh	Megavatsaat
MWP	Megavat Güç

Simgeler**Açıklamalar****mm**

Milimetre

n

Politropik hava sabiti

 P_{Hat}

Hat basıncı

 P_2

Kompresör çalışma basıncı

 P_1

Atmosfer basıncı

R

Gaz sabiti

 s^2

Saniyekare

s

Saniye

₺

Türk Lirası

 T_{Hat}

Basınç hattı hava sıcaklığı

T

Sıcaklık

Te

Tellür

°

Derece

Kısaltmalar**Açıklamalar****AB**

Avrupa Birliği

AKM

Atatürk Kültür Merkezi

BET

Birincil Enerji Tüketimi

BEY

Birincil Enerji Yoğunluğu

CNG

Compressed Naturel Gas

DMİ

Devlet Meteoroloji İşleri

EGO

Elektrik Gaz Otobüs İdaresi

EİE

Elektrik İşleri Etüt İdaresi

ENVER

Enerji Verimliliği Kanunu

EMO

Elektrik Mühendisleri Odası

EPIA

European Packaged Ice Association

GES

Güneş Enerjisi Santrali

GÖS

Geri Ödeme Süresi

GSYİH

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

HP

Horse Power

İKO

İç Karlılık Oranı

Kısaltmalar**Açıklamalar**

Kep	Kilogram eşdeğer petrol
LED	Light Emmiting Diode
Mtep	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MMO	Makine Mühendisleri Odası
NBD	Net Bugünkü Değer
NEY	Nihai Enerji Yoğunluğu
NASA	Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
PPM	Parts Per Million
PVGIS	Photovoltaic Geographic Information System
RES	Rüzgâr Enerjisi Santrali
TANAP	Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TRA	Toplam Radyasyon Miktarı
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynaklar

1. GİRİŞ

Dünyamızda sanayi devrimi gerçekleşikten sonra yaklaşık 250 yıldır enerji kavramı her geçen gün önemini katbekat artırarak yoluna devam etmektedir. Çağımızda gelişen ve gelişmekte olan ülkeler enerji arz ve güvenliğine her geçen gün daha çok önem vermek durumundadırlar. Tüm hayatın çalışma koşullarını kolaylaştıran makinaların çalışmasından tutun, ısınmamız, barınmamız deyim yerindeyse yaşamımız artık enerji üretim ve kullanımındaki performansımıza bağlı hale gelmiştir. Bu durum toplumların refah seviyesindeki artışı da doğrudan etkilemekte, istihdamdan Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın (GSYH) yükselişine kadar birçok ekonomik başlığı direkt etkiler hale gelmiştir. Teknolojik gelişmelerin hızlı bir şekilde ilerleyişi ile beraber enerji tüketiminin hızla artması durumu ortaya çıkmıştır. Bu durum her ne kadar enerji arzını önemli kılmaktaysa da diğer bir önemli başlıkta enerji verimliliği olmuştur. Türkiye'nin enerji tüketimi açısından günümüzdeki durumu dünya ortalamasının üzerindedir. Türkiye de enerji girdi maliyetlerinin yüksek oluşu, var olan enerjinin daha tasarruflu kullanılmasını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Enerji girdisinin üretim içindeki payının azaltılması, aynı üretimin daha az enerji tüketerek gerçekleştirilmesi, yani aynı işi daha az enerji kullanarak yapmak dünyadaki sürdürülebilir enerji kavramının daha sağlıklı işleyebilmesi, tüm toplumlar için önemli bir hal almıştır. Üretimden tüketime bütün kademelerde enerji kaynaklarının en yüksek verimde değerlendirilmesi ve yeni teknolojilerin kullanımı ile üretimi, kaliteyi ve performansı düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tüketiminin azaltılması kavramları, gelişmişlik mücadelesinde üst sıralarda bulunmak isteyen tüm ülkeler için değerlendirilip uygulanması gereken önemli kavramların başında gelmektedir.

Bu çalışmada kamuya bağlı kurum olarak çalışmakta olan Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü Araç Bakım Onarım Dairesi Başkanlığı Otobüs Tamir Bakım Atölyesinde enerji verimliliği çalışmalarında esas alınan nokta, atölyenin hâlihazırda mevcut durumunda gerçekleştirdiği işi daha az enerji tüketerek gerçekleştirmesi ve yenilenebilir enerji potansiyeline sahip yerlerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu irdeleme, mevcut durumlar ve enerji verimliliği çalışmaları gerçekleştirildiği takdirde oluşacak yeni durumların kıyaslanması esasına dayalı olarak yapılacaktır. Bu çalışma sonucunda Otobüs Tamir Bakım Atölyesinin enerji için harcanan bütçesinde tasarruf sağlanarak kamu

kaynaklarının daha efektif kullanılmasını sağlayan tedbirlere atıfta bulunulacak hem de ¼lke ekonomisinde en b¼y¼k ithalat kalemi olan enerji ithalatını bir nebze de olsa azaltacak bir adım atılmış olacaktır. Otob¼s Tamir Bakım At¼lyesi için sağlanacağı ¼ng¼r¼len enerji tasarrufu miktarı her ne kadar ¼lkenin t¼kettiđi enerji miktarının yanında çok k¼¼k bir miktar olarak g¼r¼nse de T¼rkiye de benzer faaliyetler y¼r¼ten veya benzer makinalar kullanan ya da yenilenebilir enerji kaynakları bağlamında potansiyele sahip binlerce end¼striyel sanayi kuruluşunun var olduğu; birçoğunun enerji verimliliği hususunda tasarruf edilebilecek enerji miktarı ve ekonomik boyutunun enerji b¼telerinde ne denli kazanç sağlayacağı gerçeğine bu çalışma ile değinilmiş ve t¼m bu ¼zel ya da kamu kurumlarının b¼nyelerinde gerçekleştireceği enerji verimliliği çalışmaları, totalde, makro d¼zeyde ¼lkenin enerji ithalatında azalma sağlayacağı ¼ng¼r¼lm¼řt¼r. Bu alışma ile bu duruma karşı farkındalığın artırılması da hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

EGO Genel Müdürlüğü Otobüs Tamir Bakım Atölyesinde gerçekleştirilecek enerji verimliliği çalışmaları için ilk olarak enerji verimliliği konusu üzerine yazılmış tez çalışmaları, makaleler, araştırma yazıları, bildirimler, teknik yazılar ve duyurular incelenmiştir. İncelemede ikinci aşamada daha da derine girerek ağır vasıta üzerine çalışan araç imalat, bakım ve onarım atölyelerinde kullanılan ekipmanlardan, ısı üretim sistemine, aydınlatmadan, enerji potansiyeline sahip mevcut yerlerin değerlendirilmesine kadar literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Otobüs Tamir Bakım Atölyesi ile benzer bina yapısına sahip hem Ankara da hem de başka lokasyonlarda gerçekleştirilen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına dair enerji verimliliği çalışmaları da incelenmiştir.

Abuşka'nın çalışmasından hem Dünya hem de Güneş'in fiziksel özellikleri ve yapısı ile alakalı bilgiler edinilmiştir. Güneş ile Dünya'nın arasındaki mesafe ve açı ilişkilerinden bahsedilmiş olup Güneş'ten Dünya'ya ulaşan ışınım değerlerine dikkat çekilmiştir. Deklinasyon açısına dikkat çekilerek Güneş'ten gelen ışınımın hesaplanmasında ampirik Cooper denkleminin kabul edilebilirliği anlaşılmıştır. Azimut açısı hakkında bilgi edinilmiş Güneş Azimut açısının ve yüzey Azimut açılarının solar hesaplamalardaki önemine vurgu yapılmıştır. Eğik yüzeye gelen Güneş radyasyonunun hesaplanmasında dikkat edilecek sabitler ve değişkenler hakkında bilgi edinilmiştir. Türkiye'nin ve Dünya'nın Güneş kolektörleri açısından durumu değerlendirilmiştir. Güneş enerjili su ısıtma sistemi kurulumunda dikkat edilecek hususlar irdelenmiş Ankara ilinde kurulması planlanan sistem için gerekecek unsurlara bakılmıştır. Örnek Güneş kolektörleri projeleri irdelenmiştir [1].

Şahin çalışmasında Güneş enerjili sıcak su sistemlerinin tekno-ekonomik analizi yapılması durumu ve teknik açıdan çeşitlilik gösteren sistemlerin bölgelere göre ekonomik analizleri gerçekleştirilmiştir. Mali açıdan Türkiye de güneş enerjili sıcak su sistemleri arz eden firmaların verdiği fiyatlara göre geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Düzlemsel kolektör sistemler, vakum tüplü sistemler, ısı borulu vakum tüplü sistemler, doğal veya zorlanmış akış durumlarına göre kıyaslanmıştır. Sıcak su sistemleri seçimi ve projelendirilmesi için bilgisayar programı geliştirilmiştir [2].

Aider'in çalışmasından Güneşten maksimum fayda sağlayabilmek için lazım olan Güneş açılarının belirlenmesi hakkında bilgi edinilmiştir. İrdelenen çalışmada Güneş takip sistemi

kullanılması durumu ile kullanılmaması durumları arasında oluşan enerji eldesi farkları ve sistemlerin kurulum maliyetleri açısından öngörüler elde edilmiştir. Thekaekara tarafından hesaplanan Güneş sabiti hakkında bilgi edinilmiştir. Güneş tarafından doğrudan ya da dolaylı gelen ışınlar hakkında bilgi edinilmiş, Photovoltaic (PV) paneller hakkında hücre halinden dizi haline kadar olan süreçlerinde oluşan enerji miktarından bahsedilmiştir. PV panellerin yapılarından bahsederek bilgi verilmiştir. Sabit yapılar için Azimut açısı hesaplanmıştır [3].

Girgin'in çalışmasından yenilenebilir enerji kaynakları ve enerjinin çeşitleri hakkında bilgi edinilmiştir. Yenilenebilir enerjinin dünya üzerindeki miktarı ve dağılımı hakkında bilgi edinilmiştir. Güneş enerjisinden elde edilen enerji türlerinden ısı ve elektrik enerjisine dikkat çekilmiştir. Güneş enerjili sıcak su sistemleri için kullanılabilir olan düzlemsel ve vakumlu tip Güneş kollektörlerinin verimlerinden ve kullanım yerlerinden bahsedilmiştir. Güneş bacaları, Güneş mimarisi, Güneş havuzları, ürün kurutma ve seralarda solar enerjiden faydalanma gibi başlıklar hakkında öngörüler edinilmiştir. PV hücre tiplerinin neler olduğu özellikle kullanımı yaygın olan Monokristal ve Polikristal PV hücrelerin nasıl imal edildiği, güneş panellerinin hangi mahallere uygulanabileceği ile alakalı bilgi edinilmiştir. Güneş enerjisi hakkında veri tabanına sahip olan NASA, GEPA, PVGIS ve METANORM veri tabanları hakkında bilgi edinilmiştir. Elektrik satış gelirleri ve karbon emisyonu satış gelirleri hesaplanmıştır [4].

Turhan'ın Photovoltaic Güneş Pili Modüllerinin gerçek saha verimlerinin tespiti ile alakalı bilgi edinilmiştir. Güneş panellerinin katalog değerlerinin test edilmesi ile alakalı bilgiler edinilmiştir. PV panellerin enerji eldesinde sağladığı avantaj ve dezavantajlar irdelenmiştir [5].

Doğanay'ın çalışmasından Güneş vesilesi ile elde edilecek ısı ve elektrik enerjisinden ne kadar çok faydalanılabilirse o nispette fosil yakıt kökenli kirlilik ve pahalılıktan kurtulma sağlanacağı düşüncesi ortaya çıkarılmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmada PV sistemlerden elektrik eldesi ile aynı sisteme entegre edilecek sıcak su sisteminin hibrit çalışması durumunda ortaya çıkan enerji durumlarının sağladığı faydalar irdelenmiş; Trakya bölgesinde kamu binasında yapılan bu çalışmanın ne kadarlık bir karlılık sağladığı üzerinde durulmuştur [6].

Karaçavuş'un çalışmasında Türkiye'nin hâlihazırda 3-3,5 milyon konutta sıcak su eldesi için Güneş kollektörü bulunması; 12 milyon metrekare kurulu kollektör alanı olduğu hususunda bilgiler verilmiştir. 430 bin Ton Eşdeğer Petrol (TEP) enerjinin Güneş kollektörlerinden sağlandığı hususuna dikkat çekilmiştir. Kurulacak Güneş enerjili sıcak su sistemlerinin Türkiye'nin hangi bölgesinde ne kadarlık verimli olacağına dair optimum çözümler önerilmiş Ankara ili özelinde bir örnek irdelenmiştir [7].

Gültekin'in çalışmasında enerji kaynaklarının Dünya ve Türkiye'deki durumunun değerlendirilmesi, dünya devletlerinin ve Türkiye'nin enerji politikaları ayrıntıları ile irdelenmesi hususları hakkında bilgi edinilmiştir. Enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki hakkında Türkiye özelinde incelenmiştir [8].

Durak'ın çalışmasında Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santrali (GES) için genel bilgiler verdikten sonra yoğunlaştırılmış Güneş enerjisi sistemleri, çeşitleri, çalışma prensipleri hakkında bilgiler verilmiştir. GES kurulması durumunda dikkat edilmesi gereken Net Bugünkü Değer (NBD), İç Karlılık Oranı (İKO) ve Geri Ödeme Süreleri (GÖS) hakkında bilgilere yer verilmiştir. Tüm yapılan çalışmalar Malatya ilinde kamu hastanesinde bulunan GES projesi örneği ile açıklanmıştır [9].

Yücel'in çalışmasında genel olarak Türkiye'nin Güneş enerjisi durumunu ele alındıktan sonra Fotovoltaik sistemlerin kullanım mahalleri ve sağladığı faydalardan bahsedilmiştir. Hangi panel çeşitlerinin hangi uygulamalara yapılması gerektiği hakkında fikir verilmiştir. Yapıların çeşitliliği ve bina mimarisine göre sağladığı avantajlar hususunda değerlendirmelerde bulunulmuştur [10].

Ceylan'ın çalışmasında Fotovoltaik sistemlerin yapılarından bahsederek PVSOL, PVGIS POLYSUN ve HELIOSCOPE programlarının Isparta ili özelinde 1 megavatlık (MW) santral için simülasyon sonuçları değerlendirilmiş söz konusu programlar hakkında bilgi verilmiştir. Hâlihazırda kurulu olan ve güç eldesi sağlanan 1 MW santralin reel değerlerine en yakın sonuçların HELIOSCOPE ve PVGIS veri tabanı programlarının sağladığı bilgisine erişilmiştir [11].

Hedef'in çalışmasında solar enerji teknolojilerinden bahsedilmiş, güneş enerjisinin hem Türkiye hem dünyadaki durumundan söz edilmiştir. Ayrıca Güneş enerjisinde kullanıcının

ihtiyacına hitap eden çatı uygulamaları hem enerji eldesi hem mali boyutu bağlamında doğrusal programlama ile hesaplanarak endüstriyel ve bireysel tip örnekler irdelenmiştir [12].

Bilü'nün çalışmasında Güneş Enerjisi Santrali (GES) gibi finansmanı büyük paralar gerektiren durumlarda iyi bir fizibilite çalışmasının önemine vurgu yapılmış, maksimum kârlılık için öngörüler geliştirilmiştir. PV sistemler için gerekli teknik ve ekonomik fizibilite analizi yapılabilmesi için Matlab 6 V ile gerçekleştirilen çalışmadan bahsedilmiştir. Elde edilen sonuçlar PVSYS programı sonuçları ile karşılaştırılmış sonuçların birbiriyle çok yakın olduğu tespit edilmiştir [13].

Keskinel'in çalışmasında PV sistemlerin kurulması ile binalarda enerji verimliliği kapsamında ne gibi katkılar sağlayacağı anlatılmıştır. Örnek olarak Ankara ili Kazan ilçesinde bulunan Prokon-Ekon şirketinin çatı üzeri uygulaması teknik ve ekonomik yönden gerçek verilerde kullanılarak incelenmiştir. İnceleme neticesinde mali yönden uygulamanın makul bir yatırım olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çatı uygulamasında PV panellerin diziliminin nasıl en verimli tasarlanabileceği ile ilgili teknik analizi yapılarak PV dizilerin kurulması ile alakalı bilgiler verilmiştir [14].

Gültuna'nın çalışmasında teknik, çevresel ve mali bakımlardan Bursa Gürsu ilçesinde uygulanan GES üzerinde değerlendirmelerde bulunulmuştur. Değerlendirmelerde analiz için kendi simülasyon programını geliştiren Gültuna Red Screen simülasyon programı ile de kendi simülasyon sonuçlarını kıyaslamış sonuçların birbirine çok yakın olduğunu teyit etmiştir. Ayrıca hâlihazırda çalışmakta olan santralin gerçek verileri ile kendi sonuçlarının da çok yakın olduğunu teyit etmiştir. CO₂ emisyonunda sağlanacak azalmalardan da bahsedilmiştir [15].

Karataş'ın çalışmasında endüstriyel kuruluşlar tarafından enerji maliyetlerinin son yıllarda çok artması sebebiyle iyileştirme faaliyetlerinde bulunulduğu, bu kuruluşlar için en başta irdelenmesi gereken başlığın basınçlı hava sistemleri olduğu belirtilmiştir. Basınçlı hava sistemlerinin kullandığı enerjinin çok azının basınçlı hava olarak üretildiği büyük kısmının atık ısı olarak boşa gittiği hususuna vurgu yapılmıştır. Örnek olarak bir çelik fabrikasında yapılan iyileştirmelerin sağladığı kazançlardan bahsedilmiştir [16].

Erten'in çalışmasında enerji verimliliği hususuna mimari açıdan yaklaşmıştır. Enerji verimliliği sağlayan, kaynak israfını önleyen, geleceğin mimarisinde sürdürülebilir yapılar için bakış açısı kazandırılmıştır. Erten tarafından bu çalışmada mimari yapılarda optimum aydınlatmayı sağlayacak, gün ışığından faydalanabilecek mimari yapıların öneminden bahsedilmiştir. Doğal ve yapay aydınlatmaları enerji verimliliği açısından değerlendirilmesi sağlanmıştır [17].

Cabak, çalışmasında enerji verimliliğinin öneminden bahsetmiş olup Trakya bölgesinde bulunan bir tekstil fabrikasını incelemiş, fabrikada bulunan buhar hatları, hava kompresörleri, fabrika aydınlatması, ramöz makinalarına atık ısıdan faydalanma ünitesi kurulması gibi başlıklar irdelenmiş ve enerji tüketimini düşürecek iyileştirme çalışmaları için fizibilite çalışmaları yapılmış, bazıları uygulamaya alınarak kazanç sağlandığı görülmüştür [18].

Sapmaz ve diğerleri çalışmalarında bir otomobil montaj işletmesinde üretim, boyama, şasi ve aksesuar montaj proseslerinde meydana gelen enerji tüketimlerini incelemiştir. Tüketilen enerjinin büyük kısmı boyahane bölümünde gerçekleşmiş tüm tüketilen enerji de elektrik enerjisinin % 50'si ve doğalgazın %70'i boyahane biriminde tüketilmiş olduğu alınacak önlemlerle elektrik enerjisinde % 1 ve doğalgazda yüzde %5,7'lik kazanım sağlanacağı ifade edilmiştir [19].

Kanoğlu çalışmasında yüksek verimli motor kullanımının öneminden bahsetmiş, basınçlı hava tesisatında meydana gelen kaçaklar, ısı geri kazanım sistemleri, kazanlarda verim artırılması çalışmalarının yapılması, sıcak ve soğuk yüzeylerin yalıtımı, yüksek verimli aydınlatma ve benzeri birçok konuda örnekler sunulmuş alınacak önlemler hakkında bilgiler verilmiştir [20].

Aktan çalışmasında İzmir'de bulunan bir jant fabrikası için enerjinin yoğun olarak tüketildiği sistemleri incelenmiş, kompresör ve basınçlı hava hakkında iyileştirme çalışmalarının sağlayacağı kazançlardan bahsedilmiştir. Aydınlatmada; enerji verimliliği yüksek aydınlatma ürünlerinden bahsedilmiş ayrıca gün ışığından faydalanma hususuna da dikkat çekilmiştir. Chiller ve Roof top klima hatlarının izolasyonunda bahsedilmiş, hidrolik motorlar ve elektrik motorlarının enerji sınıfı iyi motorlarla değiştirilmesi gerekliliğine vurgu yapmıştır [21].

Kara'nın çalışmasında hava kompresörlerinin tükettiği elektrik enerjisinin yaklaşık %90'lık kısmının tekrar ısı enerjisi olarak faydalı enerjiye dönüştürülebileceğinden bahsedilmiştir. Atık ısıdan tekrar faydalanma hususu ile beraber CO₂ emisyonun da sağlanacak azalma miktarından söz edilmiştir. Kompresör tipleri ve güçlerine göre geri kazanılabilecek güç miktarları da tablo halinde sunulmuştur [22].

Uylukçuoğlu'nun çalışmasında enerji verimliliği konusunda bilgiler sunarak Türkiye'nin durumu ve dünyadaki yerinden bahsedilmiştir. Otomotiv sektöründeki üretim safhaları ve bu safhalarda tüketilen enerjiden söz edilmek suretiyle tüketilen enerjinin %52'sini oluşturan ısı enerjisinden sağlanacak tasarruf miktarından bahsedilmiş olup aynı zamanda %48'ini oluşturan elektrik enerjisini kullanan sistemlerde yapılacak iyileştirme çalışmaları ve sağlanacak tasarruftan bahsedilmiştir [23].

Türkiye Enerji verimliliği gelişim raporunda sunulan bilgilerde Türkiye'nin 2000-2016 yılları arasında makroekonomik düzeyde gerçekleşen harcamalarının artış azalış durumları incelenerek ekonomik gelişmesine ışık tutulmuştur. Ayrıca adı anılan yıllarda birincil ve nihai enerji tüketimleri hakkında bilgiler verilmiştir. Enerji tüketiminin, enerji kaynaklarına göre dağılımı anılan yıllar için verilmiştir. 2000-2016 yıllar arasında azalan enerji yoğunluğundan bahsedilmiş Türkiye'nin dünyanın diğer ülkeleri ile durumu kıyaslanarak ortaya çıkan sonuçların yorumlamaları yapılmıştır. Sanayide kullanılan enerjinin çeşitlerinden ve hangi imalat sektörünün ne kadarlık bir enerji kullandığı bilgilerinden söz edilmiştir. Ayrıca konutlarda, hizmet sektöründe, ulaşırmada Türkiye'nin enerji tüketimi durumları hakkında bilgiler verilmiştir. Avrupa Birliği'nin Odeysse projesi kapsamında geliştirilen Odex olarak adlandırılan enerji verimliliği endeksine göre bilgi paylaşımında bulunulmuştur. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023 kapsamında incelenmiştir [24].

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) tarafından yayınlanan istatistiklerde 2015-2018 yılları arasında Türkiye'de elektrik kurulu güç durumu ve elektrik tüketim bilgileri paylaşılmış üretim bilgileri ve kaynakları açıklanmıştır [25].

Cengiz ve diğerleri çalışmalarında hızla artan enerji tüketimine dikkat çekerek bu payda en büyük orana sahip sanayi kuruluşlarınca kompresörlerde, elektrik motorlarında, pompalarda

ve aydınlatmada gerçekleştirilecek tasarruf çalışmalarından bahsedilmiş ve güneş enerjili elektrik üretiminden söz ederek sağlanacak tasarruf miktarından söz edilmiştir [26].

Kaya çalışmasında “En ucuz enerji tasarruf edilen enerjidir.” yaklaşımı ile dünyada mevcut enerjinin tasarruflu kullanılmasına dikkat çekilmiştir. Türkiye'nin dünyadaki enerji yoğunluğu durumuna atıfta bulunulmuştur. Basınçlı hava sistemlerinde yapılacak verimlilik çalışmaları ile sağlanacak tasarruftan söz edilmiştir. Yapılacak olan tasarruf çalışmaları vesilesiyle CO₂ emisyonunda sağlanacak iyileştirmelerden bahsedilmiştir [27].



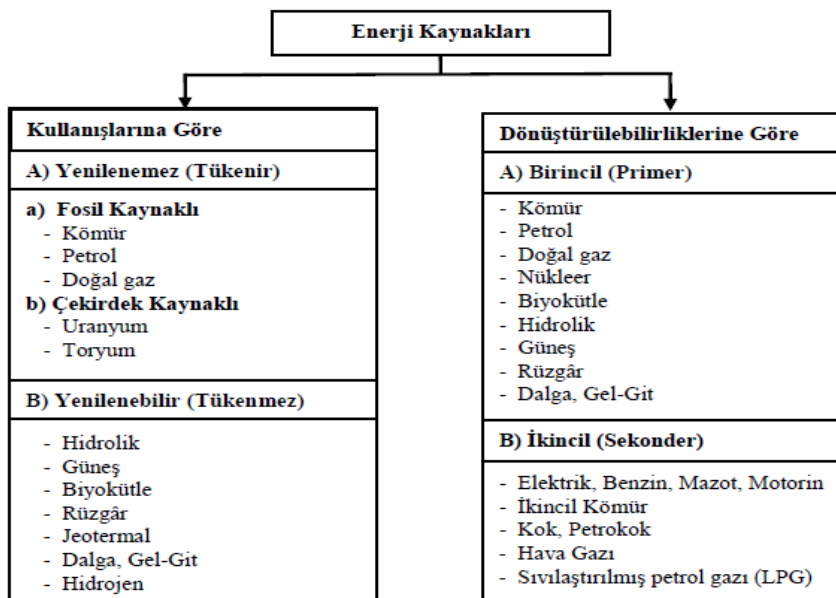


3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji Verimliliği kavramı, Türkiye için hâlihazırda uygulanan enerji verimliliği politikalarının değerlendirilmesi ve ileriye dönük politikaları hakkında bu kısımda bilgiler verilmiştir. Ayrıca EGO Genel Müdürlüğü tarihçesi ve Araç Bakım Onarım birimi çalışma düzeni ile ilgili bilgiler sunulurken Araç Bakım Onarım Birimi Merkez Atölye kısmı 2015-2018 yılı enerji tüketim değerleri de bu bölümde irdelenmiştir.

