



KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNDE VERİM ARTTIRMA YÖNTEMLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Volkan HAMDEMİR
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Arslan OMAR

Mayıs 2019

KARS

T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Öğrencisi Volkan HAMDEMİR'in, Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Arslan OMAR danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığı "Güneş Kollektörlerinde Verim Arttırma Yöntemlerinin Araştırılması" adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek oy ..birliği... ile kabul edilmiştir.

10 / 06 / 2019

Adı ve Soyadı

İmza

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Meryem TERHAN



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Arslan OMAR



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ferhat KAYA



Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .. / .. / 20.. gün ve ...
.../..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fikret AKDENİZ

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Kafkas 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.

Volkan HAMDEMİR

ÖZET
(Yüksek Lisans Tezi)

**GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNDE VERİM ARTTIRMA YÖNTEMLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Volkan HAMDEMİR

Kafkas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Arslan OMAR

Bu çalışma için yapılan araştırmalar sonucu dünyada güneş enerjisinin yaygın bir şekilde kullandığı ve güneş kolektörlerinin önemli bir enerji kaynağı olarak görüldüğü gözlemlenmiştir. Bu enerji kaynağından sıcak su, elektrik üretimi gibi birçok alanda yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanmak için geliştirilen güneş kolektörlerinde verim artışı sağlamak için birçok çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada güneş kolektörlerinde soğurucu tabakaya temas eden ve ısı iletiminin gerçekleştiği dairesel boru yerine elips şeklinde boru kullanılarak soğurucu tabakaya temas eden borunun temas yüzeyini artırarak, ısı transferini arttırmak ve verim artışını sağlamak amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalarda soğurucu plakaya temas eden dairesel şeklindeki boru yerine elips şeklindeki boru kullanıldığında ısı transferinin hızlandığı ve boru içinde dolaşan suya daha fazla ısı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Kolektörü, Verim Arttırma, Yenilenebilir Enerji, Dairesel Boru, Elips Boru

2019, 132 Sayfa

ABSTRACT

(M. Sc. Thesis)

INVESTIGATION OF EFFICIENCY INCREASING METHODS IN SOLAR COLLECTORS

Volkan HAMDEMİR

Kafkas University

Graduate School of Applied and Natural Sciences

Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Muhammed Arslan OMAR

Research conducted for this study has shown that solar energy is widely used and the solar collectors are seen as an important source of energy in the resultant world. From this energy source are used many fields such as hot water and electricity generation. Many efforts have been made to increase the efficiency of solar collectors developed to make the best use of solar energy.

In this study, it is aimed to increase the heat transfer and increase the efficiency by increasing the contact surface of the tube to the absorber layer by using elliptical tube instead of the circular tube which contacts the absorber plate to increase the efficiency in solar collectors. When an elliptical tube was used instead of a circular tube in contact with the absorber plate, heat transfer was increased and more heat was observed in the water circulating in the tube.

Keywords: Solar Collector, Efficiency Increasing, Alternative Energy, Circular Tube, Elliptical Tube.

2019, 132 pages

ÖNSÖZ

Bu çalışma Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Termodinamik Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma güneş kolektörlerinde verimi arttırmak için yapılmıştır. Güneş kolektörlerinde soğurucu tabaka ile bu tabakaya temas eden ve tabakadan soğurulan ısının akışkana geçişinde