3.1. Enerji Verimliliği Kavramı ve Enerjinin Sınıflandırılması

Enerji verimliliği; bir ürün veya hizmeti elde ederken harcanan birim enerjinin miktarının çeşitli tasarruf metotları kullanılmak suretiyle düşürülerek aynı ürün veya hizmetin kalitesi bozulmadan elde edilebilmesidir. Bu genel tanımı açarak ifade etmek gerekirse enerjinin formları olan elektrik, basınçlı hava, ısı enerjide oluşan kayıpları önleyerek ve yeni teknoloji ile enerji üreten ve tüketen cihazları kullanarak enerjinin daha tasarruflu kullanılması amaçlanmaktadır. Bu hususlar irdelenirken atık ısı üreten hava kompresörleri faydalanmayı hedeflemekte önemli tasarruf başlıklarındandır. Ayrıca günümüz dünyasında yenilenebilir enerji teknolojilerinin hızla gelişmesi ve yatırım maliyetlerinin nispeten düşmesi bu alanı da değerlendirilmesi gereken mühim bir başlık haline getirmiştir.



Şekil 3.1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji yaşamımızın her aşamasına, günlük ihtiyaçları karşılamak ve yaşam kalitesini artırmak için giderek vazgeçilmez hale gelmiştir. Enerjinin; mekanik, nükleer, hidrolik, kimyasal, güneş, jeotermal, rüzgâr, termal, elektrik enerjisi gibi farklı formları olmakla beraber uygun metotlarla birbirine dönüştürülebilmektedir. Finansal manada, farklı metotlarla enerji elde edilen kaynaklar, enerji kaynakları olarak ifade edilmekte ve farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Tüketim şekline göre enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak iki kısma ayrılırken; dönüşüm sırasında bulunduğu forma göre, bu kaynaklar birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları, yakın gelecekte tükeneyeceği tahmin edilen enerji kaynakları olup, fosil kaynaklılar ve çekirdek kaynaklılar olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları; kendi kendini yenileyebilen kaynakları tanımlanmaktadır. Enerjinin ilk halinde bulunduğu ve herhangi bir dönüşüme uğramadığı durumuna birincil enerji denilmektedir. Başlıca birincil enerji kaynakları; kömür, doğal gaz, petrol, hidrolik, biokütle, nükleer, dalga-gelgit, rüzgâr ve güneştir. Birincil enerjinin kaynak olarak kullanılması sonucu elde edilen enerji formu da ikincil enerji olarak ifade edilmektedir. Elektrik, mazot, kok kömürü, benzin, , ikincil kömür, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), hava gazı, örnekleri bu formda enerji kaynaklarına örnek olarak verilebilir. Şekil 3.1’de sınıflandırmanın şematik gösterimi görülmektedir.

Enerji yoğunluğu kavramı, enerji verimliliği göstergelerindedir. Enerji sarfiyatının (tep, joule) ekonomik göstergeye (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla-GSYİH, Katma Değer vb) bölünmesi ile elde edilen oran olarak tanımlanmaktadır. Birincil enerji tüketimi (BET) (son tüketici tarafından meskeninde katı sıvı veya gaz yakıtlardan elde edilen enerjinin tüketilen elektrik enerjisinin üretilmesi ve dağıtımı aşamalarında sarf edilen enerji ile beraber toplamını ifade etmektedir) Birincil enerji tüketiminin GSYİH’ ye bölünmesi sonucu hesaplanan yoğunluk Birincil Enerji Yoğunluğu (BEY), Nihai Enerji Tüketiminin (Son tüketici tarafından meskeninde katı sıvı veya gaz yakıtlardan elde edilen enerjinin ve elektrik enerjisinin toplam sarfiyatı) GSYİH’ya bölünmesi sonucu hesaplanan yoğunluk ise Nihai Enerji Yoğunluğu (NEY) olarak adlandırılmaktadır. BEY bölgesel ve ülkeler bazında bir birim GSYİH üretebilmek için hangi ölçüde enerji olması gerektiğini ölçen bir enerji verimliliği göstergesidir. Söz konusu göstergenin seviyesi ülkelerin veya bölgelerin finansal yapısı, enerji sarfiyat durumu, iklim koşulları ve teknik enerji verimliliğini göstermektedir. Bir ülkenin enerji yoğunluğu ne kadar azsa ülkenin birim ürün veya hizmet üretmek için sarf ettiği enerji o denli düşük demektir.

3.2. Dünyada Enerji Kaynakları Görünümü

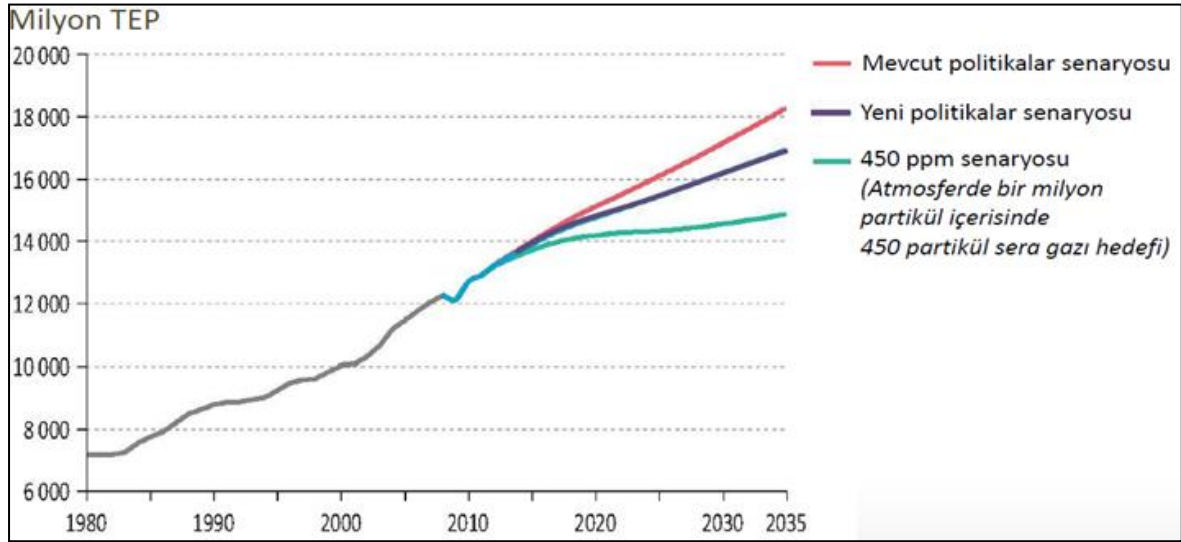
Günümüz dünyasında nüfus artış hızı, kentsel gelişim ve sanayileşme neticesinde enerjiye olan ihtiyaç hızla artmıştır. Bu durum birçok ülkeyi alternatif enerji kaynakları araştırmaya sevk etmiş, yerli kaynakların artırılmasına yönelik araştırma faaliyetlerine de başlanmasına sebep olmuştur. Enerjinin, ülkeler için, sürdürülebilir politikalar ile yönetilmesi ve arz güvenliğine dair tedbirler alınması olmazsa olmazları arasına girmiştir. Çizelge 3.1 belirtilen değerler fosil yakıt kökenli birincil enerji kaynaklarının ne kadarlık rezervlerinin kaldığı ve 2015 yılı için tüketim değerleri görülmektedir. Söz konusu değerler önümüzdeki yıllarda da temel enerji kaynağı olarak yerlerini koruyacak olan fosil kökenli yakıtların verimli olarak kullanılması gerekliliğini gözler önüne sermektedir.

Çizelge 3.1. Üç ana enerji kaynağının rezerv bilgileri ve 2015 senesi tüketim durumları

Sıra	Birincil Enerji Kaynağı	Dünyada Kanıtlanmış Rezervler	2015 Yılı Dünyada Tüketim Değerleri
1.	Kömür	892 Milyar Ton	3840 Milyar TEP
2.	Petrol	1698 Milyar Varil	24,97 Milyar Varil
3.	Doğalgaz	186,9 Trilyon m ³	3468,6 Milyar m ³

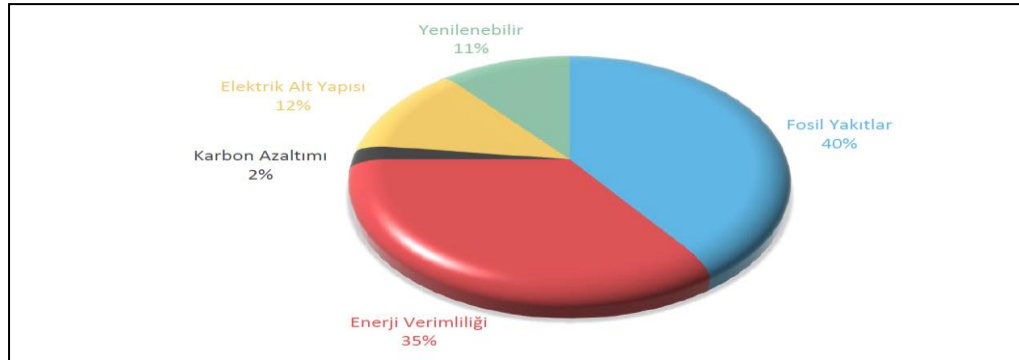
Şekil 3.2’de belirtilen grafikte, Uluslararası Enerji Ajansı (UEA) tarafından 2011’de hazırlanan Dünyada ve Türkiye de Enerji Görünümü Raporuna göre, 2035 yılı için yapılan öngöründe, dünyada mevcut politikalar senaryosuna göre Birincil Enerji Talebi 18,3 Milyar TEP (Ton Eşdeğer Petrol) seviyesine, Yeni politikalar senaryosuna göre 16,95 Milyar TEP seviyesine, 450 PPM senaryosuna 14,15 Milyar TEP seviyesine çıkması beklenmektedir. Gerçekleştirilen tahminlere göre, 2040 yılına gelinceye kadar olan süreçte fosil kaynaklı yakıt oranları kısmen düşse dahi söz konusu bu kaynaklar dünyada hakim olmaya devam edeceği öngörüsü mevcuttur. Nükleer enerjinin birincil enerji kaynaklarındaki oranının yükseleceği tahmin edilmekte, yenilenebilir enerji kaynaklarının 2040 yılındaki oranının %16,1 olacağı beklenmektedir. Mevcut politikalar senaryosuna göre küresel elektrik ihtiyacının 2040 senesine değin yıllık ortalama %2,3 olmak üzere %80 oranında artacağı beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, yıllık ortalama %9,8 büyüme oranı ile en yüksek büyüme payına sahip enerji kaynaklarıdır. Nükleer enerji yıllık ortalama %2,3 ve hidroelektrik yıllık ortalama %1,8 büyüme oranına sahip olacaktır. Bu üç kaynağın büyüme

oranı, toplam birincil enerjinin büyüme oranından daha fazladır. Fosil yakıtlar arasında en fazla büyüme oranına sahip olan kaynak yıllık ortalama %1,5 büyüme oranı ile doğal gazdır. Doğal gazı sırasıyla yıllık ortalama %0,4 ve %0,2 büyüme oranları ile petrol ve kömür izlemektedir [28].



Şekil 3.2. Uluslararası Enerji Ajansına (UEA) göre 2035 yılı Dünya birincil enerji talebi [28].

Dünya enerji talebini karşılamak için küresel enerji yatırımları her yıl artış göstermektedir. UEA verilerine göre enerji sektörüne 2016 ile 2040 yılları arasında küresel ölçekte toplam 66,5 trilyon dolar yatırım yapılacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 3.3. 2016-2040 yılları arasında yeni politikalar senaryosu dikkate alındığında kaynaklara göre enerji arzı altyapısı için yatırımlar [28].

Şekil 3.3'te Gösterilen grafikte 2016-2040 yılları arasında enerji verimliliği için gerçekleştirilecek yatırımların payının %35 olduğu görülmektedir. Söz konusu değer

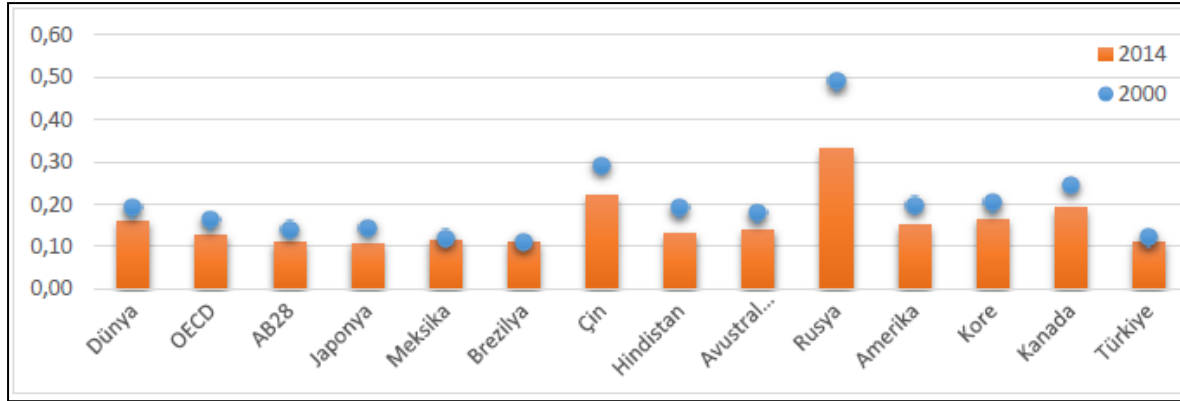
enerjinin etkin kullanılması için anılan yıllarda dünyada çalışmalara öncelik verileceğinin önemli göstergelerindendir. Bu grafik yenilenebilir enerji ve karbon azatlımı için de çalışmaların devam edeceğini göstermektedir. Bu grafik değerlendirilirken atlanmaması gereken en önemli göstergelerden biriside fosil kaynaklı yakıtların yatırımlar anlamında da birinci sırada olduğu gerçeğidir.

Çizelge 3.2. Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Milyon TEP) [28].

Sıra	Ülke	2013	2014	2015	Dünya Toplamındaki Payı
1	Çin	2903,9	2970,3	3014,0	22,9%
2	ABD	2271,7	2300,5	2280,6	17,30%
3	Hindistan	626,0	666,2	700,5	5,30%
4	Rusya	688,0	689,8	666,8	0,051
5	Japonya	465, 8	453,9	448, 5	3,40%
6	Kanada	335,0	335,5	329,9	2,50%
7	Almanya	325,8	311,9	320,6	2,40%
8	Brezilya	290,0	297,6	292,8	2,20%
9	Güney Kore	270,9	273,1	276,9	2,10%
10	İran	247,61	260,8	267,2	2,00%
11	Suudi Arabistan	237,4	252,4	264,0	2,00%
12	Fransa	247,4	237,5	239,0	1,80%
13	Endonezya	175,0	188,3	195,6	1,50%
14	Birleşik Krallık	201,4	188,9	191,2	1,50%
15	Meksika	188,9	190,0	185,0	1,40%
16	İtalya	155,7	146,8	151,7	1,20%
17	İspanya	134,2	132,1	134,4	1,00%
18	Avustralya	130,7	1299	131,4	1,00%
19	Türkiye	120,3	123,9	126,9	1,00%
20	Tayland	120,3	123,4	124,9	0,90%
21	Güney Afrika	124,6	128,0	124,2	0,90%
22	Tayvan	109,9	111,4	110,7	0,80%
23	BAE	97,2	99,0	103,9	0,80%
24	Polonya	96,0	92,4	95,0	0,70%
25	Ukrayna	114,7	101,0	85,1	0,60%
	Toplam	12873,1	13020	13147,3	100,00%

Çizelge 3.2’de belirtilen tabloda dünyada birincil enerji yoğunluğu en yüksek 25 ülkenin TEP bazlı birincil enerji tüketimleri görülmektedir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere her geçen yıl birincil enerji tüketimi miktarı tüm dünyada artmaktadır. 2013 yılında 12783,1

Milyon TEP olan birincil enerji tüketim miktarı 2015 yılında 13147,3 Milyon TEP seviyelerine çıktığı görülmektedir. Bu durum alternatif enerji kaynaklarının tespiti ve değerlendirilmesi bağlamında ülkeler üzerinde zorunluluk oluşturmuştur. Ayrıca enerji kaynaklarının tasarruflu kullanılması da aynı derecede önem arz etmekte olduğu görülmektedir.



Şekil 3.4. Ekonomilerin Enerji Yoğunluğu Göstergeleri [28].

Bazı ülkelerde 2000-2014 yılları arasındaki dönemlerde birincil enerji yoğunluğu değişimi incelendiğinde, başta Rusya olmak üzere Çin, ABD ve Hindistan gibi başı çeken ülkeler birincil enerji yoğunluğunun azaltılması hususunda başarılı çalışmalar yaptığı görülmektedir. Türkiye, Brezilya ve Meksika gibi gelişmekte olan ülkeler birincil enerji yoğunluklarının azaltılması manasında olumlu çalışmalar yapsalar da diğer dünya devletlerine kıyasla daha az başarılı bir tablo sergilemiş oldukları görülmektedir. Sonuç olarak dünya geneline bakıldığında birincil enerji yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Bütün dünya devletleri aynı süreçte aynı seviyede birincil enerji yoğunluğunun iyileşmesi sağlanamamıştır. Ülkelerin ekonomilerindeki gelişmelere ve uygulanan politikalara paralel olarak farklı gelişmeler kaydedilmiştir. Şekil 3.4'de gösterilen grafik, enerji verimliliği hususunda dünyanın farkındalığının arttığı ve buna paralel politikalar üreterek enerji yoğunluğu miktarında düşüş sağlandığı görülmektedir.

Çizelge 3.3. Bazı ülkelerin Birincil Enerji Kaynağı Bazında Elektrik Üretimi Oranları [28].

	Kömür (%)	Petrol (%)	Doğalgaz (%)	Nükleer (%)	Yenilenebilir Enerji (%)	Diğer (%)
Fransa	2,1	0,3	2,3	77,6	17,5	0,2
Almanya	45,4	0,9	9,9	15,5	28	0,3

Çizelge 3.3. (devam) Bazı ülkelerin Birincil Enerji Kaynağı Bazında Elektrik Üretimi Oranları

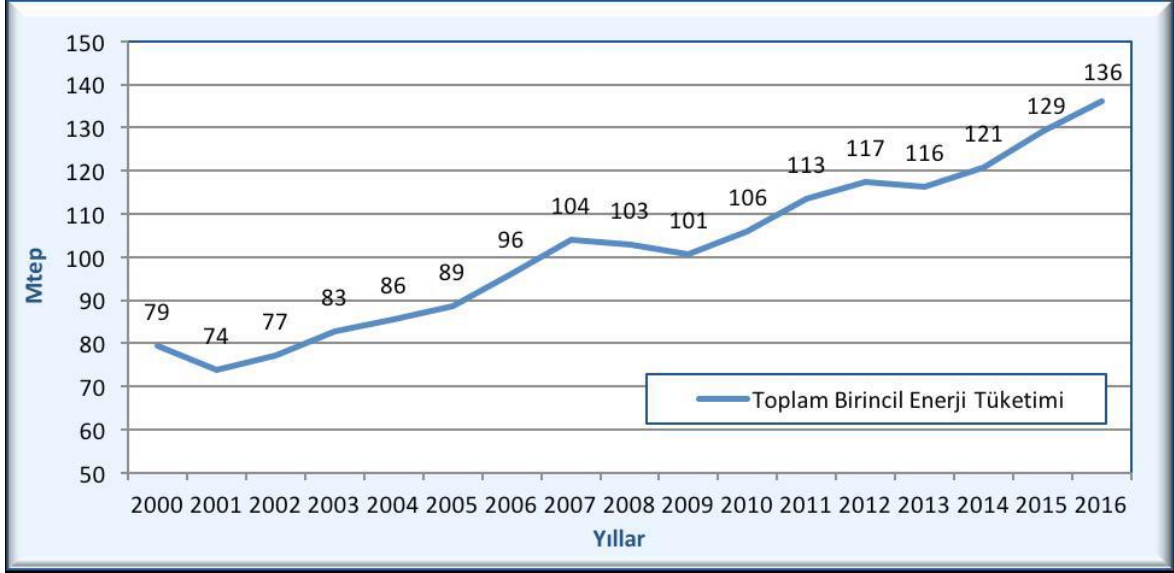
ABD	39,5	0,9	26,8	19,1	13,6	0,1
Kanada	9,9	1,2	9,3	16,4	62,8	0
Çin	72,5	0,2	2	2,3	23	0
Hindistan	75,1	1,8	4,9	2,8	15,5	0
Rusya	14,9	1	50,1	17	17	0
Dünya	40,6	4,3	21,6	10,6	22,9	0,1

Dünyada en yaygın kullanılan birincil enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi miktarları Çizelge 3.3’de gösterilmektedir. Dünya da hâlihazırda kömür, elektrik enerjisi eldesinde en çok kullanılan birincil enerji kaynağı olarak görülmektedir. Kömürden sonra yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisi ikinci sırada yer almaktadır. Doğalgaz, yenilenebilir enerjiden hemen sonra 3. Sırayı almaktadır. Anılan 3 birincil enerji kaynağı, dünyada elektrik enerjisinin yaklaşık olarak %85’lik üretiminde kaynak olarak kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının 2. Sırada yer alması durumu Dünya da fosil kökenli kaynakların tükendiğine dair farkındalığın arttığı ve yenilenebilir enerjinin alternatif olarak hızla değerlendirmeye alındığının önemli bir göstergesi olarak görülmektedir. Çizelge 3.3’te Fransa’nın elektrik enerjisi üretimi için %77,6 gibi büyük bir oranda nükleer enerjiyi kaynak olarak değerlendirdiği, birincil enerji kaynağı olarak dışa bağımlılığını minimize etmeyi başardığı görülmektedir.

3.3. Türkiye’nin Enerji Kaynakları Görünümü

Nüfus artışı, refah seviyesi ve sanayileşme gayretleri ile beraber ülkemizin enerji ihtiyacı hızla artmaya devam ettiği, Türkiye yerel kaynaklardan enerji arzı manasında dışa bağımlılığını azaltmak, kaynak portföyünü artırmak, enerji talebinde meydana gelen artışı problemsiz karşılamak ve arz güvenliğini sağlamak için rekabetçi, çevresel sürdürülebilirliği de dikkate alan bir enerji politikası oluşturma gayreti içerisinde olduğu, zamana bağlı çeşitli olumsuz sebepler (Ekonomik krizler, siyasi istikrarsızlıklar vs.) nedeniyle enerji hususunda yerli ve milli kaynakların kullanılarak enerji ihtiyacının karşılanması hızının istenilen seviyelere ulaşmasa da pozitif görünümde olduğu görülmektedir. Son yıllarda yerli ve milli kaynaklardan enerji arzına önem verilmesi ile ülkemizin hızla artmakta olan enerji talebini karşılamak için sınırlı olan doğal kaynaklarımızı rasyonel bir şekilde kullanmaya, yeni teknolojilerle enerji üretimini çeşitlendirmeye, mevcut teknolojilerin verimliliğini

arttırmaya ve alternatif enerji kaynaklarını değerlendirmeye yönelik politika ve stratejilerin uygulanmasına büyük önem verilmektedir.

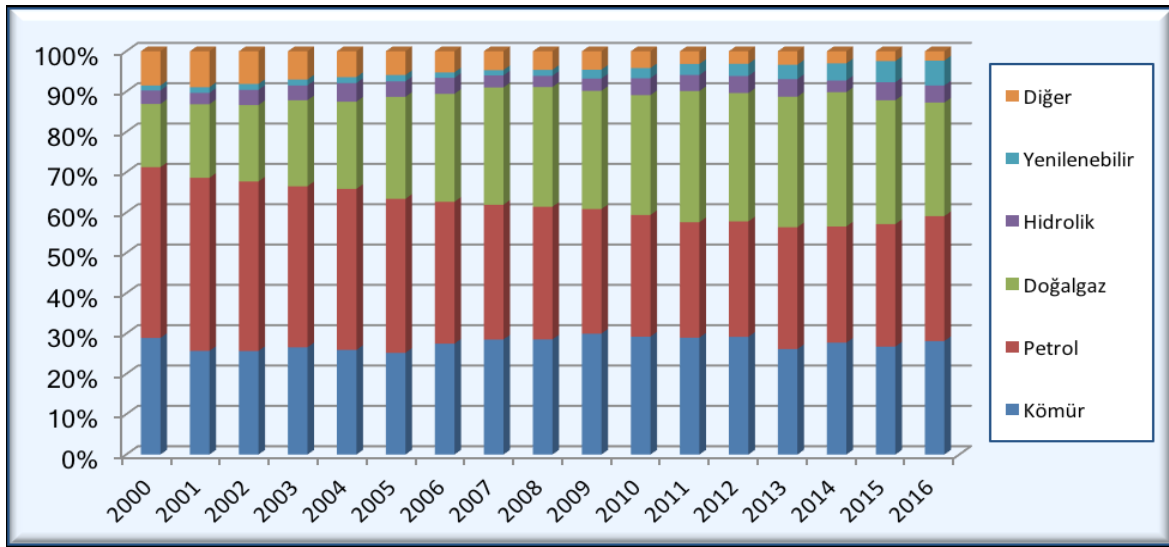


Şekil 3.5. Toplam Birincil Enerji Tüketimi Genel Enerji Denge Diyagramı [24].

Şekil 3.5'teki diyagram incelendiğinde; 2016 senesinde Türkiye'nin birincil enerji tüketimi 2000 yılı ile karşılaştırıldığında, %71,5 oranında yükseliş göstermek suretiyle 136,2 Mtep'lik bir değere ulaşmıştır. Birincil enerji arzındaki ithal enerjinin kaynak oranı % 75'ler seviyesinde olduğu görülmektedir. Diğer taraftan enerji verimliliğinin bir göstergesi olan birincil enerji yoğunluğu 2016 yılında 0,12 kep/2010 \$ olarak gerçekleşmiştir. Birincil enerji yoğunluğunda dünya ortalaması 0,18 kep/2010\$ iken OECD ve AB-28 ülkelerinin ortalaması ise sırasıyla 0,11 ve 0,09 kep/2010 \$'dır. OECD ülkelerinin ortalamasına hayli yakın bir konumda olan Türkiye'nin birincil enerji yoğunluğu, AB ülkelerinin ortalaması ile karşılaştırıldığında ise yüksek kalmaktadır. Bu çerçevede, enerji üretimi ve iletiminden nihai tüketime kadar ki bütün aşamalarda enerji verimliliğinin geliştirilmesi ile birincil enerji tüketiminde artıştan azalma sağlanması, bilinçsiz kullanımın ve israfın önlenmesi, enerji yoğunluğunun hem sektörler bazında hem de makro düzeyde azaltılması ulusal enerji politikamızın öncelikli ve önemli bileşenlerindedir. Ülkemizin birincil ve nihai enerji tüketiminde (2009 yılı hariç) 2001, 2008, 2009 ve 2013 yılları haricinde sürekli bir artış görülmüştür. Birincil enerji tüketiminde yıllık bazda ortalama %3,4 oranında artış görülürken aynı dönemde GSYİH artışı yıllık bazda %4,9 olarak gerçekleşmiştir. 2005-2015 döneminde Türkiye'nin GSYİH'si bir birim artarken enerji tüketimi 0,8 birimlik artış göstermiştir. Bununla birlikte, aynı dönemde GSYİH'sini bir birim artıran Fransa enerji

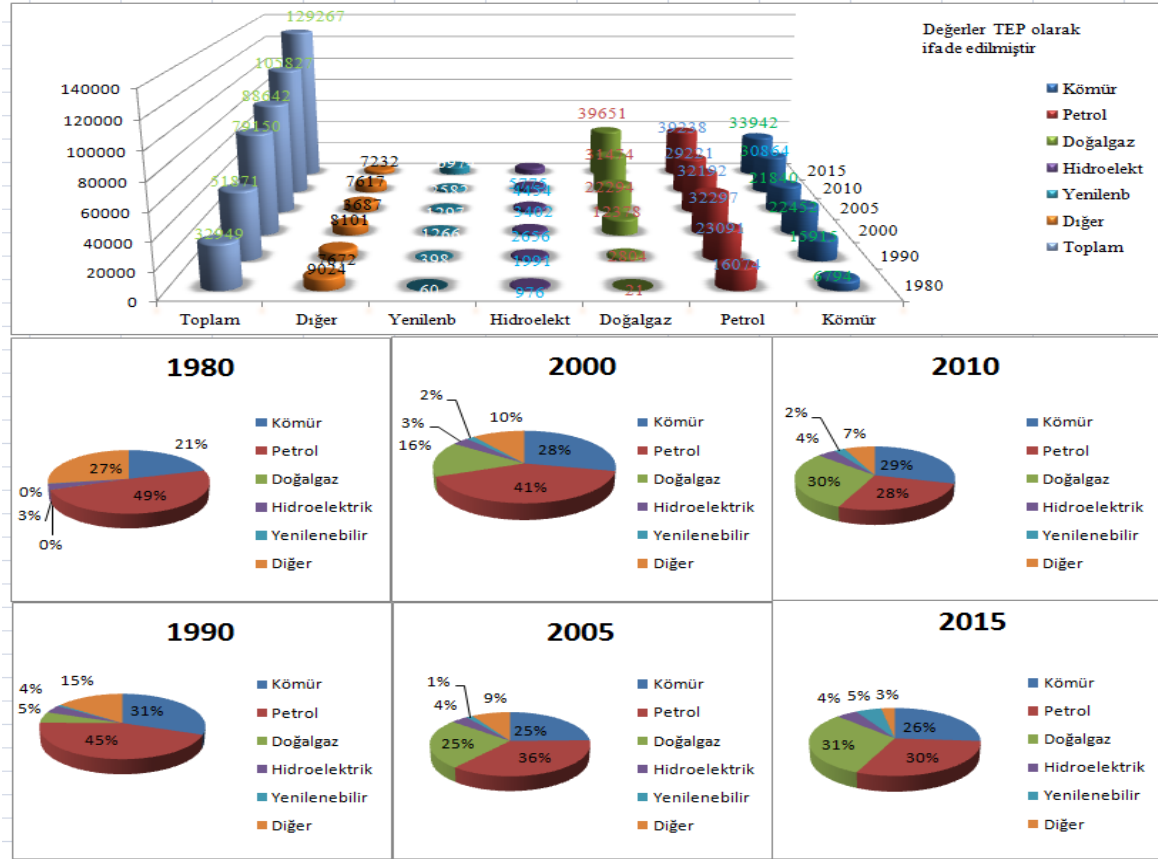
tüketimini 1,1; Almanya 0,5; Japonya 3,5 ve İngiltere 1,8 birim azaltmıştır [24].

Birincil ve nihai enerji yoğunlukları 2000-2016 döneminde yıllık bazda ortalama %1,4 azalma göstermiş olup 2008-2016 periyodunda elektrik enerjisi üretiminde kombine doğal gaz çevrim santralleri ve rüzgâr enerjisinin yüksek paya sahip olması ile birincil enerji yoğunluğu nihai enerji yoğunluğuna oranla daha hızlı bir azalma göstermiştir.



Şekil 3.6. Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Kaynak Bazında Dağılımı [24].

Ülkemizin birincil enerji tüketimi kaynak bağlamında irdelendiğinde doğalgaz, kömür ve petrol kaynaklarının ön planda olduğu görülmektedir. Söz konusu kaynakların birincil enerji tüketimi toplamları, tüm kaynaklar içindeki oranı toplamı 2016 senesi için %87,3'tür. 1980-2016 arasında petrol ve kömür sarfiyatı yükselmiş olmakla beraber birincil enerji tüketimi içerisindeki oranı petrol için düşmüş kömür için yükselmiştir. Kömür, 1980 yılında %20,9'luk orana sahip olup 2016 senesine varıldığında oran %26,26'ya yükselmiştir. Petrol oranıysa çok süratli bir azalma hızı sergileyerek %42,3 mertebesinden %31,0 mertebesine gerilemiştir. Doğalgaz sarfiyatındaysa 35 yıllık süreçte 1900 kat artarak 39.651 Milyon TEP seviyesine çıkararak çok hızlı yükseliş meydana gelmiş ve doğalgazın %0,06 olan oranı 2015 senesine varıldığında %30,67 seviyesine kadar yükselmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları (jeotermal ısı, güneş, rüzgâr, biokütle) ise totalde arz içerisinde yüksek bir paya sahip olmamakla beraber, 1980-2015 yılları arasında yıllık ortalama %332 seviyesinden yükseliş göstererek kaynak bağlamında hızlı bir yükselişi sağlamıştır.



Şekil 3.7. 1980-2015 seneleri arasında Türkiye birincil enerji kaynakları tüketimi durumu

1980-2015 aralığında ülkemizin toplam nihai enerji sarfiyatı, kaynak bağlamında bakıldığında; doğalgaz, kömür, petrol ve elektrik kaynaklarının en önde olduğu görülmektedir. Bu 4 kaynak 1980 senesinde toplam nihai enerji tüketimi içindeki oranı %72,5 olmakla beraber 2015 yılına varıldığında bu pay %92,75'e kadar çıkmıştır. Bu miktarın yükselmesinde özellikle elektrik ve doğalgazın payı büyüktür. 35 yıllık süreçte doğalgaz sarfiyatı senelik ortalama %10,7'lik yükseliş ile totalde nihai enerji tüketimi içerisindeki en hızlı yükseliş görülmüştür. Hidroelektrik sarfiyatı ise aynı süreç için senelik ortalama %17,1 oranında yükseliş sergilemiştir. Bu durum sayesinde doğalgazın 1980 senesinde %0,06 olan oranı 2015 senesinde %30,67'e, hidroelektrik sarfiyatının oranı ise %2,97' den %4,47'a yükselmiştir. Kömür ve petrol sarfiyatı ise yükseliş sergilemiş olmasına rağmen totalde nihai enerji tüketimi içerisindeki oranı azalmıştır. 2015 senesi için Birincil enerji talebinin sektörel dağılımına bakıldığında sanayi sektörü %25, konut ve hizmet sektörü %25, çevrim sektörü(elektrik üretimi) %23, ulaştırma %19 ve diğer sektörler %8'lik bir paya sahip olduğu görülmektedir. Birincil enerji talebinin yerli kaynaklar ile sağlanma oranı 2015 senesi için %24 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun temel sebebinin doğalgaz tüketiminde meydana gelen hızlı artış olduğu aşikârdır. Özellikle son 10 yılda bu

oran zirve yaparak %76 seviyelerine çıktığı görülmektedir. 2015 senesinde, ülkemizde günde yaklaşık 51 bin varil ham petrol üretimi gerçekleşmiş olmakla beraber; buna nispeten günlük 835 bin varil ham petrol sarf edilmiştir; Günlük 503 bin varil seviyelerinde ham petrol ithalatı, 242 bin varil seviyesinde ise işlenmiş ürün ithalatı yapılmıştır. 2014 yılı ile karşılaştırıldığında, işlenmiş ürün ithalatı azalma sergilerken, ham petrol ithalatı ve sarf edilen ham petrolde yükseliş sergilemiştir. 2015 senesinde, yerli ham petrol üretiminin, total sarfiyat yüzdesi %6,4 olarak meydana gelmiştir [29].

Türkiye'nin fosil kökenli birincil enerji kaynakları görünümü çizelge 3.3'te gösterilmiştir. Söz konusu çizelgeden de anlaşılacağı üzere Türkiye fosil kökenli kaynaklar bağlamında özellikle petrol ve doğalgaz açısından kısıtlı rezervlere sahip olduğu görülmektedir. Ülkemizin linyit kömürü ısıl değeri düşüktür. Rezervlerin tümünün %56'sı 1000 ile 1500 kcal/kg arasında ısıl değere, tüm rezervlerin %10'luk kısmı ise 3000 kcal/kg'ın üstünde ısıl değere sahip olduğu öngörülmektedir [30]. Bu sebepten dolayı linyit yataklarından çıkarılan kömürün büyük kısmı termik santrallerde yakıt kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Isıl değeri 3000 kcal/kg'dan yüksek olan linyit kömürleri ise konut ısıtması ve sanayi kuruluşları tarafından değerlendirilmektedir.

Asfaltit, katı bir yakıt olup petrol kökene sahip asfalt benzeri bir maddedir. Ülkemizde seksen iki milyon ton olan asfaltit rezervinin büyük bölümü Şırnak ve Silopi civarındadır. Bitümler ısıtıldığında gaz ve petrol üretilen kayaçlardır. Ülkemizde 1,6 milyar ton olan rezervler genellikle Hatıldağ-Bolu, Ankara-Bey pazarı, Dodurga-Çorum'da, Kütahya Seyitömer, bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.4. Türkiye fosil kökenli birincil enerji kaynakları rezervleri potansiyeli

Kaynak	Görünen	Muhtemel	Mümkün	Total
Maden Kömürü (Milyon Ton)	525	424	368	1319
Linyit (Milyon Ton)	13442	450	7	13900
Petrol (Milyon Ton)	42	-	-	42
Doğalgaz (Milyon Ton)	7	-	-	7
Asfaltit (Milyon Ton)	45	29	8	82
Bitümler (Milyon Ton)	555	1086	269	1641

3.4. Türkiye İçin Hâlihazırda Uygulanan Enerji Verimliliği Politikalarının Değerlendirilmesi ve İleriye Yönelik Politikalar

Teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, yaşam kalitesinin artması ve nüfus artışı gibi nedenlerden ötürü enerji sarfiyatı tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yükselmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye nüfusunun 2050 senesinde yaklaşık 95 milyon olması beklenmektedir. Bu durum enerji arzının yerli kaynaklarla sağlanmasını zorunlu kılmakta aynı zamanda bu hususta ithalatın azaltılması için enerjide üretimi artırmakla eş zamanlı olarak enerjiyi tasarruflu kullanmak büyük önem arz etmektedir.

Enerji verimliliğine dair politikalar ve önlemler temelde 2 Mayıs 2007 tarihinde yürürlüğe giren 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na (ENVER) dayanmaktadır. Enerji verimliliği yasasının temel amacı enerjinin etkin kullanımı, israfının önlenmesi, enerjinin ekonomi üzerinde meydana getirdiği mali yükün azaltılması ve CO₂ salınımının azaltılması sayesinde çevrede daha az karbon emisyonu oluşturulması, enerji kaynaklarının ve enerji sarfiyatında etkin kullanımın artırılması olarak belirlenmiştir. Yasa; enerji verimliliği çalışmalarının yürütülmesi, gözlemlenmesi ve koordine edilmesi mevzusunda idari yapının oluşturulması, enerji verimliliği hizmetlerinin düzenli şekilde yürütülmesi için yapılacak yetkilendirmeleri, çeşitli kurumların görev, yetki ve sorumluluklarını, halkın enerji verimliliği hususunda eğitilmesi ve algısının artırılmasını, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (YEK) kullanımının yaygın hale getirilmesine yönelik çeşitli teşvik sistemleri, desteklerle alakalı mevzuları ve kanuni gereklilikleri sağlamayanlara uygulanacak cezai müeyyideleri düzenlemek üzere muhtelif kısımlardan meydana gelmektedir.

Enerji verimliliği sahasında yapılması planlanan çalışmaların bulunduğu Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012– 2023) 2012 senesinde uygulanmaya başlanmıştır. Bu çalışma vesilesiyle vatandaşların enerji verimliliği hususunda bilinçlendirilmesi amaçlanmıştır. Söz konusu belgeyle, enerji verimliliğinin amacına dair çeşitli sektörlere yön vermek amacıyla politika ve uygulamalar sağlanması amaçlanmıştır. Bu faaliyetlerin yürütülmesi için Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) görevlendirilmiştir. Belge ile hizmet ve sanayi alanlarında enerji yoğunluğu ve oluşan kayıpları azaltmak, yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üreten çevreci ve sürdürülebilirliği olan binaları çoğaltmak, karbon

emisyollarını dūřūrmeđ, enerji ūretimi, aktarımı ve sarfiyatı olan yerlerde verimliliđi yūkseltmeđ stratejik hedef olarak ortaya konmuřtur. Bahsedilen bu stratejik hedeflerin yapılabilmesi gayesiyle, stratejik hedeflere uygun eylemler belirlenmiřtir. Tūm bu sūreç için belli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleřtirilmesi suretiyle yūnetilmesi amaçlanmaktadır. 5627 sayılı Enerji Verimliliđi Kanunu ve bu kanuna dayanak yapılarak evre ve Őehircilik Bakanlıđınca yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Yūnetmeliđiyle, enerji israfını engellemek gayesiyle bina ruhsatlandırma ve daire satıřı sūrelerinde Enerji Kimlik Belgesi mecburiyeti getirilmiřtir. Bu sayede binalarda gerçekleřen enerji sarfiyatını %40 daha dūřūrmeđ amaçlanmış ve enerji israfının azalması hedeflenmiřtir. Enerji Kimlik Belgesi zorunluluđu 01 Ocak 2011’de bařlamıř; mevcut binalar için ise 2017 yılında yūrūrluđe girmiřtir. 10. Kalkınma Planı dahilinde 2023 hedeflerine dair, enerji verimliliđinin geliřtirilmesi hususu da dikkate alınarak planlanmıřtır. Enerji verimliliđinin geliřtirilmesi programının hedefi, son zamanlarda enerji verimliliđi alanındaki çeřitli olumlu geliřmeler olmakla beraber hala istenilen geliřim sađlanamamıřtır. Tūrkiye’nin enerji yođunluđu Avrupa Birliđi ve OECD ūlkeleri ortalamasından daha fazladır.

Tūrkiye’nin ileriye dūnūk enerji politikalarının en ūnemli bařlıklarından bir tanesinin de jeopolitik konumu sayesinde barındırdıđı potansiyel olduđu da bir gerçektir. Tūrkiye konumu itibarıyla, zengin petrol ve dođalgaz kaynaklarına sahip Asya ve Ortadođu ūlkeleri ile Avrupa ūlkeleri arasında bulunmaktadır. Bu konumu sayesinde, faaliyette olan veya inřası sūrmekte olan petrol ve dođalgaz boru hatları vesilesiyle ūlke ekonomisi ūzerinde ithal edilen enerji sebebiyle meydana gelen būte açıđı yūkūnūn azaltılmasının sađlanması hedeflenmektedir.



Őekil 3.8. Tūrkiye ūzerinden geçen veya geçmesi planlanan Petrol ve Dođalgaz hatları gūrūnūmū [31].

Harita 3.1’de görüldüğü üzere Irak ile Türkiye’nin doğalgaz boru hattı projesi (Irak gaz koridoru) Türkiye ve Avrupa’nın arz güvenliğini de sağlamak hedefiyle 15 Ekim 2009 tarihinde Türkiye ve Irak arasında bir doğalgaz koridoru geliştirilmesi için mutabakata varılmıştır. Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi (TANAP) Azerbaycan Şah Deniz Faz 2 doğal gazının 6 milyar metreküplük kısmının Türkiye’ye satılması ve 10 milyar metreküplük kısmının ise TANAP yoluyla Avrupa’ya taşınması konularını içeren anlaşma 25 Ekim 2011 tarihinde imzalandı. 12 Haziran 2018 tarihi itibariyle TANAP boru hattının faaliyete geçtiği görülmektedir. Söz konusu proje sayesinde Şahdeniz havzasında bulunan 1 Trilyon m³’lük doğalgaz rezervi dünya enerji piyasasına arz olduğu görülmektedir. Bakü - Tiflis -Ceyhan ham petrol boru hattı 1999 yılında temelleri atılıp 2006 yılında ilk arzını gerçekleştirmiştir. Kapasitesi yıllık 50 milyon ton petrol taşıyabilmektedir. Rusya-Türkiye doğal gaz boru hattı (batı hattı) 1986 yılında inşasına başlanan hat ilk arzını 1987 yılında gerçekleştirmiştir. Günümüz itibariyle 14 Milyar m³’lük kapasiteye sahip olup ülkemizin batı bölümünde tüketimi karşılamaktadır. Mavi Akım Boru Hattı 1997 yılında Rusya federasyonu ile Türkiye arasında imzalanan anlaşmaya istinaden 25 yıllık bir süre ve her yıl 16 Milyar m³ alım garantisi şartları altında akdedilmiştir. Hat Karadeniz de deniz altından geçmek suretiyle kara hattına bağlanmıştır. 2003 yılda ilk gaz akışı gerçekleşmiştir. Doğu Anadolu doğalgaz ana iletim hattı 1996 yılında İran ile sağlanan mutabakat çerçevesinde inşasına başlanmış olup 2001 yılında ilk gaz arzına hazır hale getirilerek işletmeye alınmıştır. Yıllık kapasitesi 10 milyar m³ doğalgaz iletimine müsaittir. Türkakım gaz boru hattı projesi 2016 yılında Rusya Federasyonu ile imzalanan mutabakat ile projelendirilmiş 2019 yılı itibariyle devreye alınması planlanmış yıllık 14 Milyar m³ ülkemize teslim edilmek şartıyla 31,5 milyar m³ gaz taşınması öngörülmüştür. Söz konusu hat Rusya ile direk bağlantılı olması ile enerji arzında 3. bir ülkenin müdahalesine müsaade etmemesi açısından önem arz etmektedir.

Türkiye, 1956 senesinde kurulan Uluslar arası Atom Enerjisi Ajansına aynı yıl içerisinde katılmış ve nükleer konusu ile alakalı ilk adımını atmıştır. 1965 senesinde ilk nükleer santralini kurmak amacıyla çalışmalarına başlamış; 1976 yılında Akkuyu bölgesi için santral kurulum lisansı alınmış; 1976-2009 yılları arasında 4 sefer kurulum ihalesi gerçekleştirilip sonrasında ihaleler çeşitli sebeplerle iptal edilmiştir. 2010 tarihinde Akkuyu bölgesine kurulması hedefi ile Rusya Federasyonu ile 2013 yılında; Sinop Bölgesine kurulması hedefi Japonya ile protokoller imzalanmış çalışmalara başlanmıştır. Akkuyu Santrali için 2018 yılı sonuna kadar Sinop Nükleer santrali için ise 2019 yılı sonuna kadar inşasının başlanması

planlanmaktadır. Akkuyu Nükleer Enerji Santralinde ilk Reaktörün devreye alınması 2023 yılı, sonrasında birer yıl arayla diğer 3 reaktörün devreye alınması planlanmakta; her bir reaktörden 1200 MW, toplamda 4800 MW elektrik enerjisi elde edilmesi planlanmaktadır. Sinop nükleer santrali için ilk 2 reaktörün 2023 ve 2024 yıllarında devreye alınması; daha sonra kalan 2 reaktörün 2027 ve 2028 yıllarında devreye alınması planlanmaktadır. Sinop nükleer santralinin elektrik üretim kapasitesi 4480 MW olarak planlanmıştır. Ayrıca ülkemiz üçüncü bir nükleer santral kurulumu hedefi ile WESTINGHOUSE ve SNPTC firmaları ile 2014 yılında fizibilite çalışmaları için antlaşma imzalanmıştır.

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP) 2017-2023 yılları arasında, enerji, ulaştırma, bina ve hizmetler, tarım, teknoloji, sanayi ve yatay konular olmak üzere 6 bölümde tanımlanan elli beş eylem ile 2023 senesinde Türkiye'nin birincil enerji sarfiyatının %14'e düşürülmesi hedeflenmektedir. Eylem Planı ile 2017-2023 yılları arası kümülatif olarak 23,9 Mtep enerji tasarrufuna ulaşılması ve bu miktar için 10,9 milyar ABD Doları yatırım gerçekleştirilmesi öngörülmektedir. 2017 senesi fiyatlarıyla 2033 senesine kadar gerçekleşecek kümülatif tasarruf rakamı 30,2 milyar ABD Doları olup tasarruflardan bazılarının etkisi 2040 senesine kadar süreceği öngörülmektedir.

Çizelge 3.5. Yenilenebilir enerji kaynakları bağlamında Türkiye'nin potansiyel görünümü

Kaynak	Kurulu Güç Potansiyeli
Biokütle	Elektrik: 2,6 Mtep; Isı: 6 Mtep
Jeotermal	Elektrik: 610 MW/Yıl; Isı: 31 500 MW/Yıl
Hidrolik	47 497 MW/Yıl 164 000 (GWh/Yıl)
Rüzgâr	48 000 MW/Yıl
Güneş	56 000 MW/Yıl; 380 000 GWh/Yıl

Ülkemiz hali hazırda yenilenebilir enerji kaynakları bağlamında özellikle Güneş, Rüzgâr ve Hidrolik kaynaklar bağlamında zengin bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Biokütle ve Jeotermal enerji potansiyeli değerlendirilebilir seviyelerde olduğu bilinmektedir. Çizelge 3.4'te görüldüğü üzere Rüzgâr enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi bağlamında Türkiye son yıllarda Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES) kurulumunu hızla artırarak tüm elektrik enerjisi içerisindeki payını %7,6 seviyelerine ulaşılarak 6620,6 MW mertebesine ulaşmıştır. Güneş enerjisinde son yıllarda üretim içindeki payını hızla artırarak %5,4 lük yüzdellik oran, 4703 MW değerine ulaştığı görülmektedir. Türkiye hidrolik kökenli elektrik enerjisi arzı

bağlamında % 32 seviyelerine ulaştığı, böylelikle elektrik arzında yenilenebilir enerjinin payı günümüz itibariyle %46,4 oranına ulaştığı görülmektedir. Söz konusu oranın zamanla artması için ülkede yenilenebilir enerji için baraj ve santral inşa çalışmalarına devam edilmekte ve planlanmaktadır. %46,4'lük oran her ne kadar birincil enerji tüketimi içerisindeki payı düşük görünse de enerji verimliliği çalışmalarıyla bu oranın artması birincil enerji tüketimi içerisinde de kayda değer bir katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Çizelge 3.6. Kaynaklara göre kurulu güç dağılımı [32].

YAKIT CİNSLERİ	2017 YILI SONU İTİBARIYLA			30 HAZİRAN 2018 SONU İTİBARIYLA		
	KURULU GÜÇ MW	KATKI %	SANTRAL SAYISI ADET	KURULU GÜÇ MW	KATKI %	SANTRAL SAYISI ADET
FUEL-OİL + NAFTA + MOTORİN	303,6	0,4	12	294,0	0,3	11
YERLİ KÖMÜR(TAŞ KÖMÜRÜ + LİNYİT + ASFALTİT)	9872,6	11,6	30	9872,6	11,3	30
İTHAL KÖMÜR	8793,9	10,3	11	8793,9	10,1	11
DOĞALGAZ + LNG	23063,7	27,1	243	22800,5	26,2	250
YENİLEN.+ATIK+ATIKISI+PIRO LİTİK YAĞ	575,1	0,7	98	624,1	0,7	101
ÇOK YAKITLILAR KATI+SIVI	682,9	0,8	22	697,1	0,8	22
ÇOK YAKITLILAR SIVI+D.GAZ	3433,6	4,0	47	3361,2	3,9	47
JEOTERMAL	1063,7	1,2	40	1144,2	1,3	40
HİDROLİK BARAJLI	19776,0	23,2	117	20304,1	23,3	117
HİDROLİK AKARSU	7489,7	8,8	501	7600,6	8,7	509
RÜZGAR	6482,2	7,6	161	6620,6	7,6	165
GÜNEŞ	17,9	0,0	3	22,9	0,0	3
TERMİK (LİSANSSIZ)	201,1	0,2	67	241,9	0,3	84
RÜZGAR (LİSANSSIZ)	34,0	0,0	46	50,8	0,1	67
HİDROLİK(LİSANSSIZ)	7,4	0,0	10	7,4	0,0	10
GÜNEŞ (LİSANSSIZ)	3402,8	4,0	3613	4703,0	5,4	5419
TOPLAM	85200,0	100,0	5021	87138,7	100,0	6886

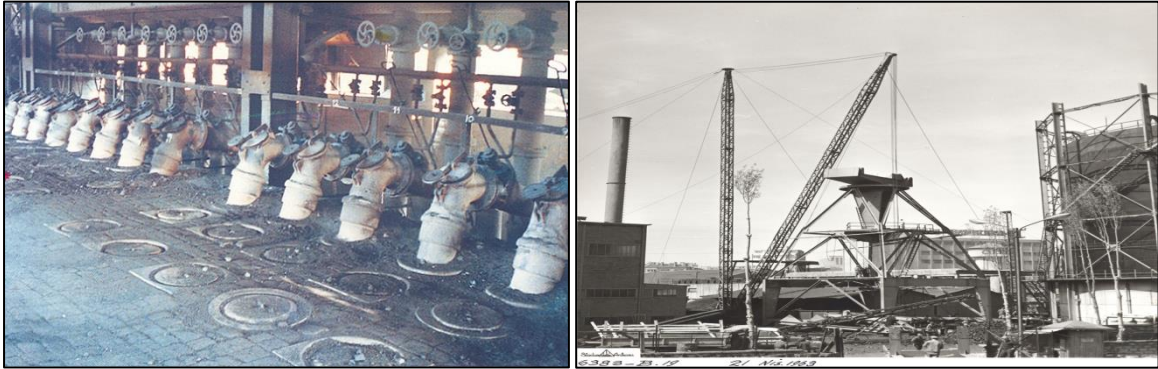
3.5. EGO Genel Müdürlüğü Tarihçesi

Ankara 1924 senesinde Ankara için Şehremaneti Kanunu çıkarılmış, Ankara Şehremaneti kurulmuştur. Ankara'nın 1923 senesinde başkent olması ile beraber şehre devlet kuruluşları için yeni binalar yapılmış, yabancı devletlerin temsilcilikleri yeni başkent olmuş Ankara'da yerlerini almışlardır. Yeni mahalleler, yeni semtler, ortaya çıkmaya başlamış, şehir hızla gelişmiş, bununla birlikte şehrin her manada ihtiyaçlarının arttığı görülmüştür. EGO Cumhuriyetin ilk yıllarında Ankara da elektriği arzı için kurulmuş ve bunu belediye çatısı altında henüz EGO müessesesi olarak ayrılmadan yaptığı bilinmektedir. Elektriğin ilk kullanım alanı şehrin belli noktalarında bulunan sokakların aydınlatması ve büyük millet meclisi gibi merkezi yerlerin aydınlatması için kullanıldığı bilinmektedir. 1925 senesinde

Ankara Belediyesi Bentderesi bölgesine 50 HP gücünde, doğru akım üreten ilk elektrik santralini kurmuştur. Elektrik enerjisine olan ihtiyacının artması ile beraber Güvercinlik bölgesine bir santral daha kurulmuş, bu santral vesilesiyle 720 HP enerji üretilmiştir. Elektrik şehir şebekesinin bu güce göre revize edilmesi Siemens firmasına verilmiştir. 1925 senesinde güvercinlik santralının devreye alınmasıyla Bentderesindeki santralin çalıştırılmasından vazgeçilmiştir. 1926 senesinde güvercinlik santralının tam kapasite işletilmeye başlandığı yıldır. Genç Türkiye Cumhuriyeti Ankara'nın yükselen elektrik enerjisi ihtiyacı ve dağıtım işlerini yetersiz know-how ve insan kaynağı sebebiyle mevcut tesisler de dahil olmak üzere 60 yıl imtiyaz vermek şartıyla Alman Didier Firmasına idare tarafından devredilmiştir. Söz konusu devri içeren sözleşme hükümlerince Alman firması 2500 kW gücünde elektrik santrali ve müstemilatını kurmaya mecbur tutulmuştur. 1926 senesinde Ankara Belediyesi, MAN firmasına siparişi verilmiş olan 480 kW dizel elektrojen grubu 1927 senesinde Ankara'ya gelmiş, Güvercinlik sahasına kurulumu yapılarak 16 Ağustos 1927'de işletmeye alınmıştır. 2 yıl kadar sonra Maltepe Elektrik Fabrikası 1929'da tamamlanarak işletmeye alınmıştır. Tüm bu santrallerde yetersiz olduğu görülünce 1930 senesinde MAN firmasına 2320 kW güçte yeni dizel yakıt kökenli termik santraller sipariş edilmiş olup 1931 senesinde işletmeye alınmıştır. Tüm bu santrallerle beraber Maltepe bölgesi ve Güvercinlik bölgesindeki santrallerle Ankara'nın Kurulu gücü yaklaşık 4850 kW güce ulaşmıştır. Dizel yakıtın elektrik enerjisi için pahalı ve verimsiz bir yakıt olduğunun artan ihtiyaca binaen ortaya çıkması sonucu, Bayındırlık Bakanlığı 1933 senesinde Maltepe Santralının yerli Kömür ile çalışan termik santral haline dönüştürülmesine karar vermiştir. 5100 kW gücünde yapılması planlanan termik santral AEG ve MAN firmalarına yaptırılmasına karar verilmiştir. Santral 1936'da çalıştırılmaya başlanmıştır. 1939 senesine kadar Alman Şirket tarafından çalıştırılan bu santral 1939 senesinde Kanunla devir alınmıştır. 1942 senesi sonuna kadar süren devir süreci sonrası 1942 yılında kabul edilen 4325 Sayılı Kanun'la Ankara Elektrik ve Havagazı İşletme Müessesesi olarak kurulmuş ve Ankara'daki söz konusu enerji santrallerinin tamamını devralmıştır. 1925 yılında 37 kW kurulu güç ile Ankara için başlayan süreç 1982 yılı sonuna gelindiğinde 425,5 MW'lık güce ulaşmış, 460 000 den fazla aboneye hizmet verir hale geldiği görülmüştür. 1982 tarihinde çıkarılan 2705 Sayılı Devir Yasası mucibince; EGO Genel Müdürlüğü bünyesinde hizmet vermekte olan elektrik işleri Türkiye Elektrik Kurumuna (TEK) devredilmiştir.

Hava Gazı üretimi hizmetleri de Ankara'ya Cumhuriyetin ilk yıllarında Alman Didier firması vesilesiyle sağlanmıştır. 1927 yılında akdedilen sözleşmeyle söz konusu firmaya

Ankara da Havagazı üretim tesisi ve şebeke kurlumu işi verilmiştir. Günlük 3000 m^3 gaz üretim kapasitesine sahip iki adet havagazı fırını tesis edilmiş ve 1929 yılında açılmak suretiyle işletmeye başlanmıştır. Gereken vakitlerde günlük 6000 m^3 'lük hava gazını depo edebilecek tesiste kurulmuştur. Tesis kurulduktan sonra ilk günler ihtiyacı karşılayabilecek halde iken daha sonraları hava gazının yayılmasına istinaden gaz yetersiz kalması sonucu şehrin ihtiyacı karşılanamaz hale gelince 1933 yılında tesisi büyötmek durumunda kalınmıştır. 1938'de üretim kapasitesi 12000 m^3 'e çıkarılmıştır. 1939 senesinde Didier firması satın alınmış ve Ankara Belediyesine devredilmiştir. 1942'de üretimde kapasite 20 000 m^3 'e çıkarılmıştır. Şehrin gelişmesi ve nüfusun hızla büyümesi ile beraber kapasite yetersiz kalmış ve 1969 senesinde Güvercinlik'te yeni Havagazı üretim tesisi kurulmasına karar verilmiş 1973 senesinde işletmeye başlanmıştır. Havagazı üretimi esnasında yan ürün olarak ortaya çıkan kok kömürü ısınmada, katran da yol inşaatlarında veya yakıt olarak satılmıştır. 1989 senesi itibariyle üretim kapasitesi 4 milyar m^3 seviyesine çıkarılmıştır. 1989 senesinde doğalgazın Ankara'ya getirilmesi ile beraber havagazı üretimine son verilmiş, Güvercinlik ve Maltepe Havagazı Fabrikaları kapatılmıştır. 1990 yılı itibariyle Havagazının yerini doğalgaz almıştır. Doğalgaz geçiş çalışmaları neticesinde 300 000 abone için doğalgaz arzına başlanmıştır. Doğalgaz hizmetleri 2007 yılı itibariyle özel teşebbüs olan Başkent Doğalgaz Dağıtım A.Ş. 'ye devredilmiştir.



Resim 3.1. EGO hava gazı üretim tesisi görüntüsü

Ankara da nüfusun hızla artmasına paralel olarak araçlarında artması trafik ve ulaşım problemlerine sebep olmuş, bu durum toplu taşımada yer altına inşa edilecek raylı sisteme geçişi mecbur kılması sonucunda 1989 yılında metronun temelleri atılmıştır. Şehirlerarası Otobüs Terminali ile Dikimevi semti arasında hizmet vermesi bu arada Kızılay merkez

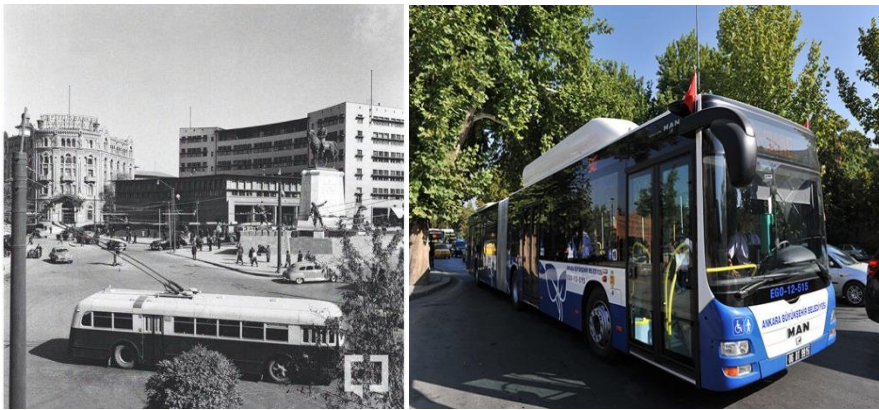
semtinden geçmesi planlanan Ankaray metro hattı 8725 metre uzunluğunda inşa edilerek 1996 yılında işletmeye alınmıştır. Batıkent-Kızılay arasında çalıştırılması planlanarak inşasına, 1993 yılı itibariyle başlanan M1 metrosu 1997 yılı itibariyle devreye alınmıştır. Hat 14.661 metrelik uzunluğa, 11 adet istasyona sahip olarak inşa edilmiştir. Metro ağının 2. Aşaması olarak inşa edilen M2 Kızılay-Çayyolu arasında çalışan metro hattı 2014 yılı itibariyle işletmeye alınmıştır. Bu metro hattı 16 590 metre uzunluğunda 11 istasyon olarak inşa edilmiştir. Metronun 3. Aşaması olarak inşa edilen M3 Batıkent-Törekent metro hattı da 2014 yılı itibariyle işletmeye alınmıştır. Son olarak M4 Keçiören –Atatürk Kültür Merkezi (AKM) arasında inşa edilen ve 9 220 metre uzunluğunda olan metro hattı 9 adet istasyon arasında çalışmaktadır. Anılan toplam 4 metro hattında günlük 220 000 civarında yolcunun faydalandığı bilinmektedir. Ayrıca Şentepe Yenimahalle arasında çalıştırılması amacı ile planlanan 4 duraklı teleferik hattı 2015 yılı itibariyle tüm duraklarında kullanılmak üzere işletmeye açılmış 106 vagon ile hizmet vermeye başlanmıştır. Saatte 2400 yolcu taşıma kapasitesine sahip olarak inşa edilmiştir [33].



Resim 3.2. Metro ve Teleferik sistemlerine dair görüntüler

1935 yılında Belediye Otobüs İdaresi ismiyle kurulan ve aynı sene Sovyetler Birliğinden tedarik edilen 100 tane ZİS marka otobüsle yolcu taşımaya başlamıştır. Otobüs idaresi 1944 yılında Ankara Otobüs İşletme İdaresi ismi ile kurulmuştur. 1947 senesine kadar otobüslerle hizmet sunan işletme, Türkiye de ilk trolleybüs hattını kurup, işletmeye başlamıştır. 1947-48 yılları arasında 20 adet trolleybüs ile Ulus – Bakanlıklar hattında çalışmıştır. 1952’de MAN firmasından satın alınan trolleybüslerle birlikte adedi 33’e çıkmıştır. 1961 yılında satın alınan 33 adet trolleybüs son alınan trolleybüsler olduğu bilinmektedir. 1979 – 1981 yılları arasında yavaş olmaları ve trafikte çok yer işgal ettikleri düşüncesiyle hizmetten

kaldırılmışlardır. 1950 yılı başında çıkarılan bir yasa ile “Ankara Elektrik, Havagazı ve Otobüs İşletme Müessesesi Genel Müdürlüğü – EGO bünyesine katılmıştır. 1951-1962 yılları döneminde 308 adet otobüs Bussing marka otobüs satın alınmıştır. 1974 senesinde 50 adet Mercedes marka otobüs, 1977 yılında 20 adet Magirus marka midibüs, 1980 senesinde 35’i üç kısa 50 adedi uzun körüklü olmak üzere toplamda 85 adet İkarus marka otobüs satın alınmıştır. 1992 yılında havada oluşan yüksek egzoz gazı emisyonunda etkisi ile 30 adet dizel yakıtlı İkarus marka otobüs CNG ile çalışan motora dönüştürülmüştür. 1998 senesinde 197 adedi 12 metre 3 kapılı, 70 adedi 18 metre 4 kapılı körüklü olmak üzere toplamda 267 Mercedes marka otobüs satın alınmıştır. 2007 yılında Ankara da ve Türkiye de ilk defa kullanılmaya başlanan 490 adet 12 metre 3 kapılı doğalgazlı otobüs MAN firmasından satın alınmıştır. 2008 -2011 yılları arasında toplamda 600 adet daha CNG yakıtlı otobüs satın alınmış böylelikle filosunda toplamda 1090 adet CNG yakıtlı 12 metrelik otobüs olduğu bilinmektedir. 2012-2013 yılları arasında 200 adet 18 metrelik CNG yakıtlı otobüs alımı daha gerçekleştirilmiş böylelikle toplamda 1290 adet CNG yakıtlı otobüs filosu oluşturulmuş böylelikle avrupanın egzoz emisyonu en düşük filosu kurulmuştur. Ayrıca yine 2012-2013 yılları arasında 180 adet 18 metrelik dizel yakıtlı körüklü Mercedes satın alınarak hizmet filosa katılmıştır. 2018 yılı itibariyle 1999 model Mercedes marka dizel yakıtlı 77 adet körüklü otobüs, 1290 adet MAN marka CNG yakıtlı otobüs ve 180 adet 2012-2013 model dizel yakıtlı Mercedes marka otobüs ile toplamda 1547 otobüs ile faal olarak hizmet vermektedir.



Resim 3.3. Trolleybüs ve yeni körüklü MAN otobüslerine dair görüntüler

Araç Bakım Onarım Dairesi Başkanlığı Merkez Atölye Şube Müdürlüğü işletmesi altında çalışan Merkez Atölye, Ankaralılara ulaşım hizmeti veren belediye otobüslerinin tüm bakım ve Onarım işlemlerinin gerçekleştirildiği yerdir. Vasfı gereği süreklilik gerektiren ulaşım

hizmetlerinin kesintisiz sağlanabilmesi Atölyenin efektif çalışmasıyla doğrudan ilişki içerisinde olduğu bilinmektedir. Merkez atölye kapsamında farklı alanlarda hizmet veren alt birim atölyeler bulunmaktadır. Motor Onarım Atölyesi, Kaporta Atölyesi, Mekanik Atölyesi, Elektrik Atölyesi, Buji- Beyin Atölyesi, Şanzıman Atölyesi, CNG Atölyesi, Klima Atölyesi ve Lastikhane Atölyesi olarak 9 adet atölye ile hizmet verilmektedir. Ayrıca aynı kampüs ve içerisinde aynı çatı altında Bakım Planlama müdürlüğü ve Stok ambarlar Müdürlüğü de görev yapmaktadır. Söz konusu birimler Çizelge 3.5'te belirtilen alanlara sahip binalarda hizmet üretmektedir.



Resim 3.4. Merkez Atölye ana binadan görünüş

Çizelge 3.7. Macunköy yerleşkesinde bulunan atölye binalarının yüz ölçümleri

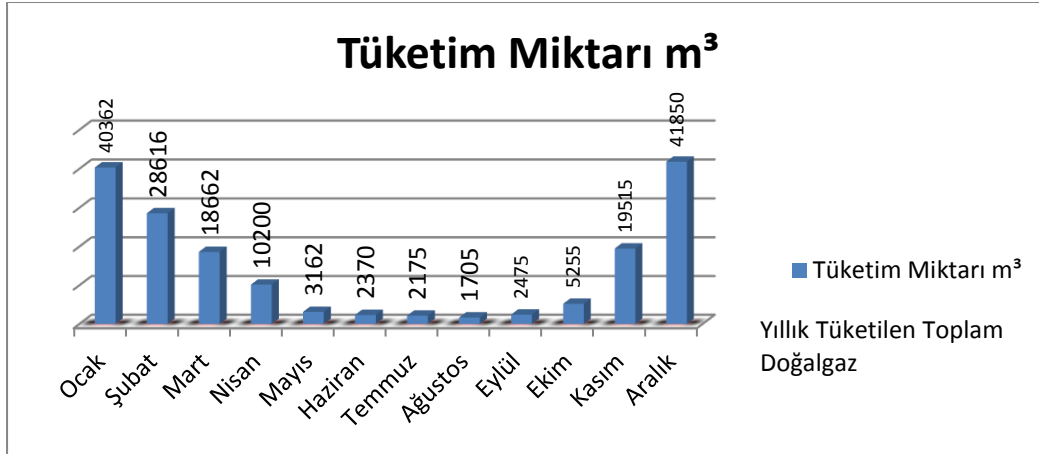
ATÖLYELER	Alan m ²
MERKEZ ATÖLYE	8489
LASTİKHANE	371
BAKIM/KLİMA/KADEME	1789
POLYESTER	152
AMBAR	666
BOYAHANE	652
GENEL TOPLAM	12119

Toplam 12 119 m² alana sahip binalarda hizmet verilmektedir. Söz konusu binalardan merkez atölye binasının yaklaşık 8 500 m²'lik alanı ve Bakım-Klima-Lastikhane binasının yaklaşık 2 500 m²'lik alanı içerisinde bulunan tüm ekipman ve sahalar ve tüm binaların çatıları enerji verimliliği açısından etüt edilmiştir.

Her yıl büyüklü küçüklü ortalama 55 000 adet bakım onarım işlemi gerçekleştirilmektedir. Tüm bu işlemler yaklaşık 150 usta personel ve 50 kişilik idari personel ile sağlanmaktadır. Çalışma vardiyası sabah 08:00 da başlayıp akşam 17:00'da normal mesai tamamlanmakta çoğu zamanlarda işlerin yetiştirilmesi adına 2 saatlik ek mesai verilmekte dolayısıyla mesai 19:00'da tamamlanmaktadır.

3.6. Araç Bakım Onarım Başkanlığı Merkez Atölye Binaları ve CNG Dolum İstasyonu 2015-2018 Yılları Enerji Tüketim Verilerinin İncelenmesi

2017-2018 yılları arasında Merkez Atölye bünyesinde ısınma ve sıcak su ihtiyacı için doğalgaz yakıtlı kaskad kazan sistemi kullanılmaktadır. Aylara göre değişim sergileyen doğalgaz tüketimi kış aylarında yoğun olarak kullanılmasına paralel olarak tüketim miktarı yüksek seyretmektedir. Bu durumun sebebinin hem ısınma hem sıcak su ihtiyacının kış aylarında fazla olmasından kaynaklı olduğu bilinmektedir. Yaz aylarında sadece sıcak su ihtiyacı için kaskad kazan sistemine ihtiyaç olduğu bilinmektedir. 10 adet kazandan oluşan sistem, enerji ihtiyacına binaen yaz ve kış sezonuna göre aynı anda 1 kazandan 10 kazana kadar devreye girerek çalışmaktadır. Şekil 3.9'da iki yıllık süreç içerisinde aylara göre ortalama toplam doğalgaz tüketim miktarı görülmektedir.



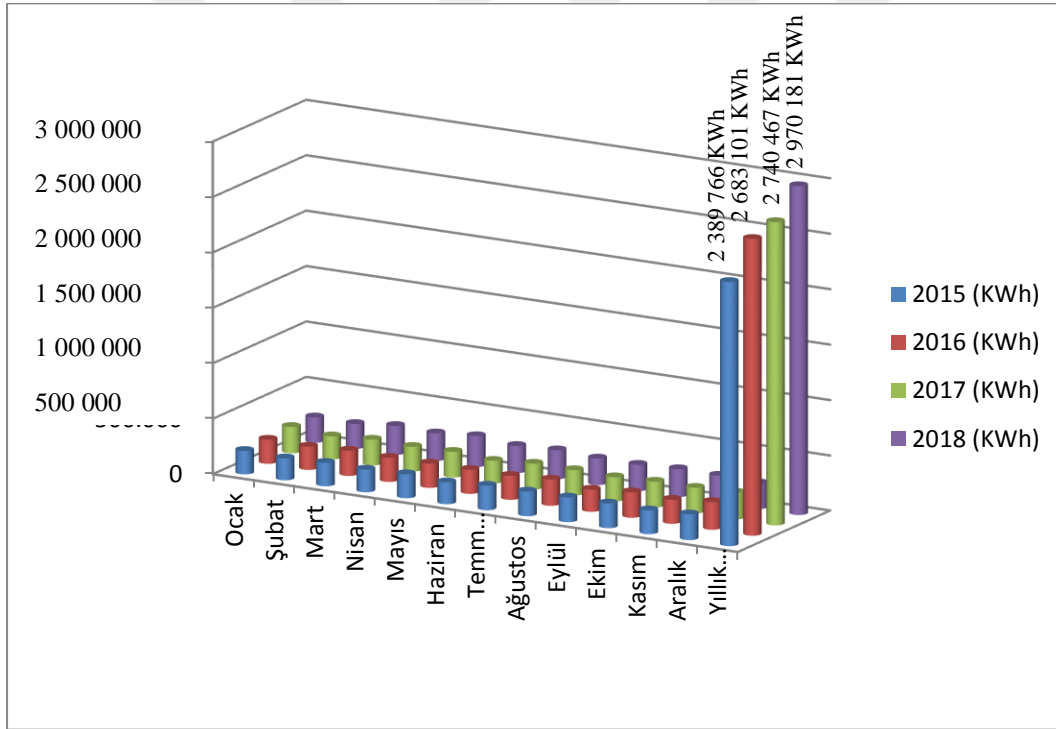
Şekil 3.9. 2017-2018 yıllarına göre aylık ortalama doğalgaz tüketim miktarı ve toplamı

Merkez Atölye bünyesinde 45 kW, 90 kW ve 11 kW güce sahip 3 adet hava kompresörü bulunmaktadır. 45 kW'lık kompresör Merkez Atölye ana binanın basınçlı hava ihtiyacını karşılamakta 90 kW'lık kompresör 45 kW'lık kompresörün çalışmasında bir aksaklık olması durumunda veya bakımı esnasında yedek kompresör olarak nadiren çalışmaktadır. 11 kW'lık kompresör Elektrik Atölyesi binasında bulunan Lastikhane biriminin basınçlı hava

ihtiyacını karşılamaktadır. Tüm bu kompresörler elektrik motoru sayesinde basınçlı hava ürettiği bilinmektedir.

Merkez Atölye aydınlatması da ciddi miktarda elektrik enerjisi tüketilmesine sebep olmakta, aydınlatmada tutuşmaya dirençli exproof flourasan armatürler kullanılmaktadır. Sayısı 2000'inin üzerinde bulunan armatürler, atölye standartlarının gereği olan minimum 300 Lüks'lük aydınlatmayı sağlamaktadır.

Merkez atölye kampüsünde elektrik enerjisi tüketiminin en büyük payına sahip kısım CNG dolum istasyonlarında bulunan ve her biri 355 kW'lık enerji tüketimi gerçekleştiren 2 adet ve 3 adet 250 kW'lık elektrik motoruna sahip kompresör bulunmaktadır.



Şekil 3.10. Merkez Atölye CNG istasyonu Kompresörleri 2015-2018 yılları arasında elektrik tüketim verileri.

Merkez atölye ile aynı kampüste bulunan ve Araç Bakım Onarım Dairesi Başkanlığı tarafından işlemleri yürütülen CNG dolum istasyonları elektrik tüketiminin en fazla gerçekleştiği bölümler olarak görülmektedir. Şekil 3.9. 2015 -2018 yılları arasında aylık ve yıllık elektrik enerjisi tüketim miktarları gösterilmiştir. Şekil 3.9'da görüldüğü üzere her yıl artan elektrik enerjisi tüketimi söz konusu olduğu görülmektedir. Söz konusu bu artış

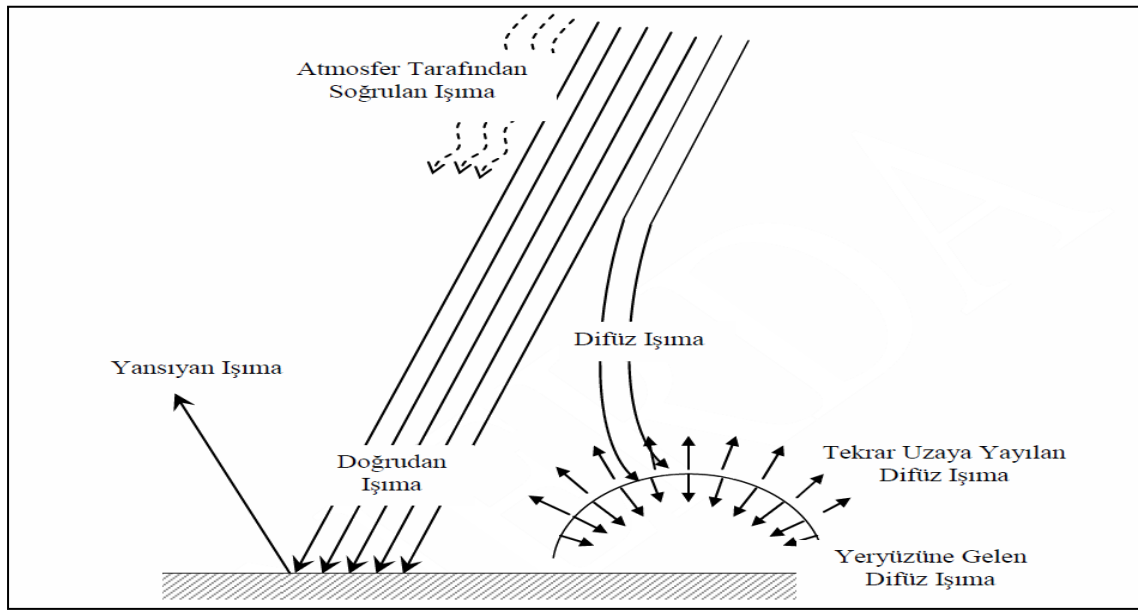
kompresörlerde meydana gelen aşınma durumu ve servis veren otobüslere istasyonlar tarafından sağlanan gaz arzı ile doğru orantılı olarak ilişkilendirilmektedir. Söz konusu istasyonun Elektrik Dağıtım Firması ile karşılıklı sağlanan mutabakat neticesinde 2100 kW'lık anlaşma gücüne sahip olarak tüketimini gerçekleştirmektedir.

3.7. Güneş Enerjisi Potansiyeli

Yenilenebilir enerji kavramı günümüz dünyasında fosil kökenli enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve sera gazı salınımının hızla artması sebebi ile hem alternatif enerji kaynağı olarak hem de temiz enerji olarak tüm ülkeler gibi ülkemizde de en önemli başlıklardan biri haline almıştır. Güneş bitmek tükenmek bilmeyen enerji kaynağı hali ile ülkemizde de değerlendirmeyi bekleyen fotovoltaik enerjisini göndermektedir. Ülkemiz güneş enerjisi potansiyeli bakımından hayli yüksek potansiyele sahip olması bu çalışmanın yapılmasını tetikleyen en önemli faktör olmuştur. Ülkemizin güneş enerjisinin değerlendirilmesi bağlamında bu sistemleri kurarak enerji elde eden diğer birçok Avrupa ülkesinden çok daha fazla güneş enerji potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Almanya'nın en yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip bölgesi Türkiye'nin, potansiyel olarak en düşük görünen karadeniz bölgesinden dahi daha az güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu da bir gerçektir. Bu duruma rağmen binalarda fotovoltaik uygulamalar konusunda 2012 yılında %19'la Almanya Avrupanın güneş enerjisini kullanan ikinci ülkesi olarak kaydedilmiştir [34].

Güneş enerjisi, Güneşte bulunan radyasyonun bir neticesi olarak meydana gelir. Güneş ışınımı hidrojenin merkeze çekilmesiyle yüksek basınç altında hidrojen birleşmek suretiyle bir araya gelerek, helyuma dönüşmesi neticesinde meydana gelen füzyon olayının bir sonucu olduğu bilinmektedir. Dünya atmosfer dışı radyasyon miktarı şiddeti 1370 W/ m^2 olarak kabul görmüştür. Güneş ışınları yeryüzüne vardıklarında söz konusu atmosfer dışı enerji kısmen atmosfer tarafından soğularak 1100 W/ m^2 seviyelerinde bir değere düştüğü kabul edilmektedir. Bu değer ekinoks günlerine denk gelen günlerde açık havada öğle vaktinde ekvatorda ölçüldüğü varsayılarak hesaplanmıştır. Ekinoks günlerinde ekvatorda parametrelerde sapmalar olması hasebiyle genellikle 1100 W/ m^2 lik değerde pozitif veya negatif olarak sapmalar oluşur. Güneş ışınımının yeryüzüne gelmesi oldukça kompleks bir süreç neticesinde meydana gelir. Güneş ışınımının bir bölümü atmosferde soğururken bir

bölümü atmosferce yansır. Atmosferden yansıyan ışınımın bir bölümü geldiği yere geri dönerek uzaya çıkarken atmosferde yayılı kalan bölüm yeryüzüne düşer (Difüzyon Işınımı). Atmosferce soğrulan ışınım ve difüzyon ışınımı dışındaki kalan ışınım doğrudan yeryüzüne gelir. Fakat bu ışınımın bir bölümü yeryüzünden yansıyor tekrar uzaya çıkar. Bu durum toprak üzerinde ölçülen ışınım ile atmosferde ölçülen ışınımın farklı değerlerde olmasına sebep olur. Yeryüzüne gelen güneş ışınımı ölçülmek istenen enlem, yükseklik (rakım), saat, hava yoğunluğu, hava sıcaklığı, nem oranı, topografik özellikler, gökyüzü açıklık endeksi gibi parametrelere bağlı olarak bir değer meydana getirdiği bilinmektedir.



Şekil 3.11 Güneş Işınımının çeşitleri ve görsel unsurları

Güneş ışınımının yeryüzüne ulaşması ile ortaya çıkan ışınım değerleri, Deklinasyon Açısı, Yüzey Azimut Açısı, Zenit açısı, Atmosfere giriş açısı gibi çeşitli açısal parametrelerden doğrudan etkilenir. Deklinasyon açısı Güneş ile ekvatorun düzlemi arasında olan açı olarak ifade edilmektedir. Aylara ve mevsimlere göre değişiklik gösterir. Bu açının oluşma sebebi yörünge düzlemi ile kendi eksenini arasında oluşan 23 derece 27 dakikalık açının var olmasıdır. Deklinasyon açısı $-23,45^\circ \leq \delta \leq 23,45^\circ$ değerleri arasında mevsim zamanlarına göre bir değere sahip olur. Deklinasyon açısı; "δ" simgesiyle ifade edilir. Yüzey Azimut Açısı Güneşin yeryüzünde doğu-batı yörüngesi ile doğu yönünün dik çizgisi arasında kalan açı olarak ifade edilmektedir. Zenit açısı Güneş ışınlarının yeryüzüne geldiği noktaya, yeryüzünün dikinin ışınlar arasında kalan açısı olarak ifade edilmektedir. Işınların atmosfere girme açısı ise Güneş ışınlarının atmosferle kesiştiği noktaya atmosfere çizilen farazi teğet

çizgisiyle ışınlar arasında meydana gelen açı olarak ifade edilmektedir. Enlem açısı ekvator düzlemiyle hesaplanması planlanan nokta arasındaki açıdır. Başka bir deyişle direkt gelen ışınla yatay düzlem arasındaki açıdır. Güneş yükseklik açısı bu açı vesilesiyle hesaplanabilir. Güney yarım kürede (-) Kuzey yarım küredeyse (+) olarak ifade edilir. Güneş yükseklik açısıysa yeryüzüne gelen güneş ışınları ile yatay düzlem arasındaki açı olarak ifade edilmektedir. Tüm bu söz konusu açılar Güneş enerjisinden faydalanılmak istenildiğinde yapılacak sistem ya da yapının hesaplanmasında kullanılması elzem olan açılar olarak bilinmektedir.

3.8. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Mevcut Durumu

Dünya genelinde fosil kökenli yakıt kaynaklarının hızla tükenmesi, bu kaynakların tüm canlıların yaşam havasında oluşturduğu emisyon kirliliği ve fosil yakıt kökenli enerji kaynaklarının sayılı ülkelerde olması diğer ülkelerin ekonomilerinde ciddi cari açılara sebep olması, başta bu kaynaklara sahip olmayan ülkeler olmak üzere tüm ülkeleri tükenmez, yeni, temiz ve daha ucuz enerji kaynakları aramaya yöneltmiştir. Teknolojinin ilerlemesi ile yenilenebilir enerji kaynakları ülkelerin enerji arzında hızla yükselen kullanım durumu ile yerlerini almaya başlamıştır. Hem Fosil kökenli yakıt kaynağının sınırlı olması hem de enerji arzı konusunda birincil enerji kaynaklarının kullanımı hususunda ekonomik olarak dışa bağımlı olmak aynı CO₂ emisyonu konusunda hızla artan sera gazı miktarının azaltılması için ülkemiz de başta akarsu, rüzgâr santralleri ve güneş santralleri olmak üzere yenilenebilir enerji alanında ciddi manada kayda değer faaliyetlerde bulunulmuştur.

Ülkemiz güneş enerjisinin coğrafi konumu vesilesiyle hayli yüksek ve faydalı güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) 1966-1982 seneleri arasında güneşlenme süresi ve ışınlam şiddeti ölçümleri yapılmış, ortaya çıkan verilerin Elektrik İşleri Etüt İdaresince (EİE) yapılan hesaplamalarla, ülkemizin senelik ortalama değer olarak toplam radyasyon şiddetinin 1,311 MWh/ m²-yıl (günlük ortalama 3,6 kWh/ m²) olduğu, total güneşlenme süresinin 2640 saat (günlük ortalama 7,2 saat), hesaplanmıştır.[35]. Çizelge 3.8'de yılın aylarında göre Türkiye üzerine düşen güneş enerji miktarı ve süreleri görülmektedir.

Çizelge 3.8. Türkiye'nin aylara göre Güneş enerjisi potansiyeli [35].

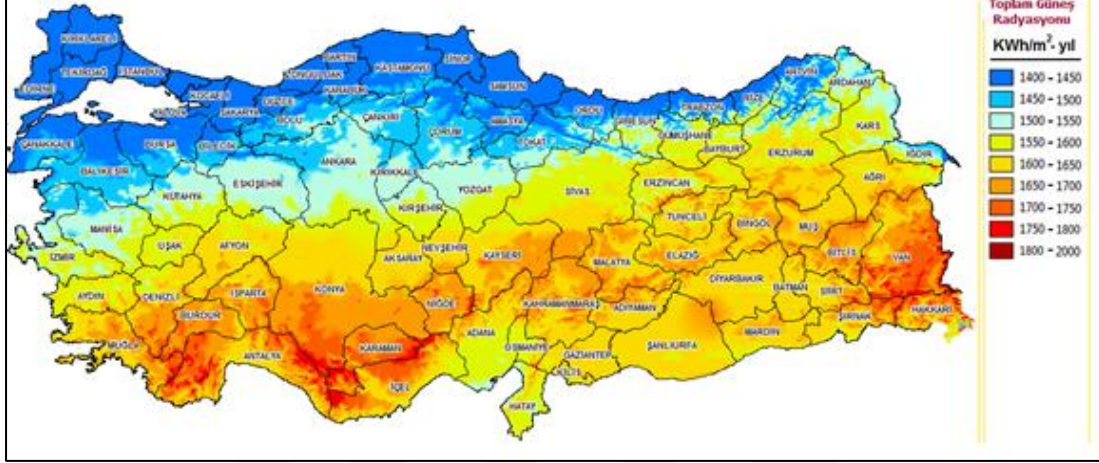
Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kWh/ m ² -ay)	Güneşlenme Süresi (saat/ay)	Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/ cm ³ -ay)
Ocak	51,75	103	4,45
Şubat	63,27	115	5,45
Mart	96,65	165,0	8,31
Nisan	122,23	197,0	10,51
Mayıs	153,86	273,0	13,23
Haziran	168,75	325,0	14,51
Temmuz	175,38	365,0	15,08
Ağustos	158,40	343,0	13,62
Eylül	123,28	280,0	10,60
Ekim	89,90	214,0	7,73
Kasım	60,82	157,0	5,23
Aralık	46,87	103,0	4,03
Toplam	1311	2640	112,74
Ortalama	3,6 kWh/ m ² -Gün	7,2 saat/Gün	308 cal/ cm ² /gün

Ülkemizde 7 farklı coğrafi bölgemiz bulunmaktadır. Bu Bölgelerimizin her biri farklı topografik yapısı ve enlem özellikleri sebebi ile Güneş Enerjisi potansiyeli bağlamında farklı değerlere sahiptir. Çizelge 3.9'da görülmektedir.

Çizelge 3.9. Türkiye'nin bölgelere göre Güneş enerjisi miktarı ve güneşlenme süresi [36].

Bölgeler	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/ m ² -yıl)
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1340	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

Çizelge 3.9'dan anlaşılacağı üzere Güney Doğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin en yüksek Güneş enerjisi potansiyeline sahip bölgesidir. Akdeniz Bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesini enerji potansiyeli bağlamında izlemekteyken Karadeniz Bölgesi güneş enerjisi potansiyelinin en az olduğu bölgedir.



Şekil 3.12. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) [35].

GEPA incelendiğinde güney bölgelerimizin güneş alma potansiyeli kuzey bölgelerimize nispeten daha yüksek değere sahiptir. Oluşturulan GEPA'ya göre Türkiye'nin Güneş enerjisi potansiyeli 56 000 MWP güce sahip termik santrale eş değer enerji arz edebilecek kapasitede olduğu ve kapasiteyi değerlendirmeye yönelik teknolojilerin kullanımıyla beraber yıllık olarak 380 Milyar kWh elektrik enerjisi elde edilebileceği hesaplanmıştır [37].

2008 yılında güneş enerjisinden elektrik eldesi bağlamında kurulu gücü 4 MWP civarındayken, 2018 yılı Eylül ayı başı itibarıyla 167 güneş enerjisi santrali ile 6685,1 MWP güce erişerek ülkenin elektrik enerjisi ihtiyacının % 7,6 kısmını karşılamaya başlamıştır. Bu üretimin tamamına yakın yasal mevzuatın müsaade ettiği, alım garantisi ve teşviklerle desteklediği lisanssız Güneş Enerjisi Santralleridir. Ayrıca Güneş enerjisi ile sıcak su eldesi bağlamında da ülkemiz yüksek Güneş enerjisi potansiyelini değerlendirmekte ısınma amacı ile ithal edilen doğalgazın azalması sağlanmaktadır.

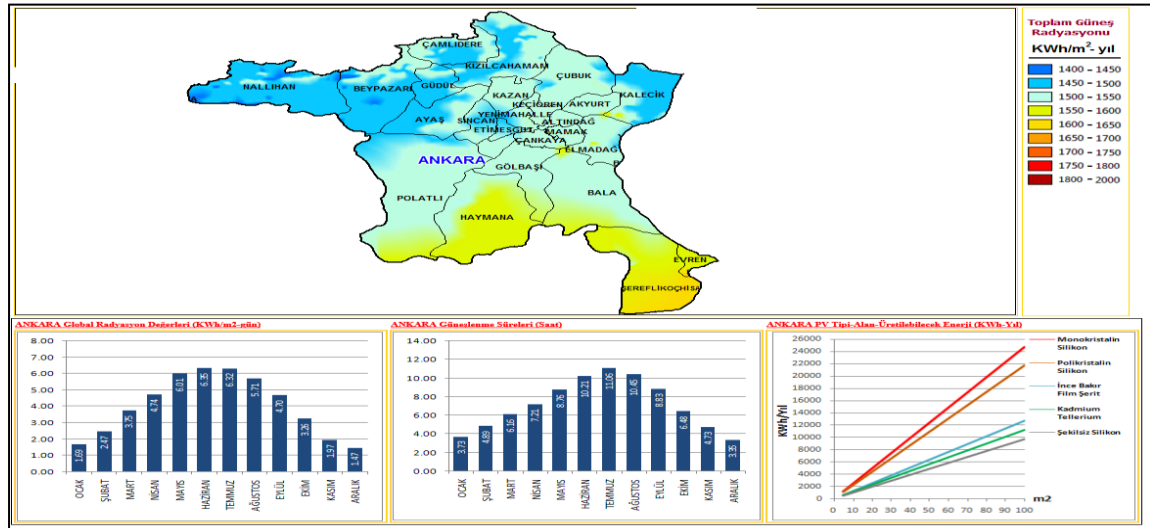
3.9. Güneş Enerjisi Kullanım Alanları

Güneş enerjisi kullanımı farklı alanlara ve amaçlara göre değişiklik arz etmektedir. Güneş enerjisinin kullanımındaki asıl hedef, tükenebilir birincil enerji kaynaklarının yerini ikame

etmek maksadı ile kullanılmasıdır. Bu bağlamda sanayide, kamu kurum ve kuruluşlarında, konutlarda, tarım ve hayvancılıkta vb. birçok alanda elektrik arzının sağlanması çatıların güneşe bakan bölümlerine yerleştirilen güneş kolektörler vasıtasıyla güneş radyasyonu ve ısı gücünden faydalanılarak su ısıtılması suretiyle sıcak su ihtiyacının karşılanması, ileriye yönelik enerjisini güneşten sağlayan ulaşım vasıtaları yapmak, prototip aşamasını geçebilmiş sayılmaz. Ancak ilerleyen zamanlarda güneş enerjisi ile seyahat mümkün olacaktır.

3.10. Ankara İli Yenimahalle İlçesi için Güneş Enerjisi Potansiyeli

Ankara ili Yenimahalle İlçesinin toplamda 1478,46 KWh/ m²-gün'lük Güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Yine yıllık toplam 2584 saatlik güneşlenme süresine sahip olduğu bilinmektedir. Söz konusu bu değerler ülkemizin güneyinde bulunan illere nispeten düşüğe olsa fotovoltaik enerjiden faydalanmak için santral kuran birçok Avrupa şehirlerinden daha yüksek fotovoltaik enerji potansiyeline sahiptir. Bu durum Ankara ili Yenimahalle ilçesinde gerçekleştirilecek fotovoltaik santrallerin çok fayda sağlayacağı görülmektedir. Şekil 4.3'de görülmektedir.



Şekil 3.13. Ankara ili için GEPA ve değerleri [35].

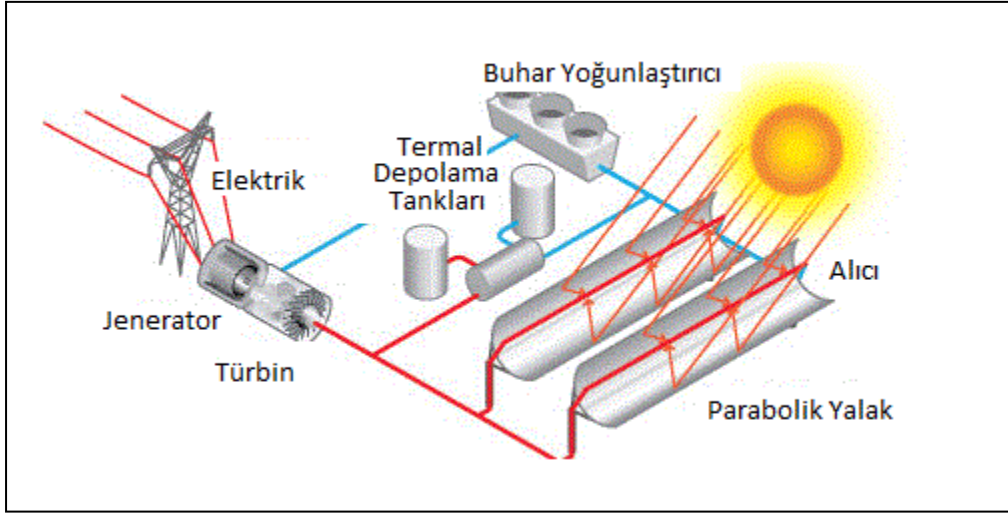
3.11. Güneş Enerjisi Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretim Metotları

Foto sözcüğü ışık; voltaik sözcüğü elektrik, fotovoltaik kelimesi ise ışık kaynaklı elektrik enerjisi manasına gelmektedir. Güneşte meydana gelen füzyon olayı sonucu ortaya çıkan

enerji Elektromanyetik ışınlar vasıtası ile dünyaya ulaşmaktadır. Fotovoltaik paneller, ulaşan Güneş ışınları toplayarak serbest elektronlardan elde edilen akım ve voltajın birleştirilmesi ile elektrik enerji elde edilmektedir. Söz konusu elektronlar doğru akım oluşturmaktadır. Doğru akım inverterlar aracılığı ile doğru akımı alternatif akıma evirmektedir. Aynı zamanda güneş kollektörleri vasıtasıyla ısı enerjiden de faydalanılmaktadır.

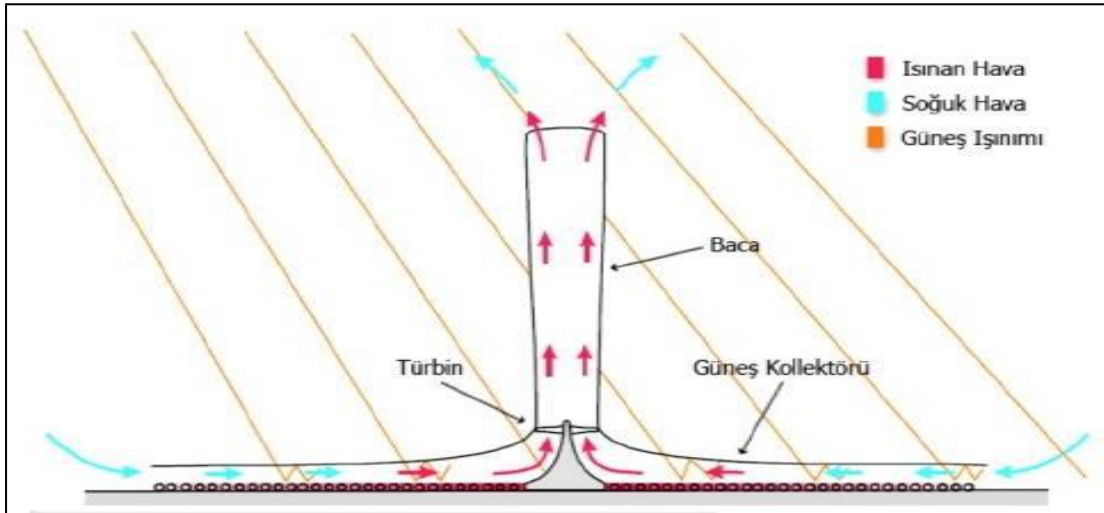
Güneş radyasyonu vesilesiyle sağlanabilecek enerjiden faydalanılması fikri, insanoğlunun bu potansiyelin değerlendirilmesini akla getirmiştir. Güneş radyasyonunda fotovoltaik sistemler vasıtasıyla direk elektrik enerjisi elde edilebileceğini zikredilmişti. Isıl enerji vesilesiyle iki aşamalı olarak elektrik enerjisi elde edilebildiği bilinmektedir. Elektrik enerjisi üretimini sağlayan fotovoltaik güneş panelleri günümüz teknolojisinde ticari olarak kullanılmak suretiyle %5 ile %20 arasında verimlilik ile elektrik üretebilmektedir. Laboratuvar şartlarında bu verim %50'lere yakın değerlere ulaşmaktadır. Aynı zamanda üretilen elektrik enerjisi tüm ülke şebekesine on-grid olarak bağlanabilirken off-grid olarak kendi iç tüketiminde de kullanılabilir.

Elektrik enerjisi eldesi metotlarından birisi de yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemleridir. Güneş takip sistemi ile entegre çalışan sistem güneş ışınlarını en yüksek enerji düzeyinde tek bir noktaya toplamaktadır. Tek noktaya toplanan ışınlar 170 C° ile 370 C° arasında bir sıcaklık ortaya çıkarmaktadır. Ortaya çıkan ısı ergimiş tuz ve sentetik yağ gibi özel sıvılar ile suya aktarılmaktadır. Kızgın buharın elde edilmesiyle buhar türbinleri dönmeye başlar ve elektrik elde edilmektedir. Dört farklı sistem ile elektrik elde edilmektedir. Parabolik oluk kollektörler (en yaygın olanı), Fresnel aynalı yoğunlaştırıcılar, Parabolik çanak yoğunlaştırıcılar ve güneş kuleleri olarak isimlendirilmektedir. Şekil 4.4'de en yaygın olan parabolik oluk kolektörlerin şekli görülmektedir



Şekil 3.14. Parabolik Oluk Kollektörler çalışma şeması

Güneş bacaları güneşten elektrik eldesi için kullanılan metotlardan bir diğeridir. Üç aşamalı olarak enerji sağlayabilmektedir. İlk aşamada ısıl enerji, ikinci aşamada kinetik enerji son aşamada elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Şekil 3.14’de görüldüğü üzere yatay olarak yerleştirilen güneş kollektörleri alt tarafında bulunan havaya ısıısını aktarmaktadır. Isınan havanın yükselmesi prensibi ile hava baca kısmına doğru hızla ilerlemekte ve baca boğazına yerleştirilen rüzgar türbini sayesinde elektrik elde edilmektedir.



Şekil 3.15. Güneş Bacaları Çalışma Şeması

3.12. Atölye Bina Çatılarına Fotovoltaik Güneş Panelleri Kurulması Durumunun İncelenmesi

EGO Genel Müdürlüğü Merkez Atölye yerleşkesi Ankara ili Yenimahalle ilçesi Macunköy bölgesinde bulunmaktadır. Söz konusu yerleşke yaklaşık 100 000 metrekare açık ve kapalı alan toplamına sahip bulunmaktadır. Bu alanda Merkez Atölye binalarının Fotovoltaik sistem kurulması için hesaplamalar yapılan biri büyük ana bina diğeri Elektrikhane biriminin bulunduğu bina olmak üzere toplam kapladığı oturma alan 11 000 m^2 'dir. Ana binada 2 kanatlı 2 adet, elektrikhane biriminin olduğu binada da 2 kanatlı tek adet çatı bulunmaktadır.



Resim 3.5. Merkez Atölye ana bina yandan görünüş

Atölye binası çatılarından panellerin yerleştirilmesinin düşünüldüğü yerler, Ana binanın bulunduğu merkez biriminde bulunan iki adet iki çatı kanadı ve elektrikhane biriminin bulunduğu binanın bir adet iki kanatlı çatılardır. Söz konusu çatılardan Merkez biriminin bulunduğu binanın çatı alanı yaklaşık 7 500 m^2 bir değere sahiptir. Elektrikhane biriminin bulunduğu binanın çatı alanı da yaklaşık 2 500 m^2 bir değere sahiptir. Değerlendirilebilir çatı alanı toplamda yaklaşık olarak 10 000 m^2 lik alana sahiptir. Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de her iki binanın tepeden görüntüleri gösterilmiştir.

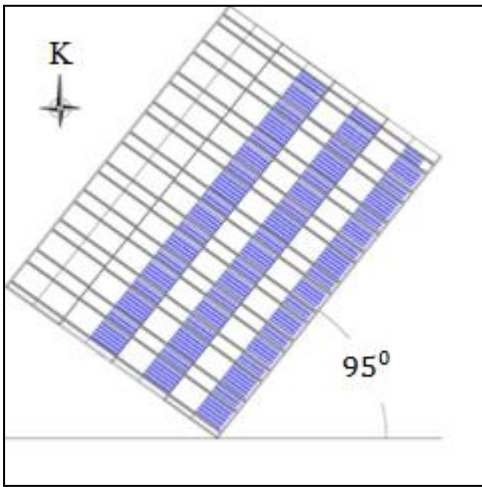


Şekil 3.16. Merkez Atölye ana bina üst görünüşü

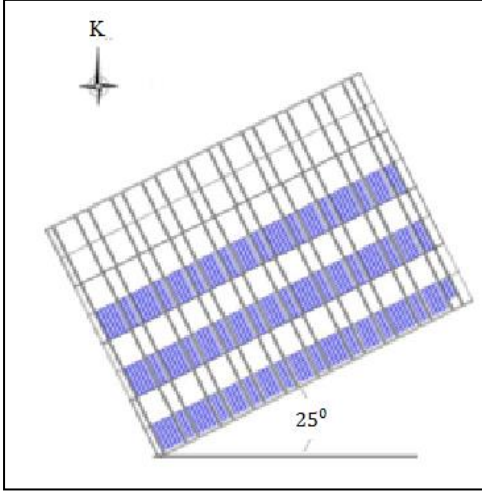


Şekil 3.17. Elektrikhane Binası üst görünüşü

Atölye binaları çatılarının her iki bina için de yeryüzü ile yaptığı açı 10° eğime sahiptir. Çatılar; U ve kare profillerle kurulmuş üçgen kafes sistemi ile çatı ağırlığını taşımaktadır. Gerçekleştirilen hesaplamalarla çatıların birim metrekarede taşıyabileceği yük 1000 Newton (N) olarak bulunmuştur. Şekil 3.16'da görünen Atölye Merkez binasının güneyin dikiyle yaptığı azimut açısı 95° 'dir. Şekil 3.17'de görünen Elektrikhane biriminin bulunduğu binanın güneyin dikiyle yaptığı azimut açısı 25° 'dir.



Şekil 3.18. Merkez Atölye ana bina konum açısı gösterimi



Şekil 3.19. Elektrikhane binası konum açısı gösterimi

Tüm bu bilgiler ışığında Avrupa Komisyonu tarafından oluşturulan PVGIS (Photovoltaic Geographic Information System) programı yardımı ile binaların aylık ve yıllık olarak fotovoltaik elektrik enerjisi üretim potansiyelleri hesaplanması için Çizelge 3.10'teki verilerden faydalanılmıştır. Güneş Enerjisi Santrali kurulumu her iki bina için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Toplamda 1 000 kWp gücünde santral kurulup Cd-Te Yarı iletken İnce film paneller kullanılmıştır. Söz konusu panellerin 1 adedinin ağırlığı üretici firmadan alınan bilgiler ışığında yaklaşık olarak 12 Kilogram (kg) kabul edilmiştir.

Çizelge 3.10. Her iki bina GES fizibilitesi için gereken değerler

Hesaplama için Değerler	Merkez Birimi Değerleri	Elektrikhane Birimi Değerleri
Azimet Açısı Değeri:	95°	25°
Çatı Eğim Açısı:	10°	10°
Macunköy Enlem:	39,971	39,971
Macunköy Boylam:	32,763	32,763
Planlanan Santral Kurulu Gücü:	700 kWp	300 kWp
Kullanılan Panel:	Cd-Te Yarı İletken İnce Film	Cd-Te Yarı İletken İnce
Sıcaklık ve Düşük Işıktan dolayı oluşan tahmini Sistem Kaybı	%2,9 (Macunköy Lokal Verilerine göre)	%1,8 (Macunköy Lokal Verilerine göre)
Açısal Yansıma Etkisinden Dolayı Tahmini sistem Kaybı	%3,1	%3,5
Diğer Kayıplar (Kablo, İnverter vb)	%14	%14

3.12.1. Fotovoltaik enerji potansiyelinin hesaplanması

Çizelge 3.10'da belirtilen veriler PVGIS programı üzerinden hesaplandığında ortaya çıkan sonuçlar aylık ve yıllık olarak Çizelge 3.11. ve Çizelge 3.12. ortaya konmuştur. PVGIS programı 2001-2012 yılları arasında meteorolojik veri kayıtları ve güneş radyasyonu verileri ışığında tahmini elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarının hesaplanmasını sağlamaktadır. Kurulan Güneş enerjisi santralinde hava sıcaklığı ve çeşitli sebeplerden dolayı fotovoltaik panellere gelen güneş ışınlarındaki azlık sebebi ile oluşan sistem kayıpları; Binaların lokasyon açıları ve bu açılara bağlı olarak oluşan yansıma etkisinden dolayı oluşan sistem kayıpları ve iletim kabloları, eviriciler vb. sistem elemanlarından dolayı meydana gelen kayıplar PVGIS online hesaplama aracı tarafından dikkate alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir Merkez Birimlerinin bulunduğu ana bina için bu kaybın toplam değeri %18,3 olarak tahmin edilmiş Elektrikhane biriminin bulunduğu bina için %19 olarak tahmin edilmiş, bu kayıp oranlarına göre hesaplamalar tamamlanmıştır. Kayıpların hesaba katılması daha reel sonuçların elde edilmesini sağlamış böylelikle Yapılan yatırım ve geri dönüş süreleri gerçeğe yakın bir hal almıştır.

Çizelge 3.11. Elektrikhane binası için PVGIS programı tarafından verilen sonuçlar

Elektrikhane Binası için Sabit Sistem: Eğim Açısı=10°, Azimut Açısı=25°				
Ay	E_d	E_m	H_d	H_m
Ocak	504	15600	1,96	60,8
Şubat	748	20900	2,93	82,1
Mart	1100	34100	4,4	136
Nisan	1300	38900	5,3	159
Mayıs	1550	48100	6,54	203
Haziran	1740	52200	7,33	220
Temmuz	1810	56000	7,72	239
Ağustos	1690	52300	7,18	222
Eylül	1420	42500	5,88	176
Ekim	1030	32100	4,14	128
Kasım	742	22200	2,9	87
Aralık	494	15300	1,93	59,7
Ortalama Değerler	1177 kWh (Günlük)	35850 kWh (Aylık)	4,85 kWh/ m ² (Günlük)	147,7 kWh/ m ² (Aylık)
Yıllık Toplam Değerler	14128 kWh	430200 kWh	58,21 kWh/ m ²	1772,6 kWh/ m ²

Çizelge 3.12. Merkez Atölye ana bina için PVGIS programı tarafından verilen sonuçlar

Ana Bina Merkez Atölye için Sabit Sistem: Eğim Açısı=10°, Azimut Açısı=95°				
Ay	E_d	E_m	H_d	H_m
Ocak	994	30800	1,65	51,2
Şubat	1530	42700	2,54	71,2
Mart	2370	73400	4,01	124
Nisan	2900	87000	5,02	151
Mayıs	3560	110000	6,36	197
Haziran	4030	121000	7,21	216
Temmuz	4150	129000	7,53	233
Ağustos	3770	117000	6,8	211
Eylül	3030	90900	5,32	160
Ekim	2100	65200	3,58	111
Kasım	1400	42000	2,36	70,8
Aralık	933	28900	1,57	48,5
Ortalama Değerler	2564 kWh (Günlük)	78158 kWh (Aylık)	4,51 kWh/ m ² (Günlük)	137 kWh/ m ² (Aylık)
Yıllık Toplam Değerler	30768 kWh	937900 kWh	53,95 kWh/ m ²	1644,7 kWh/ m ²

E_d : Ortalama olarak sistemden üretilen Aylık enerji (kWh)

H_d : Ortalama olarak sistemden üretilen günlük enerji (kWh)

E_m : Ortalama olarak metrekareye düşen toplam radyasyon miktarı (kWh/m²)

H_m : Ortalama olarak günlük metrekareye düşen toplam radyasyon miktarı (kWh/m²)

Sonuçlar irdelendiğinde 2 farklı binadan yıllık toplam 1 368 100 kWh'lık elektrik enerjisi üretildiği görülmektedir. Söz konusu binalar için GEPA' dan sağlanan güneş radyasyon değerleri ile de hesaplamalar gerçekleştirilmiş üretilen 1 368 100 kWh'lık elektrik enerjisinden yaklaşık olarak %10 daha fazla bir değer elde edildiği görülmüştür. PVGIS hesaplama aracı hem lokal hem açısız daha çok değişkeni hesaplamalara kattığı için PVGIS verileri ve sonuçları üzerinden analizlere devam edilmiştir.

3.12.2. GES Sayesinde Doğadan Arındırılacak CO₂ Miktarının Hesaplanması

Santralin yıllık toplam getirisi sadece enerji tasarrufu değil aynı zamanda temiz havaya katkı sağlamaktadır. Yüzde yüz temiz enerji kaynağı güneşten üretilen elektrik enerjisi sayesinde doğaya salınan karbon emisyon miktarının düşmesi bu çalışmanın heyecan verici taraflarından biridir. CO₂ emisyon miktarı hesaplamalarında belli kabuller yapmak

gerekmektedir. Gereken birim dönüşümleri uygulandığında emisyon dönüşüm değeri 0,00043 ton CO_2 /kWh elektrik olarak kabul edilmektedir[38].

$$\begin{aligned} \text{GES den üretilen elektrik enerjisi} &= 0,00043 \text{ Ton } CO_2 \times 1\,368\,100 \text{ kW (3.1)} \\ \text{sayesinde doğadan azalan } CO_2 \text{ Emisyon} &= 554,54 \text{ Ton } CO_2 \end{aligned}$$

Eş. 3.1’de görüldüğü üzere GES sisteminin EGO bünyesine kazandırılması durumunda üretilen %100 yüz temiz elektrik enerjisi sayesinde doğa yaklaşık 554,54 Ton CO_2 sera gazından arındırılmış olduğu görülmektedir.

3.12.3. Her İki Bina için GES Ekonomik Analizi

Şekil 3.9’da görüldüğü üzere 2015-2018 yılları arasında Macunköy kampüsü içerisinde yer alan CNG dolum istasyonunun elektrik tüketim verileri görülmektedir. Her yıl dolum kompresörlerinin yıpranması sebebi ile artan bir çizgide ilerlediği görülmektedir. 2018 yılı içerisinde 2 970 181 kWh’lık enerji tüketimi gerçekleşmiştir. Kasım ayı itibarıyla EGO Merkez atölyenin elektrik alım fiyatı kWh başına 0,1 \$ olarak işlem görmektedir.

Çizelge 3.13. GES geri dönüş süresi için Net Bugünkü Değer (NBD) Hesabı

GES Yıllık Verim (%)	Yıl	Üretilecek Enerji (kWh)	Yıllık Tahmini Getiri(\$)
1	1	1 368 100	\$140 741
0,99	2	1 354 419	\$126 591
0,98	3	1 340 875	\$125 361
0,97	4	1 327 466	\$124 189
0,96	5	1 314 191	\$122 859
0,95	6	1 301 049	\$121 644
0,94	7	1 288 039	\$120 487
0,93	8	1 275 159	\$119 250
Toplam Enerji Miktarı		10 569 298	\$1 001 121

Çizelge 3.13 incelendiğinde kurulan GES içi her yıl gerçekleşeceği öngörülen sistem verim kaybı her yıl için genel olarak ticari panel üreticilerinden alınan bilgiler ışığında %1 elektrik enerjisi arzında düşüş meydana getirdiği kabul edilmiştir. Ayrıca elektrik enerjisi kWh

başına yıllık artış oranı, Amerikan doları enflasyon oranı hesaplamalarda dikkate alınmıştır. Amerikan doları enflasyon oranı Amerika Merkez Bankası geçmiş verilerine bakılarak tahmini olarak alınmıştır tüm artış oranları ve enflasyon değerleri Çizelge 3.14'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.14. Enflasyon ve artış oranları

Amerikan Doları Enflasyon Oranı (Yıllık)	Elektrik Enerjisi Fiyatı Artış Oranı (Yıllık)	Tahmini Dolar Kuru Artış Oranı
2%	10%	10%

Çizelge 3.13 ve Çizelge 3.14'de ortaya çıkan sonuçlar Çizelge 3.15'te belirtilen oranlar hesaba katılarak bileşik faiz eşitliği ışığında hesaplanmıştır.

Çizelge 3.15. GES kurulum maliyeti ve NBD hesabı

GES Kurulumu için Maliyet Kalemleri	Birim Maliyetler	GES Kurulu Güç	Toplam Maliyetler
Mekanik ve Elektrik İşlerin Maliyeti (Wp Başına)=Birim Maliyet	0,132 \$	1 000 000 Wp	132 000 \$
Solar Panel Maliyeti (Wp Başına) Birim Maliyet	0,45 \$	1 000 000 Wp	450 000 \$
Solar Evirici Maliyeti (Wp Başına) Birim Maliyet	0,095 \$	1 000 000 Wp	95 000 \$
AC/DC ve OG Kablo Maliyetleri (Wp Başına) Birim Maliyet	0,044 \$	1 000 000 Wp	44 000 \$
OG Ekipmanlar- Trafo Maliyeti (Wp Başına) Birim Maliyet	0,051 \$	1 000 000 Wp	51 000 \$
Proje, Koordinasyon ve Mühendislik Bedeli Toplam			20 000 \$
Enerji Nakil Hattı Bedeli Toplamı			2500 \$
Bilinmeyen Giderler Toplamı			25 000 \$
GES Toplam Maliyeti			\$819 500
8 Yıl Sonunda Amerikan enflasyonu oranı dikkate alınarak hesaplanan GES değeri			\$980 000

Çizelge 4.6'da ortaya çıkan ve 8 yıl sonunda elde edilen maddi değer yaklaşık 1 000 000 Dolar olarak bulunmuştur. Çizelge 4.8'deki kurulum maliyeti ile hesaplandığında 8 yıldan az bir sürede yatırım maliyetini kurtardığı, kendini amorti ettiği hesaplanmıştır.

3.13. Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemleri ve Çeşitleri

Güneşten gelen radyasyonu ısı enerjisiye çeviren sistemlere güneş kolektörleri denilmektedir. En yaygın kullanım alanları sıcak su eldesi olduğu bilinmektedir. Sıcak su elde etmek için kullanılan sistemin bir diğer adı da Gün ısısı olarak isimlendirilmektedir. Kolektörlerin çalışma prensibi genel olarak düzlem levha ile absorbe edilen güneş enerjisi sistemde bulunan akışkan vasilesiyle suya geçer ve sıcak su elde edilir. Bu ısı transferi esnasında kolektörler tarafından absorbe edilen güneş enerjisinden dış ortam tarafından ısı iletim katsayısı ve dış ortam sıcaklığı gibi etmenler sebebiyle geri alınan enerji çıkarıldığında faydalı ve suya geçen enerji miktarı hesaplanabilir. Temelde 4 çeşit Güneş kolektörü olduğu bilinmektedir. Düzlemsel Güneş Kolektörleri, Vakum Tüplü Güneş Kolektörleri, Parabolik Güneş Kolektörleri ve Yoğunlaştırıcı Güneş Kolektörleri olarak isimlendirilirler.

Düzlemsel güneş kolektörleri Güneş enerjisinin düzlemsel bir levha vasıtasıyla ısı taşınım katsayısı yüksek bir akışkana aktarılması ve akışkanında kullanım suyuna ısı geçişi sağlayarak sıcak su elde edilmesini sağlayan sistemlerdir. 4 katmanlı sistemler olarak bilinmektedir. Bunlar kolektör kasası, yalıtımı, yutucu yüzey ve saydam cam örtüdür. Parabolik Güneş kolektörleri Güneş ışınları, yansıtma özelliği yüksek parabolik eğrilere sahip kolektör yüzeylerinden yansımak suretiyle tek bir noktada toplanarak yüksek ısı elde edebilen sistemlerdir. Bu sistemlerle elektrik ve kızgın buharda elde edilebilmektedir. Düzlemsel kolektörlere göre daha verimli olmakla beraber ilk kurulum maliyetleri daha yüksektir. Vakumlu tip güneş kolektörleri içerisinde vakum oluşturulmuş ısı borusu olarak bilinmektedir. Bu kolektörlerden elde edilen kullanım suyu sıcaklığı düzlemsel kolektörlere nispeten daha yüksektir. Yoğunlaştırıcı güneş kolektörleri yeni nesil üretilen kolektörlerdir. Düzlemsel kolektörlerle benzer özellikler taşır farklı olan tarafı ise odaklanabilen kolektör toplayıcıları Güneş ışınlarını yutucu yüzeye gelmeden evvel çok küçük bir alanda yoğunlaştırır. Böylece o küçük alanda daha yüksek ısı elde edilir.

3.13.1. Merkez Atölye güneş enerjili sıcak su sistemi enerji potansiyelinin hesaplanması

Otobüs Tamir Bakım Atölyesinin rutin iş akışında yoğun fiziksel faaliyetlerde bulunan işçi personellerin duşları başta olmak üzere çeşitli gereksinimlerle lazım olan sıcak su ihtiyacının karşılanması durumunu, Güneş kolektörleri vasilesi ile karşılanması, Müessese için düşündüğümüz enerji verimliliği çalışmalarında fayda sağladığı aşikârdır. Yaz aylarında

atölyede, Kaskad kazan sistemi sadece sıcak su ihtiyacını karşılamak için çalışmaktadır. Kaskad kazan sisteminin tükettiği doğalgaz miktarını, güneş kolektörlerinin çalıştırmayı planladığımız Nisan-Ekim ayları arasında ölçtüğümüz de belirtilen dönem arasında toplam miktar 27 642 m³'lük doğalgaz tüketimi olarak ölçülmüştür. Ankara ili için tüm güneş açıları ve coğrafik şartlar göz önünde bulundurularak, yılın tüm ayları için hesaplanmış toplam radyasyon miktarı Çizelge 3.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.16. Ankara için toplam radyasyon ısıl değerleri [51].

Aylar	Toplam Radyasyon Değerleri (TRA)(kcal/m ² -gün)
OCAK	1444,54
ŞUBAT	2046,43
MART	3181,43
NİSAN	4041,27
MAYIS	5116,8
HAZİRAN	5417,03
TEMMUZ	1229,58
AĞUSTOS	4858,13
EYLÜL	4006,88
EKİM	2751,8
KASIM	1633,71
ARALIK	1599,31

Aylara göre toplam radyasyon değerleri hesaplandıktan sonra Güneş enerjili sıcak su sisteminin ne kadarlık bir kolektör alanına sahip olacağı ve atölye sıcak su şebekesini beslemek için ne kadarlık bir depolama tankı koyulması gerektiği durumu değerlendirilmiştir.

Atölyede Çalışan Personel sayısı: 150 kişi

Kollektör verimi (η) : %60 (Bu değer kolektör üreticisi firmalardan alınmıştır)

İstenilen Su Sıcaklığı: 50 °C

Suyun özgül ısısı (c) : 1 (cal / g°C)

Suyun Kütlesi (m) : 60 kg (Bu değer günlük bir personelin ihtiyacı olan su miktarı olarak kabul edilmiştir.)

Sıcaklık Farkı (Δt) : 39,3 °C (Nisan ayı şebeke suyu sıcaklığına göre bulunan sıcaklık farkı değeri)

$$Q_{ISI} = n \times m \times c \times \Delta t \quad (3.2)$$

$$150 \text{ Kişi} \times 60 \text{ kg} \times 1 \text{ (cal / g}^\circ\text{C)} \times 39,3^\circ\text{C} = 353 \text{ 700 kcal/gün}$$

Nisan ayı için gerçekleştirilen günlük enerji ihtiyacı Eş. 3.2 ile hesaplanmış 150 kişinin bulunduğu Atölyenin Türk Standartları Enstitüsü tarafından verilen 60 litre sıcak su ihtiyacını karşılayacak enerji miktarı 353 700 kcal/gün olarak hesaplanmıştır.

3.13.2. Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemi Sayesinde Doğadan Arındırılacak CO₂ Miktarının Hesaplanması

Güneş enerjili sıcak su sisteminin kurulumu gerçekleştirildiği takdirde muhakkak ki CO₂ emisyonunda da azalma meydana gelmiştir. Bunun sebebi tüketilen yaklaşık 27 642 m³ lük doğalgazın sarf edilmemesinden dolayı doğadan azalan CO₂ miktarıdır. Bu miktar Eş. 3.3'te görülmektedir.

$$0,00215 \text{ Ton CO}_2 \times 27 \text{ 642 m}^3 \text{ Doğalgaz} = 59,43 \text{ Ton daha az CO}_2 \quad (3.3)$$

3.13.3. Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemi Ekonomik Analizi

Nisan ayı için gerçekleştirilen günlük enerji ihtiyacının, kollektör verimi ile çarpılmış TRA'ya bölünmesi ile yüzde yüz faydalanma oranı için ne kadarlık bir kollektör yüzey alanına ihtiyacımız olduğu hususu Eş. 3.4 ile tespit edilmiştir.

$$F_K = Q_{ISI} / \text{TRA} \times \eta \quad (3.4)$$

$$353 \text{ 700 kcal-gün} / (4041,27 \text{ kcal/m}^2\text{-gün} \times 0,6) = 145,87 \text{ m}^2$$

Güneş enerjili sıcak su sisteminde ısıtılan suyun depolanması gerekliliğinden dolayı sisteme entegre çalışan bir depo monte edilmesi gerekmektedir. Söz konusu deponun Nisan ayı için

yüzde yüz faydalanma oranına göre gerçekleştirilen hesaplamaların günlük kullanım suyu ihtiyacı, şebeke suyu sıcaklığı, kullanım suyu sıcaklığı ve depolama tankı üst sıcaklığı gibi değerleri de dikkate alınarak toplam depo tanının hacminin hesaplaması gerekmektedir.

Günlük Tk Sıcaklığında kullanma (M) : 60 litre x 150 kişi =9 000 Litre suyu ihtiyacı

Kullanım Suyu Sıcaklığı (Tk) : 50 °C

Şebeke Suyu Sıcaklığı (Tş) : 10,7 °C (Nisan ayı için)

Depolama Tankı Üst Sıcaklığı (Tü) : 70 °C

Depolama Tankı Hacmi Hesabı (Vd) : $M \times (Tk - Tş) / (Tü - Tk) + (Tk - Tş)$ (3.5)

$(9\ 000\ litre \times (50\ °C - 10,7\ °C)) / ((70\ °C - 50\ °C) + (50\ °C - 10,7\ °C)) = 17\ 724\ litre$

Eş. 3.5'te görüldüğü üzere 150 kişinin çalıştığı atölye de yaklaşık 18 000 litrelik bir depolama tankı bulunması durumunda nisan ekim ayları arasında yeterli miktarda sıcak su bulunacağı manasına gelmektedir. Yıllık olarak Nisan- Ekim ayları arasında kaskad kazan sisteminin çalışması ile sıcak su elde etmek için sarf edilen doğalgaz miktar yaklaşık olarak $27\ 642\ m^3$ 'tür. Bu rakamın 2018 yılı Ankara ili şartlarında oluşan maddi karşılığı Eş. 3.6'da belirtilmiştir.

1 m^3 doğalgaz satış fiyatı: 0,318 \$

$27\ 642\ m^3 \times 0,318\ Dolar = 8\ 790\ \$$ (3.6)

Güneş enerjili sıcak su sisteminin yaklaşık $140\ m^2$ 'lik kollektör alanlı ve 18 tonluk sıcak su depolu olması durumu baz alınarak piyasa firmalarından alınan kurulum ve entegrasyon maliyeti yaklaşık 22 556 \$ olarak araştırılmıştır. Eş. 3.7'de sistemin kurulması durumunda geri ödeme süresi hesaplanmıştır.

$22\ 556\ \$ / 8\ 790\ \$ = 2\ Yıl\ 7\ Ay$ (Amorti süresi) (3.7)

3.14. Hava Kompresörleri

Endüstriyel kuruluşlarda enerji verimliliği kavramı üzerine bir çalışma yapılması düşünüldüğünde ilk akla gelmesi gereken sistemlerin basınçlı hava sistemleri olduğu bilinen bir gerçektir. Basınçlı hava; endüstriyel tesisler için en pahalı enerji çeşitlerinden biri, belki de en başta olanıdır. Bu duruma sebep olan hal, yapılan iş ile sistemin hava üretmek için harcadığı enerji arasında çok büyük fark oluşmasıdır.

Bu durum nedeniyle söz konusu bu sistemler için hem hava kompresörü imalatçıları hem de kullanıcılar iyileştirme çalışmaları yapmaktadırlar. Bu manada otobüs tamir bakım atölyesinde kullanılan kompresör soğutma sıvısında bulunan atık ısının alınarak faydalı ısıya dönüştürülmesi ve sisteme tekrar kazandırılması durumu planlanmıştır. 10 Yıllık genel bir çerçeveden bakıldığında basınçlı havanın toplam maliyetinin yüzde on' u bakım, yüzde onbeş' i işletme ve yüzde yetmişbeş' i enerji gideri olarak belirtilmektedir [39].

3.14.1. Hava Kompresörleri basınçlı hava hattında oluşan kaçakların engellenmesi durumu

Basınçlı hava sistemlerinde tesisatta meydana gelen hava kaçakları kompresörlerin elektrik enerjisi tüketimlerinde büyük artışlara sebep olmaktadır. Aslında bu durum periyodik kontrol ve bakım işlemlerinin düzenli yapılması ile basit ve kolay bir metodla çözüme kavuşturulabilir bir durumdur. Bu işlemlerin düzenli yapılması, meydana gelen sürekli arızaların da azalmasını sağlamıştır. Basınçlı hava, Otobüs tamir bakım atölyesi için de olmazsa olmaz bir enerji kaynağıdır. Kaçak hava miktarı; hat basıncına, kaçak noktasında ki hava sıcaklığına, kompresör girişindeki hava sıcaklığına ve hava kaçağının meydana geldiği delik çapına bağlıdır [20]. Atölyede hava kaçağı oluşan yerler olarak ta basınçlı hava sistemi rekor bağlantıları, ekipmanların hava giriş jakları, hava şartlandırıcılar, çek valfler, hortumlar, dirsek yerleri sayılabilir.

3.14.2. Hava Kompresörleri için atık ısı kazanım sistemi enerji potansiyelinin hesaplanması

Otobüs tamir bakım atölyesinde 45 kW güce sahip 1 adet 90 kW güce sahip 1 adet ve 11 kW güce sahip 1 adet toplam 3 adet Mark firması tarafından üretilmiş hava kompresleri kullanılmaktadır. Bu kompresörlerden 11 kW güce sahip olan kompresör düşük gücü sebebi

ile ısı geri kazanım sisteminde gerekli verimi sağlayamayacağı düşüncesi ile vazgeçilmiştir. 90 kW'lık Kompresör 45 kW'lık kompresörün arızalı veya bakımda olması durumlarında yedek olarak bulunmaktadır. Faal olarak mesai saatleri içerisinde ısı geri kazanım cihazı kurulacak 45 kW'lık kompresör bulunmaktadır.



Resim 3.6. 45 kW güce sahip sürekli çalışan Kompresör



Resim 3.7. 90 kW Güce sahip yedek Kompresör

Çizelge 3.17. 45 kW'lık Kompresöre kurulacak ısı geri kazanım sistemi için gerekli veriler

Kompresör Gücü	45	kW
Kompresörün Bir Yıllık Süreçte Çalışma Zamanı	1025	Saat
Kompresörden Atık Isı Olarak Kazanılan Elektrik Enerjisi Miktarı	70%	Mark firmasından alınmıştır
Doğalgaz Alt Isıl Değeri	8250	kcal/m ³
Eşanjör Verimi	92%	Mark firmasından alınmıştır
Ankara İçin Doğalgaz m ³ Birim Fiyatı	1,69 ₺	1 m ³ Doğalgaz satış fiyatı
1 kW Elektrik Enerjisinin Isıl Karşılığı	860	Kcal/h
Atık Isı Geri Kazanım Sistemi Kurulum Ücreti	2632	\$

$$\text{Kompresörden atık ısı olarak kazanılabilecek elektrik enerji miktarı} = 45 \text{ kWh} \times \%70 = 31,5 \text{ kWh} \quad (3.8)$$

$$\text{1 Yıllık süreçte Kompresörden atık ısı olarak kazanılabilecek elektrik enerji miktarı} = 31,5 \text{ kWh} \times 1025 \text{ Saat} = 32 \text{ 287 kWh-Yıl} \quad (3.9)$$

$$\text{1 Yıllık süreçte Kompresörden atık ısı olarak kazanılabilecek net ısıl enerji miktarı} = 27 \text{ 767 250 kcal/Yıl} \times \%92 = 25 \text{ 525 870} \quad (3.10)$$

3.14.3. Hava Kompresörü atık ısı kazanım sistemi ekonomik analizi

Çizelge 3.17'de görüldüğü üzere atık ısı kazanım sistemi kurulum maliyeti yaklaşık olarak 2632 \$ olarak ilgili kompresör üreticisi firmadan alınmak suretiyle hesaplamalarda baz alınmıştır. Ekonomik analizde doğalgazın alt ısıl değeri olan 8250 kcal/ m³'lük değer dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Eş. 3.10'da belirtilen enerji miktarının Doğalgaz alt ısıl değerine bölünmesi sonucu ortaya Eş. 3.11'de görüldüğü üzere 1 yıllık süreçte kazanılabilecek ısıl enerjinin Doğalgaza miktarına dönüşümü verilmiştir. Eş. 3.12 1 yıllık süreçte maddi olarak ne kadarlık bir tasarruf sağlayacağını, Eş. 3.13 ise yatırımın ne kadarlık sürede kendini amorti edeceğini belirtmiştir.

$$\text{1 Yılda kompresörden atık ısı olarak kazanılabilecek Doğalgaz miktarı} = 25 \text{ 545 870 kcal/Yıl} / 8250 \text{ kcal/m}^3 = 3096 \text{ m}^3 \quad (3.11)$$

$$\begin{aligned} \text{1 Yılda kompresörden atık ısı olarak} &= 3096 \text{ m}^3 \times 0,318 \$ = 1006 \$ \\ \text{kazanılabilecek Doğalgaz Maddi} & \\ \text{Değeri} & \end{aligned} \quad (3.12)$$

$$\begin{aligned} \text{Atık ısı geri kazanım sistemi geri} &= 2632 \$ / 1006 \$ = 2 \text{ Yıl 7 ay} \\ \text{dönüş süresi} & \end{aligned} \quad (3.13)$$

3.15. Basınçlı hava sisteminde oluşan hava kaçaklarından dolayı meydana gelen enerji kayıpları ve önlenmesine dair çalışmalar

Otobüs tamir bakım atölyesinde kullanılan 45 kW'lık kompresör 10 bar'lık hava basıncı üreterek basınçlı hava hattına vermektedir. Çeşitli yerlerde meydana gelen hava kaçaklarının oluşturacağı gereksiz enerji sarfiyatı Ankara ilinin şartları da göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Basınçlı hava hattında tespit edilen delik boyutu 5 mm olarak alınmıştır.

Çizelge 3.18. Kompresör kaçak hesabı için gereken değerler

Kompresör Yıllık Çalışma Saati	1025	Saat
olotropik sıkıştırma sabiti. Hava sabiti (n):	1,3	
R sabiti	0,287	kJ/kg K
T (hava)	20	C ⁰
Kompresör Motor Verimi (η)	80%	
Kompresörden üretilen hava basıncı P_1+P_2	1091	1000
Ankara için Atmosfer Basıncı(P_1)	91	KPa
Kompresör Çalışma Basıncı(P_2)	1000	KPa
C(tesisatta oluşan kayıp için katsayı)	0,65	

$$w_{komp} = \frac{nRT_1}{\eta_{komp}(n-1)} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{(n-1)/n} - 1 \right] \quad (3.14)$$

$$= \frac{(1,3)(0,287 \frac{kJ}{kgK})(293K)}{(0,8)(1,3-1)} \left[\left(\frac{1091 \text{ kPa}}{91 \text{ kPa}} \right)^{(1,3-1)/1,3} - 1 \right]$$

$$= 352,54 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_{hava} = C_{kayıp} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{1/(k-1)} \frac{P_{hat}}{RT_{hat}} A \sqrt{kR \left(\frac{2}{k+1} \right) T_{hat}} \quad (3.15)$$

$$=0.65 \left(\frac{2}{1.4+1} \right)^{1/(1.4-1)} \frac{1091 \text{ kPa}}{\left(0.287 \text{ kPa} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kgK}} \right) (293\text{K})} (19.63 \times 10^{-6} \text{ m}^2)$$

$$\times \sqrt{(1.4) \left(0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \right) \left(\frac{1000 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} \right) \left(\frac{2}{1.4+1} \right) (293\text{k})(1000)} = 0.02823 \text{ kg/s}$$

Güç kaybı $= \dot{m} w_{komp} = (0,02823 \text{ kg/s})(352,545\text{kJ}) = 9,952 \text{ kW}$ (3.16)

9,952 kW olarak bulunur. 5 mm'lik deliğin kapatılması ile sağlanan senelik enerji tasarrufu ve maddi kazanç da şu şekilde bulunur.

Enerji Tasarruf miktarı = (Kayıp Güç) (Kompresör yıllık çalışma süresi) / (Kompresör motor verimi)

$$= (9,952\text{kW})(1025 \text{ saat}) 0,8$$

$$= 8160,64 \text{ kWh/Yıl}$$
 (3.17)

Maddi tasarruf miktarı = (Enerji tasarrufu)(Enerji Birim Fiyatı)

$$= (8160,64\text{kWh/yıl})(0,1 \text{ \$/kWh})$$
 (3.18)
$$= 816,6 \text{ \$/Yıl}$$

Eşitlik (3.14) ile (3.18) arasında yapılan hesaplamalar neticesinde ortaya çıkan sonuçlara göre basınçlı hava tesisatında meydana gelen 5 mm'lik kaçak neticesinde bir yıllık süre sonunda oluşan 9504,77 kWh'lık enerji kaybı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar Excel programı sayesinde 2 mm ile 10 mm arasında oluşan çeşitli delik çapları için hesaplandığı vakit ortaya çıkan enerji kayıpları Çizelge 3.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.19. Basınçlı hava sisteminde oluşan delik boyutlarına göre meydana gelen yıllık enerji kayıpları ve maddi boyutu

Delik boyutu	Yıllık Enerji Kaybı Miktarı (kWh-Yıl)	Yıllık Enerji Kaybı Maddi Boyutu (TL)
2 mm	1306	130,6 \$
3 mm	2938	293,8 \$
4 mm	5222	522,2 \$
5 mm	8160	816 \$
6 mm	11750	1175 \$

Çizelge 3.19. (devam) Basıncılı hava sisteminde oluşan delik boyutlarına göre meydana gelen yıllık enerji kayıpları ve maddi boyutu

7 mm	15993	1599 \$
8 mm	20889	2088 \$
9 mm	26437	2644 \$
10 mm	32639	3264 \$

3.16. Atık Isı Kazanım Sistemi ve Basıncılı Hava Tesiatında Kaçakların Giderilmesi Sayesinde Doğadan Arındırılacak CO_2 Miktarının Hesaplanması

Eş. 3.17’de kullandığımız Elektrik enerjisi için CO_2 emisyon dönüşüm değerini kullanarak basınçlı hava tesiatında 5 mm delikten hava kaçığının engellendiği durumlar için CO_2 emisyon değerlerini hesaplandığında doğaya daha az salınan CO_2 miktarı Eş. 3.19’da görülmektedir.

$$\begin{aligned} \text{Hava kaçakları için yapılan enerji} &= 0,0004 \text{ Ton } CO_2 \times 8160 \text{ kWh} \\ \text{verimliliği çalışmaları sayesinde doğadan} &= 3,26 \text{ Ton } CO_2 \\ \text{azalan } CO_2 \text{ emisyon miktarı} & \end{aligned} \quad (3.19)$$

CO_2 emisyon dönüşüm değerlerini burada atık ısı geri kazanım sisteminden elde edilen faydalı enerjinin sağlayacağı emisyon azalımı hesaplaması için internet sitesinden yardım alınmış, CO_2 sera gazı doğalgaz için hesaplanmıştır. Gereken birim dönüşümleri uygulandığında emisyon dönüşüm değeri $0,00215 \text{ ton } CO_2/m^3$ doğalgaz olarak kabul edilmektedir[38].

$$\begin{aligned} \text{Atık ısı geri kazanım sistemi ile enerji} &= 0,00215 \text{ Ton } CO_2 \times 3096 \text{ m}^3 \text{ Doğalgaz} \\ \text{verimliliği çalışmaları sayesinde doğadan} &= 6,66 \text{ Ton } CO_2 \\ \text{azalan } CO_2 \text{ emisyon miktarı} & \end{aligned} \quad (3.20)$$

$$\begin{aligned} \text{Kompresör sisteminde gerçekleştirilen} &= 6,66 + 2,666 = 9,33 \text{ Ton } CO_2 \\ \text{iyileştirme çalışmaları sayesinde doğadan} & \\ \text{azalan toplam } CO_2 \text{ Emisyon Miktarı} & \end{aligned} \quad (3.21)$$

3.17. Aydınlatmada Enerji Verimliliği ve Merkez Atölye için Yapılan Çalışmalar

Aydınlatmada ortam içerisinde bulunan nesnelerin gerçek boyutlarını ve renklerini anlayacak şekilde yapay yahut doğal araçlarla üzerlerine ışık gönderilmesi olayına denir. Kapalı çalışma ortamlarında, sokakta, trafikte, yollarda ve elzem olan birçok ortamda gözün rahatça görerek algılayabileceği aydınlatmanın sağlanması gerekmektedir. Aydınlatmanın evsafı, yapılan işin niteliği ile ilgili doğrudan ilişkilidir. Bu durumda yapılan işin ne olduğu, çalışma zamanı, çevre koşulları, hız ve çalışan kişilerin bireysel özellikleri gibi birçok faktörle doğrudan ilişkilidir. Çizelge 6.1’de standartlara göre hangi çalışma ortamında ne kadarlık bir aydınlatma şiddetinin gerekli olduğu görülmektedir. Merkez atölye bünyesinde işin vasıflarına göre 300 lüks’lük bir aydınlatmanın yeterli olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.20. Çeşitli işler ve ortamlar için gereken aydınlatma şiddetleri

Görev	Aydınlatma (lüks)	İş Tanımı
Çok kaba işler	20-100	Koridorlarda hareket etme, kazan dairesinde veya ambarda çalışma
Kaba işler	150	Ara sıra yapılan tezgâh ve makine işleri, stok sayımı
Oldukça hassas işler	300	Orta derece hassas tezgâh ve makine işleri, okuma, kayıt, dosyalama
Hassas işler	700	Hassas makine ve tezgâh işleri, hassas boyama v.s.
Çok hassas işler	1500	Hassas mekanizmaların montajı, hassas taşlama
Olağandışı zor işler	3000 +	Saat tamiri

3.17.1. Doğal aydınlatma

Doğal aydınlatmada ışığın sağlandığı kaynak direkt olarak güneş ışığıdır. Kapalı mekanlar pencere veya çatılardan saydam veya yarı saydam örtüler sayesinde iç ortama ışığı alırlar. Mekan ışık ihtiyacı ve iç ortam sıcaklığı, seçilecek saydam veya yarı saydam örtünün malzemesinin seçiminde önemli bir faktör olarak dikkate alınmalıdır. Doğru materyalin seçilmesi mekanın aydınlatma ihtiyacını çözeceği gibi ısınma gibi herhangi bir probleme de neden olmaz. Doğal aydınlatma diğer tüm yapay aydınlatmalardan iş ve insan sağlığı açısından çok daha verimli olmakla beraber insanların mekanlar içerisinde bulunan cisimleri algılamaları gün ışığında çok daha rahat gerçekleşmektedir. Hem insan sağlığı açısından daha iyi olması hem de ekonomik olması doğal aydınlatmadan faydalanılmasını mecburi

kılmaktadır. Bulutsuz gün de gündüz vakti açık havada 100 000 lüks aydınlatma şiddetinin olduğu, gölgeli bir ortamdaysa 10 000 Lüks'lük ışık şiddetinin olduğu bilinmektedir. Yapay bir aydınlatma ise bir iş yeri için ortalama 500 lüks ile sağlanmak durumundadır.[40].

3.17.2 Yapay aydınlatma

İnsanoğlu yaratıldığı günden beri çevresinde olup biten vakaları ve nesnelere görme ihtiyacını fitratı gereği arzu etmektedir. Mekânların fiziksel yapısı gereği doğal ışığı alamadığı veya gün batımından gün doğumuna kadar geçen sürede çeşitli zamanlarda yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulur. Yapay aydınlatma enerji kaynağı olarak günümüzde elektriği kullanmaktadır. Çok nadir zamanlarda ateş vesilesiyle aydınlatmayı sağlamaktadır. Elektrik enerjisinin tükenir yapısı aydınlatmada her zaman ve mekanda verimli kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla yapılan işin vasıflarına uygun aydınlatma yapılırken bunun minimum enerji maliyeti ile gerçekleştirilmesi elzem bir durum haline gelmiştir. Aydınlatma elemanlarının seçimi, dizaynı, dizilişi enerji verimliliği manasında önem kazanmıştır. Yapay aydınlatmada ışığı yayan unsurlar lambalardır. Lambaların enerji kullanımı manasında değerlendirilmesi etkinlik faktörü kavramı ile izah edilmektedir. Etkinlik faktörü lambadan ortaya çıkan toplam ışık akısının lamba gücüne oranı olarak ifade edilmektedir.

Akkor Lambalar

Akkor lambaların çalışma prensibi tungsten telinden geçen elektrik akımı telde yüksek ısı oluşmasını sağlar ve tel akkor durumuna gelir. Bu durum gerçekleşirken ışınım olayı da meydana gelir %95'lik kısmı olan bu ışınımın %5'lik kısmı ışık olarak ortama yayılır. Bu ışığın etkinlik faktörü gayet düşük olarak bilinmektedir. 10-20 lm (Lümen)/W arasında olan etkinlikleri günümüzde yaygın olmakla beraber verimliliklerinin düşük olması hasebiyle ileriki zamanlarda kullanımlarının hayli azalması beklenmektedir. Dekoratif, reflektörlü, çubuk ve özel enkandesan lambalar olarak çeşitleri olduğu bilinmektedir.

Fluoresan Lambalar

Fluoresan lambalar alçak basınçlı, cıva buharlı ve iç cidarlarına flüoresan maddesi sürülmüş lambalardır. Işınım biçimi iç cidarda bulunan flüoresan maddeden akım geçirilmesi neticesinde ortaya çıkan elektrik deşarj olayı olduğu bilinmektedir. Elektrik akımı aynı

zamanda lamba içerisinde bulunan cıva buharından geçmesi ile cıva gazının lamba içerisine hızla yayılmasını sağlamaktadır. Alternatif akım kullanılmasıyla lambanın iki ucunda bulunan anot katot eksenleri birbirleri arasında yer değiştirmek suretiyle ışınım olayını gerçekleştirmektedir. Akkor lambalara nispeten çok daha verimli çalışmaktadırlar. Bu lambalarda ışık ısıdan daha fazla elde edilebilmektedir. Yatırım maliyeti ortalama seviyelerde işletme maliyetleri düşük olduğu etkinlik faktörü yükseldikçe daha verimli olduğu bilinmektedir. Kendi bünyesinde kompakt ve çubuk flüoresan olarak çeşitleri vardır. Akkor lambalarla kıyaslandığında aynı ışık şiddetini verirken %80 oranında elektrik tasarrufu sağlayabilmektedir. Ömürleri akkor lambalara nispeten daha uzun olduğu bilinmektedir. Çubuk fluoresan lambalar aydınlatmanın sürekli olduğu yerlerde kullanılması makul olabilmekteyken kompakt fluoresan lambalar ortamda yüksek aydınlatma şiddeti ve kaliteli aydınlatma gereken yerlerde kullanılmaktadır.



Resim 3.8. Atölye ana binası tek kanat tavan aydınlatması görüntüsü

LED lambalar

LED (Light Emitting Diode) İngilizce kelimelerinin baş harflerinin kısaltması ile isimlendirilmiş olup Türkçe anlamı “Işık yayan diyotlar” olarak bilinmektedir. Çok sayıda diyot, öncelikleri ihtiyaca göre değişmekle beraber seri ve paralel olarak birbirine bağlanması ile yüksek ışık veren LED sistemler ortaya çıkmıştır. Söz konusu sistemler başta görüntü aktarma işine yarayan LED ekranlarından başlamak kaydıyla birçok alanda

hayatımıza girmiş bulunmaktadır. Günümüzde bu sistemler aydınlatma amacına da hizmet etmekte ve bu manada çok başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Aydınlatmada uzun ömürleri, tasarım çeşitliliği, dayanıklı olmaları ve uygulanabilirliklerinde ki kolaylıklar, aydınlatmada sağladığı renk çeşitliliği bu sistemleri tercih edilebilir hale getiren faktörlerdendir. Ayrıca led sistemlerin tercih edilmelerinin en önemli nedeni klasik sistem akkor lambalara göre çok daha düşük enerji tüketimi ile daha fazla ışık akısı sağlamaktadır. Bu durumda da etkinlik oranları hayli yüksek olmaktadır. Floresan lamba sistemlerine göre de etkinlikleri yüksek ve aydınlatma şiddetleri daha fazladır. Klasik lambalar veya küresel ışık kaynakları her yönde ışık yayarak boşa enerji harcanmasına sebep olur, aksine led ışık kaynakları belirli yönde ışık yayar. Işığın yönlü olması israf edilen ışık ve enerjiyi azaltarak tasarrufa daha fazla katkı sağlayabilmektedir. Örneğin 20 W gücünde klasik akkor lambadan üretilen aydınlatma, 5 adet 1 W gücünde ışık yayan diyotla da sağlanabilmektedir. Bu da enerji maliyetinin %75 düşürürken aynı güçte ve daha verimli bir aydınlatma sağlamaktadır. Floresan lambalarla kıyaslandığında 72 W gücünde elektrik tüketen bir floresan sistemle 36 W gücünde bir LED sistem aynı aydınlatma şiddetini ve verimliliğini sağlamaktadır. Dünyada elektrik enerjisi tüketiminin %25'i aydınlatma için harcanmaktayken ileriye yönelik olarak LED aydınlatmaların bu tüketimde tasarruf sağlayacağı aşikardır.

3.18. Atölye Binalarının Doğal Aydınlatma ve Led Aydınlatma Enerji Tasarrufu Potansiyelinin Hesaplanması

Otobüs tamir bakım atölyesinin mevcut durumunda, aydınlatma sisteminde geleneksel floresan şerit ampuller kullanılmaktadır. Bu durumda 2 ayrı bina için yapılan ayrı hesaplamalarda tavan aydınlatmalarında elektrik enerjisi tüketimi oluşturan floresan yerine Şeffaf sandviç çatı panelleri koyarak gün ışığından faydalanma yani doğal aydınlatmadan faydalanma durumu hem de kanal aydınlatmalarında kullanılan floresan şerit ampuller yerine şerit led ampullerin kullanılması durumları dikkate alınmıştır. Her iki durumda Çizelge 3.21 ve Çizelge 3.22'de elektrik enerjisi tüketimleri ortaya konmuştur.



Resim 3.9. Atölye kanal içi aydınlatma görüntüsü

Çizelge 3.21. Atölye ana bina Floresan ve LED lambalara göre enerji tüketimi hesabı

1 Adet Floresan ve Şerit LED Lambanın Elektrik Tüketim Değerleri	40,5 (Floresan)	20 (Şerit LED)	Watt
Merkez Binada Bulunan Kanal Aydınlatma Lamba Sayısı	450	450	Adet
Merkez Binada Bulunan Tavan Aydınlatma Lamba Sayısı	500	500	Adet
Aydınlatma Sistemi Çalışma Süresi	8,75	8,75	Saat
1 Yılda Bulunan Çalışma Günü Sayısı	360	360	Gün
Kanal Kaynaklı Toplam Elektrik Enerjisi Tüketim Miktarı	57 409	28 350	kWh
Tavan Kaynaklı Toplam Elektrik Enerjisi Tüketim Miktarı	63 788	31 500	kWh
Yıllık Toplam Tüketim	121 196,25	59 850	kWh

Çizelge 3.22. Elektrikhane binası Floresan ve LED lambalara göre enerji tüketimi hesabı

1 Adet Floresan Lambanın Elektrik Tüketim Değeri	40,5 (Floresan)	20 (Şerit LED)	Watt
Elektrikhane Atölye Binası Bulunan Kanal Aydınlatma Lamba Sayısı	145	145	Adet
Elektrikhane Atölye Binası Bulunan Tavan Aydınlatma Lamba Sayısı	150	150	Adet
Aydınlatma Sistemi Çalışma Süresi	8,75	8,75	Saat
1 Yılda Bulunan Çalışma Günü Sayısı	360	360	Gün
Kanal Kaynaklı Toplam Elektrik Enerjisi Tüketim Miktarı	18 498	9 135	kWh
Tavan Kaynaklı Toplam Elektrik Enerjisi Tüketim Miktarı	19 136	9 450	kWh
Yıllık Toplam Tüketim	37 634,63	18 585,00	kWh

Çizelge 3.21’de görüldüğü üzere Merkez Atölye ana binası için aydınlatma elektrik enerjisi tüketim değerleri mevcut floresan lamba durumu için yıllık 121 196,25 kWh olarak tespit edilmiştir. Çizelge 3.22’de görüldüğü üzere Elektrikhane binası için elektrik enerjisi tüketim

değeri mevcut hal için yıllık 37 634,63 kWh olarak ölçülmüştür. Doğal aydınlatmadan faydalanılması amacı ile yapılan ve sandviç panellerin arasına şeffaf sandviç panel konulmak suretiyle gerçekleştirilen yenilik sayesinde Atölye ana binası için her yıl 63 788 kWh enerji tasarrufu sağlandığı ayrıca LED ampul sisteminin kullanılması durumunda da 29 059 kWh'lık bir tasarruf sağlandığı kış aylarında gerçekleşen mesailerde akşam vakitlerinde tavan aydınlatmalarının kullanılmasıyla toplam tasarruf miktarında yaklaşık 20 000 kWh'lık bir düşüşle beraber totalde yaklaşık olarak 73 000 kWh'lık tasarruf sağlandığı hesaplanmıştır.

Doğal aydınlatmadan faydalanılması durumunun tıpkı atölye Merkez Atölye ana binası gibi Elektrikhane Atölye binası içinde uyguladığımızda her yıl 19 136 kWh enerji tasarrufu sağlandığı ayrıca LED ampul sisteminin kullanılmasıyla da 9 363 kWh'lık bir tasarruf sağlandığı kış aylarında gerçekleşen mesailerde akşam vakitlerinde tavan aydınlatmalarının kullanılmasıyla toplam tasarruf miktarında yaklaşık 2 160 kWh'lık bir düşüşle beraber totalde yaklaşık olarak 26 400 kWh'lık tasarruf sağlandığı hesaplanmıştır.

Her iki binada aydınlatma için oluşturulan optimum şartlar sağlandığında yaklaşık olarak 100 000 kWh'lık bir enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir.

3.19. Doğal Aydınlatma ve LED Aydınlatma Sayesinde Doğadan Arındırılacak CO₂ Miktarının Hesaplanması

Tasarruf edilen 100 000 kWh'lık elektrik enerjisinin elde edilmesi sayesinde muhakkak ki karbon emisyonunda da azalma sağlayacaktır. CO₂ emisyon dönüşüm değerini kullanarak aydınlatma sisteminde sağlanan iyileştirmeler için CO₂ emisyon değerlerini hesapladığımızda doğaya daha az salınan CO₂ miktarı Eş. 3.22'de görülmektedir.

$$\begin{array}{l} \text{Aydınlatma sisteminde sağlanacak iyileştirme} \\ \text{sayesinde doğadan azalacak CO}_2 \text{ emisyon} \\ \text{miktarı} \end{array} = \frac{100\,000 \text{ kWh} \times 0,00043 \text{ Ton CO}_2}{43 \text{ Ton CO}_2} \quad (3.22)$$

3.20. Doğal Aydınlatma ve LED Aydınlatma Ekonomik Analizi

Mevcut aydınlatma sisteminin doğal aydınlatma ve tasarruflu LED ampullerle revize edilmesi sayesinde 100 000 kWh'lık bir elektrik enerji tasarrufu sağladığımızdan bahsetmiştik. EGO Genel Müdürlüğü Araç Bakım Onarım Dairesi Başkanlığı Macunköy yerleşkesi elektrik enerjisi alım maliyeti kWh başına 0,1 \$ olarak işlem görmektedir. Ayrıca her iki Atölye binası için tüm aydınlatmaların LED sisteme dönüştürülmesi maliyeti 3 farklı firmadan teklif alınıp ortalamalarının alınması suretiyle ortaya çıkan kurulum fiyatı işçilik dahil toplam 150 000 TL olarak tespit edilmiştir. Eş. 6.2'de Sağlanan elektrik enerjisi tasarruf miktarının maddi boyutu hesaplanmış Eş 6.3 ile kurulum maliyetinin müesseseye geri dönüş süresi hesaplanmıştır.

$$100\ 000\ \text{kWh-Yıl} \times 0,1\ \$ = 10\ 000\ \$/\text{Yıl} \quad (3.23)$$

$$28\ 300\ \$ / 10\ 000\ \$ = 2\ \text{Yıl}\ 9\ \text{Ay (Yaklaşık)} \quad (3.24)$$



4. SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

GES tesisi kurulumu bağlamında incelendiğinde Ankara her ne kadar güney illeri kadar güneş almasa da Güneşten hem elektrik enerjisi elde edilmesi hem de ısısından faydalanılması bağlamında bu manada yatırımlar gerçekleştirmiş ve tesisler kurmuş birçok dünya şehrinden daha avantajlı bir konuma sahiptir. Günümüz itibarıyla enerji bakanlığından elde edilen verilere göre Ankara da 150 MW'tan fazla Fotovoltaik elektriksel güce sahip tesis bulunmaktadır. Bu tesislerin bir kısmı ticari üretim yapmakla beraber birçok tesis kendi iç tüketiminde bu üretilen elektrik enerjisini kullanmaktadır. Kurulan GES'ler hem özel teşebbüsler hem de kamu yatırımları olarak üretim gerçekleştirmektedir.

Ankara da EGO Genel Müdürlüğü Araç Bakım Onarım Dairesi Başkanlığı Otobüs Tamir Bakım Atölyesi ile endüstriyel manada benzer faaliyetler gösteren kamu veya özel kuruluşlar, çeşitli zamanlarda GES tesisi kurulumu gerçekleştirmişlerdir. Örnek vermek gerekirse Otobüs Tamir Bakım Atölyesine yaklaşık 3 km uzaklıkta bulunan Türk Traktör Fabrikası 2012 Yılı itibarıyla faaliyete aldığı 62 kW'lık GES tesisi ile yıllık ortalama 71000 kWh'lık elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirmektedirler [41]. Yine benzer bir örnek olarak 2013 yılında Prokon-Ekon firması tarafından fabrika çatısına kurulan 500 kW'lık güce sahip GES, yıllık ortalama 660 000 kWh'lık bir elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirmiştir[14]. Söz konusu örnekler Otobüs Bakım Onarım Atölyesi ile aynı ilçe sınırları içerisinde yer alan Ankara ili Yenimahalle ilçesi sınırları içerisinde uygulanmış ve üretim gerçekleştiren örneklerdir. Otobüs Tamir Bakım Atölyesi ile aynı faaliyetleri icra eden İzmir Büyükşehir Belediyesi Otobüs Tamir Bakım Atölyesi 10 000 metrekare çatı uygulaması gerçekleştirmek suretiyle her yıl 1 380 000 kWh'lık elektrik enerjisi üretmeyi planlamaktadır. Aynı şekilde yeni inşa edilen İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kurtköy Otobüs Tamir Bakım Atölyesi de her yıl 149 000 kWh'lık elektrik enerjisi üreteceklerini öngörmektedirler.

GES sisteminin kurulumu gerçekleştirildiği takdirde 8 yıl gibi kısa bir süre içerisinde geri dönüşün sağlanması durumu hesaplanmıştır. GES sistemlerinde Fotovoltaik panel üreticilerinin öngördüğü ömür yaşadığımız dönem için yaklaşık 25 yıl olarak belirtilmektedir. 8 Yıllık süre sonrası GES sistemi, kurulumu için harcanan bedeli çıkartıp

geriye kalan 17 yıl boyunca hem atölyenin elektrik tüketiminin azalmasına katkı sağlaması hem de CO_2 emisyonunda 315 Ton kadar ciddi miktarda azalma sağladığı görülmüştür.

Güneş enerjili sıcak su sistemi kurulması projesi, yoğun fiziksel faaliyet gösteren 150 kişilik işçi personelin bulunduğu atölyenin başta duş olmak üzere tüm sıcak su ihtiyacının karşılanması durumu hesaplanmıştır. Bir atölye için olmazsa olmaz olan sıcak kullanım suyuna Nisan-Ekim ayları arasında kaskad kazan sisteminin anılan aylarda çalıştırılmaması ile enerji tasarrufu sağlayacağı ekonomik olarak avantajlı bir çözüm getirdiği görülmektedir. Kurulması planlanan sistemin anılan aylarında hâlihazırda sıcak su sağlayan Kaskad kazan sisteminin verimsiz yanma durumlarına da son vermesi durumu tespit edilmiştir. Her yıl 145,5 TEP enerji tüketimine denk gelen doğalgaz tüketiminde 22,8 TEP'lik bir azalma sağladığı hesaplanmıştır.

Basınçlı hava Endüstriyel kuruluşların işletilmesi bağlamında olmazsa olmaz bir yere sahiptir. Gerek otobüslerin hava ile çalışan fren sistemine ait elektronik fren kontrol ünitelerinin ve hava ventillerinin tamir bakım süreçlerinde test aşamasında gerek yarı hidrolik yarı pnömatik lift sisteminin çalıştırılması gerekse tüm atölye kapsamında sabit yerlerde belli mesafelere kadar kullanılan havalı el aletlerinin çalıştırılmasında basınçlı havaya ihtiyaç vardır.

Kompresör sistemlerinde üretilen havanın büyük bölümü atık ısı olarak sistemden kullanılmadan atılmaktadır. Bu durum sisteme entegre çalışabilecek atık ısı kazanım cihazının takılması ve tekrar faydalı enerjiye dönüştürülmesi durumu bu çalışmada 45 kW'lık kompresör için uygulanması durumu hesaplanmıştır.

Ayrıca basınçlı hava hattı sisteminde oluşan hava kaçaklarının meydana getirdiği gereksiz elektrik sarfiyatı incelendiğinde 5 mm 'lik delik sebebi ile kompresörün gereksiz yere çalışması nedeniyle yıllık 8160 kWh'lık bir enerji israfı meydana gelmektedir. Çalışma neticesinde saha da yapılan incelemelerde ortaya çıkan en büyüğü 5 mm çapa sahip çeşitli ebatlarda delikler kapatılmıştır. Hava şartlandırıcıları bakıma tabii tutulmuş hava kaçağına müsaade eden şartlandırıcılar değiştirilmiştir. El aletlerinin tesisata bağlanmasının sağlayan hava jaklarından hava kaçağına sebep olanları değiştirilmiştir. Tüm bu çalışmalar neticesinde 5 mm deliğin sebep olduğu gereksiz enerji sarfiyatı bu çalışmada hesaba katılmıştır.

Otobüs tamir bakım atölyesi 10 000 m²'nin üzerinde kapalı alana sahip binalarında hizmet üretmektedir. Böyle bir mekânın aydınlatmasının da yüksek enerji sarfiyatı ile gerçekleştiği muhakkaktır. Atölye binalarından Merkez ana bina ve Elektrikhane binasında aydınlatma için tüketilen yıllık toplam elektrik enerjisi miktarı 158 830 kWh olarak hesaplanmıştır. Aydınlatmada ilk hedef söz konusu kurumun çalışma saatlerinin, aydınlatma ihtiyacı duyulan binalarının mimari yapısının ve fiziksel özelliklerinin gün ışığına müsaade edip etmediği sorusudur. Atölye binalarının çatılarına koyulan şeffaf sandviç paneller vesilesiyle elektrikhane binasının elektrik tüketiminde yaklaşık 17 000 kWh'lık bir iyileşme sağlanacağı; merkez ana bina için de bu değer 44 000 kWh'lık bir değere ulaşacağı öngörülmüştür. Resim 7.1. görüldüğü üzere Elektrikhane binasında gerçekleştirilen köklü revizyonda gün ışığından yararlanma hususuna dikkat edilmiş ve çok verimli sonuçlar elde edilmiştir. Aynı çalışmalar merkez ana bina içinde gerçekleştirilmesi planlar dahilinde alınmıştır.



Resim 4.1. Elektrikhane binası çatının şeffaf sandviç panel ile revize edilmiş görüntüsü

Aydınlatma hususunda tavan aydınlatmaları ve kanal içi aydınlatmalarının da şerit LED ampullerle değiştirilmesi sayesinde söz konusu her iki bina için toplamda yıllık 36 000 kWh'in üzerinde bir tasarruf elde edilmesi planlanmıştır. Elektrikhane binası için bu değişim gerçekleştirilmiş aynı zamanda gün ışığının ve gece karanlığının durumuna göre LED ışık şiddetini ayarlayan Dali sistemi LED aydınlatma sistemine entegre edilmiştir.

Aydınlatma sisteminde gerçekleştirilen iyileştirme çalışmaları sayesinde her yıl 100 000 kWh'lık bir iyileşme sağlanıp 2018 Aralık ayı itibarıyla yaklaşık 10 000 \$ tasarruf sağladığı görülmektedir. Her yıl atölye binalarında meydana gelen yaklaşık 750 000 kWh'lık enerji tüketimi yapılan bu çalışmaların 650 000 kWh'e kadar düşürmesi öngörülmüştür. 2 yıl 9 ay olarak hesaplanan geri dönüş süresi sonunda 100 000 kWh'lık tüketimde tasarruf sağlanıp bu para müessesenin kasasında dolayısıyla milletin cebinde kalacaktır. 100 000 kWh'lık enerji tasarrufunun TEP karşılığı 8,6 olarak hesaplanmıştır.

Otobüs tamir bakım atölyesi Macunköy yerleşkesinde 255 TEP CNG dolum istasyonu kompresör elektrik motorlarında; 145,5 TEP ısıtma ve sıcak su eldesi için kullanılan kaskad kazan sisteminde; 64 TEP atölye binaları iç tüketiminde (aydınlatma vs) olmak üzere toplamda 464,5 TEP'lik enerji tüketimi söz konusudur. Bu çalışmada gerçekleştirilen iyileştirme çalışmaları sonucunda 151,66 TEP'lik bir tasarruf sağlandığı tüm enerji tüketiminde yaklaşık %33'lük azalma olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca hızla kirlenen atmosfere tüm yapılan iyileştirme çalışmalarının sağladığı CO₂ emisyonunda ki azalma miktarı toplam 666,26 Ton olarak hesaplanmıştır. Bu rakamın gösterdiği durum, hava kirliliğinin ciddi boyutlara ulaştığı günümüz Türkiye'sinde nispi bir iyileşme sağladığı gerçeğidir. Bu çalışmada elektrikhane binasının aydınlatması gündüz saatlerinde gün ışığından faydalanmak suretiyle çatısı şeffaf sandviç paneller ile yenilenmiş, 2019 Ocak ayı itibarıyla faaliyete alınmış ve aydınlatma ile ilgili sonuçlar takip edilmeye başlanmıştır.

4.2. Öneriler

Ayrıca Yerel Yönetimlere, bölge veya şehir Kalkınma Ajansları veya Avrupa Birliğinin kendisi tarafından direk verilen teşvik ve hibelere başvurularak alınması durumunda kurulması planlanan GES tesisi için ilk kurulum maliyetinde ciddi miktarda azalmalar sağlayabileceği araştırılmıştır. Söz konusu teşvik ve hibelerin dağıtımını sağlayan kurumların GES tesisi ile alakalı çağrı mektubu çıkması ile başlayan izlek sürecinin iyi yönetilmesi ve yatırımın ona göre başlatılmasıyla beraber 8 yıl olarak öngörülen sürecin 4 yılın altına inmesi mümkün görülmektedir. GES tesisleri için Uluslar arası bankalar ve finans Kuruluşları tarafından sağlanan faizsiz veya çok düşük faiz oranlı krediler de tesisin kurulumunu kolaylaştırabilecek etkenler olarak düşünülmektedir. Söz konusu GES tesisinin kurulumu için 2 farklı firma ile görüşülmüş Yaklaşık olarak 800 000 ile 850 000 Amerikan

doları arasında yaklaşık teklifler sunulmuştur. Kesin teklif için daha detaylı fizibilite çalışmaları yapılması gerekliliği belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. GEPA Sonuçlarına göre GES enerji analizi

Aylar	Gün Sayısı	Günlük Radyasyon Miktarı (kWh/m ² -Gün)	Güneşlenme Süreleri Günlük (Saat)	Güneşlenme Süreleri Aylık (Saat)	Aylık Radyasyon Miktarı (kWh/m ² -Gün)	Aylık Toplam Elde Edilecek Enerji Miktarı (kWh)
OCAK	31	1,69	3,76	116,56	52,39	59960,355
ŞUBAT	28	2,42	4,86	136,08	67,76	77551,32
MART	31	3,72	6,2	192,2	115,32	131983,74
NİSAN	30	4,72	7,2	216	141,6	162061,2
MAYIS	31	6	8,65	268,15	186	212877
HAZİRAN	30	6,32	10,12	303,6	189,6	216997,2
TEMMUZ	31	6,31	10,93	338,83	195,61	223875,645
AĞUSTOS	31	6,31	10,34	320,54	195,61	223875,645
EYLÜL	30	4,7	8,74	262,2	141	161374,5
EKİM	31	3,24	6,41	198,71	100,44	114953,58
KASIM	30	1,93	4,68	140,4	57,9	66266,55
ARALIK	31	1,46	3,3	102,3	45,26	51800,07
Yıllık Toplam				2595,57	1488,49	1 465 076

Çizelge 4.1’de belirtilen sonuçlar Otobüs Tamir Bakım Atölyesi için GEPA sistemi üzerinden çekilen veriler ile gerçekleştirilmiş hesaplamalar sonucudur. PVGIS sistemi sonuçları ile GEPA veri tabanı sonuçları arasında gerçekleştirilen karşılaştırmalar neticesinde, GEPA veri tabanının Yenimahalle ilçesi için genel güneş radyasyonu değerleri sağlaması sebebi ile radyasyon sonuçları hata yüzdesinin daha yüksek olduğu, PVGIS veri tabanından çekilen verilerde lokasyon hassasiyetinin daha iyi olması ve sonucu etkileyecek değişkenlerinde hesaba katılması ile sonuçların daha gerçekçi çıktığı kanaatine varılmıştır. Yeni yapılacak GES projelerinde yapılacak fizibilite çalışmalarında PVGIS veri tabanı ve hesaplama programının kullanılması daha makul sonuçlar ortaya çıkartacaktır.

Otobüs Tamir Bakım Atölyesi CNG dolun istasyonlarının yıllık elektrik enerjisi tüketiminin Ton Eşdeğer Petrol (TEP) karşılığı 255 TEP olarak hesaplanmıştır. Bu tüketim GES santralinin kurulması durumunda 117,66 TEP kadar azalacak ve Ülke ekonomisinden söz konusu değer kadar bir düşüş sağlayacaktır. Her ne kadar Ülke tüketimi içerisindeki payı düşüğe görünse bizimle aynı veya benzer faaliyetlerde bulunan kuruluşların aynı çalışmaları yapması durumunda ülke enerji tüketiminde ciddi miktarda azalma sağlayacağı öngörülmektedir. GES tesisinin kurulumu müesseseye gayet büyük bir katkı, ülke ekonomisine de nispi manada küçük bir katkı sağlayacaktır. En kısa zamanda kurulması makul olarak görülmektedir.

Güneş enerjili Sıcak Su Sisteminin kurulum masrafını 2 yıl 8 ay gibi kısa bir sürede karşıladığı görülmektedir. Her ne kadar atölye enerji tüketimi içerisindeki tasarruf miktarı yüksek görünmese de geri dönüş süresinin kısalığı ve temiz enerji kaynağı olması sistemin kurulumunu makul ve elzem bir hale getirmiştir.

Hesaplama neticesinde hava kompresörüne kurulacak söz konusu atık ısı kazanım cihazı sayesinde her yıl yaklaşık olarak 32287 kWh enerji ve 3100 metreküp doğalgaz ısınmak için gereksiz yere harcanmayacaktır. 2,6 TEP miktarda enerjiye denk gelen tasarruf miktarı her ne kadar az görünse de sistemin kurulum maliyetinin düşüklüğü ve hiç olmaması durumları değerlendirildiğinde “Bir sıfırdan büyüktür” prensibince yapılmasının müesseseye yapılmamasından çok daha büyük katkılar sağlayacağı aşikârdır. Söz konusu atık ısı eşanjör sistemine entegre sıcak su tesisatının hava kompresörüne yakın bir çalışma montaj odasına çekilerek var olan ve kaskad kazan sistemine bağlı sıcak su tesisatı bay-pass edilmek suretiyle sistemden fayda sağlanabilecektir.

Basınçlı hava sistemlerinde büyük çoğunluğu hava tesisatı daha azı hava kompresörü olmak üzere kaçağı önlemek neredeyse imkânsızdır. Tüm sistem hava sızdırmaz hale getirilse dahi bu hususta dikkatli davranmayan bir işçide hava vanasını kapatmayarak bu kaçağa sebep olabilmektedir. İşçilere verilecek hava kaçaklarına dair farkındalık eğitimi ve yapılacak periyodik bakım ve kontroller bu kaçağı en aza indirmeyi ve o nispette çok daha az israfı sağlayacaktır.

Bu çalışmada ele alınan EGO Otobüs Tamir Bakım Atölyesi çalışma saatleri, bina mimarisi ve fiziksel özellikleri gün ışığından faydalanmaya müsait olduğunu ortaya çıkarmıştır. Mesai saatlerinin büyük bölümünde gün ışığından faydalanma imkânı vardır.

Bu tez çalışmasında bahsi geçen tüm bu faaliyetler hususu değerlendirilmeye başlanmış ve Elektrikhane binasında uygulanan köklü revizyonda dikkate alınmıştır. Henüz gerçekleştirilmemiş çalışmalar hususunda da kurumun yetkili mercileri ile görüşülerek istişarelere devam edilmektedir. Aynı zamanda ilk kurulum maliyetlerine etki edecek finansman kaynakları ile ilgili kamu yararını gözetecek şekilde araştırmalara hız verilmiştir. Bu tez çalışmasında bahsi geçen tüm başlıkların en kısa sürede faaliyete geçmesi enerji hususunda müessesenin kendi bünyesinde büyük bir katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada ortaya çıkan 151,66 TEP miktarında ki enerji tasarrufu her ne kadar ülke ekonomisinde

küçük bir katkı olarak görünse de ülke de benzer faaliyetleri yürüten veya Araç Bakım Onarım birimi ile aynı ekipmanları kullanan binlerce Endüstriyel Kuruluşun bu manada bir çalışma yapması ile makro düzeyde bir enerji tasarrufu sağlanacağı da bir gerçektir. EGO Genel müdürlüğü Araç Bakım Onarım Dairesi Başkanlığına bağlı ve aynı ya da benzer faaliyetleri yürüten Macunköy yerleşkesi haricinde dört farklı merkezi daha bulunmakta ve Macunköy de gerçekleştirilecek iyileştirme çalışmalarının Macunköy de uygulandıktan sonra söz konusu dört bölgeye de uygulanması öngörülmektedir. Bu durum da ortaya çıkan yaklaşık 150 TEP'lik tasarruf miktarını EGO müessesesi adına artıracığı yadsınamaz bir gerçektir.





KAYNAKLAR

1. Abuşka M. (2007). *Güneş Enerjili Su Isıtma Sistem Projelendirmesi*. Celal Bayar Üniversitesi, Enerji Bölümü, Ders Notu.
2. Şahin H. (2006). *Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemlerinin Tekno-Ekonomik Analizi*, Yüksek Lisans, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 19-76.
3. Ajder, A. (2011). *Fotovoltaik Güneş Enerjisi Sistemleri için Optimum Eğim Açısının Hesaplanması*, Yüksek Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 6-45.
4. Girgin M. H. (2011). *Bir Fotovoltaik Güneş Enerji Santralinin Fizibilitesi, Karaman Bölgesinde 5 MW'lık Güneş Enerjisi Santrali için Enerji Üretim Değerlendirmesi ve Ekonomik Analizi*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul, 5-137.
5. Turhan K. (2011). *Fotovoltaik Modüller için Bir Gerçek Saha Performans Ölçüm Platformunun Tasarımı, Kurulumu ve Testleri*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul, 38-77.
6. Doğanay. H. Ö. (2014). *Kırklareli İklim Şartlarında Hibrit Fotovoltaik/ Termal Kollektör Sisteminin Analizi*, Yüksek Lisans, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 5-35.
7. Karaçavuş. B. (2017). Türkiye'nin Belirli İklim Bölgeleri İçin Güneş Enerjili Sıcak Su Sisteminin Optimizasyonu, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 32 (3) 844 -852
8. Gültekin. H. (2015). *Türkiye de Enerji İthalat Giderlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisi*, Yüksek Lisans, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne, 2-41,86-108.
9. Durak F. S. (2016). *Fotovoltaik Sistemlerin Ekonomik Analizi: Malatya'daki Kamu Binası Örneği*, Yüksek Lisans, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya 19-46.
10. Yücel. Y. (2016). *Güneş Enerjisinden Yararlanmak Amacıyla Fotovoltaik Sistemlerin Binalarda Kullanımı*, Yüksek Lisans, İstanbul Arel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 7-19, 68-141.
11. Ceylan. O. (2017). *Fotovoltaik Programlarının Simülasyon Sonuçlarının Doğruluğunun İncelenmesi*, Yüksek Lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta, 32-50.
12. Hedef. N. (2017). *Güneş Enerjisi Çatı Uygulamaları İçin Bir Matematiksel Model Önerisi*, Yüksek Lisans, Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,19-52.
13. Bilü. A. C. (2018). *Fotovoltaik Sistemlerin Fizibilitesi İçin Yeni Bir Arayüz'ün Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 19-48.

14. Keskinel. S. (2015). *Enerji Verimliliği Kapsamında Binalarda Fotovoltaik Güç Sistemlerinin Uygulamalı Analizi*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji ve Teknoloji Enstitüsü, İstanbul 29-77.
15. Gültuna. K. M. (2015). *Fotovoltaik Güç Santralinin Simülasyonu; Tekno-Ekonomik ve Çevresel Optimizasyonu*, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 17-72.
16. Karataş. M. A. (2013). Basınçlı Hava Sistemlerinde Enerji Verimliliği: Bir Çelik Fabrikasının Basınçlı Hava Denetleme Çalışması. *Makine Mühendisleri Odası Dergisi*, 1(132), 19-26.
17. Erten Y. Ş. (2014). *Aydınlatmada Enerji Verimliliğinin İncelenmesi: Endüstri Yapısı Örneği*, Yüksek Lisans, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 18.
18. Cabak B. (2018). *Tekstil Fabrikasında Enerji Verimliliği Uygulamaları*, Yüksek Lisans, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 12.
19. Eyidoğan. M., Sapmaz. S. (2017). Bir Otomobil Montaj İşletmesinde Enerji Verimliliği Artırıcı Çözümlerin İrdelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 1(6)*, 149-161.
20. Kanaoğlu. M. (2010). *Enerji Verimliliği Örnek Projeleri*. Gaziantep Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Ders Notu.
21. Toygarlar. H. A. (2014). *Endüstriyel Tesiste Enerji Verimliliği Üzerine Bir Çalışma*. Yüksek Lisans, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.56-94
22. Kara. Ç. (2003, Aralık). *Kompresörlerde Enerji Geri Kazanım Sistemleri*. 3. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi, İzmir.
23. Uylukçuoğlu. Ö. E. (2009). *Otomotiv Sanayinde Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufu Olanaklarının Belirlenmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.15-52
24. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2018). *Türkiye Enerji Verimliliği Gelişim Raporu (2000-2016)*. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 19-20.
25. İnternet: Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri, URLhttp://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.emo.org.tr%2Fgenel%2Fbizden_detay.php%3Fkod%3D88369&date=2018-12-13, Son Erişim Tarihi:13.12.2018
26. Cengiz. M. S. Mamiş.M.S. (2015, Haziran) *Endüstriyel Tesislerde Verimlilik ve Güneş Enerjisi Kullanımı*. 6. Enerji Verimliliği, Kalitesi Sempozyumu ve Sergisi bildirileri, İzmit.
27. Kaya. M. (2012). *Sanayide Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Basınçlı Hava Sistemlerinde Verimlilik*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji ve Teknoloji Enstitüsü, İstanbul. 111-142
28. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 5, 59-60.

29. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı. (2017). *Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu*. Ankara: Türkiye Petrolleri, 32.
30. Çapık, M., Yılmaz, A. O., ve Çavuşoğlu, İ. (2012). Present situation and potential role of renewable energy in Turkey. *Renewable Energy*, 46, 1-13.
31. İnternet: Türkiye Üzerinden Geçen veya Geçmesi Planlanan Petrol ve Doğalgaz Hatları, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.enerji.gov.tr%2Ftr-TR%2FSayfalar%2FDogal-Gaz-Boru-Hatlari-ve-Projeleri&date=2018-12-13>, Son Erişim Tarihi: 13.12.2018.
32. İnternet: Kaynaklara Göre Güç Dağılımı, URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.teias.gov.tr%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2018-07%2Fkurulu_guc_haziran_2018.pdf&date=2018-12-13, Son Erişim Tarihi: 13.12.2018.
33. İnternet: EGO Genel Müdürlüğü Hakkında, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.ego.gov.tr%2Ftr%2Fsayfa%2F6%2Fego-genel-mudurlugu-tarihcesi&date=2018-12-13>, Son Erişim Tarihi: 13.12.2018
34. İnternet: Fotovoltaik Güneş Enerjisi Potansiyeli, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.europeice.com%2F&date=2018-12-13>, Son Erişim Tarihi: 13.12.2018.
35. İnternet: Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.yegm.gov.tr%2FMyCalculator%2F&date=2018-12-13>, Son Erişim Tarihi: 13.12.2018.
36. İnternet: Türkiyenin Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Miktarı ve Güneşlenme Süresi URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.powerenerji.com%2Fturkiye-gunes-enerjisi-potansiyel-haritasi-bolge-il-guneslenme-sureleri.html&date=2018-12-13>, Son Erişim Tarihi: 13.12.2018.
37. Varınca. K. Gönüllü. T.M. (2006, Haziran), *Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma, 1. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, Eskişehir.
38. İnternet: Karbon Ayak İzi Hesaplama Aracı, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.karbonayakizi.com%2Fcalculator%2Fcalculator.aspx&date=2018-12-13>, Son Erişim Tarihi: 13.12.2018.
39. Gökoğlu. M. (2013). *Enerji Verimliliği ve Tasarruf Çalışmaları*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji ve Çevre Yönetimi, İstanbul.
40. İnternet: Doğal Aydınlatma URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2F%3A+http%3A%2F%2Fwww.isgum.gov.tr%2Ffrm%2Ffile%2Fisgdoc%2FIG14ofislerde_isg.pdf&date=2018-12-13, Son Erişim Tarihi: 13.12.2018.

41. İnternet: Türk Traktör GES Bilgileri,
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.enerjiatlası.com%2Fgunes%2Fturk-traktor-gunes-enerjisi-santrali.html&date=2018-12-13>, Son Erişim Tarihi:13.12.2018.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AÇIKGÖZ, Mehmet
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 31.12.1985, Ankara
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (505) 702 38 55
 Faks : 0 (549) 440 66 51
 e-mail : acikgozmehmet@windowslive.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Kırıkkale Üniversitesi / Makine Mühendisliği	2009
Lise	Özel Yavuz Sultan Fen Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-Halen	EGO Araç Bakım Onarım Dairesi	Atölye Şefi
2011-2012	Ankara İtfaiyesi	İtfaiyeci
2008-2010	Turklift Asansör	Mühendis
2007-2008	Yükseliş Kariyer	Kantin İşletmeciliği

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

ITESDES Uluslararası Teknoloji Bilimleri ve Tasarım Sempozyumu (2018) (Sözlü Sunum)

Hobiler

Kitap Okumak, Ney üfleme, Bisiklet Sürmek, Gezmek



GAZİ GELECEKTİR..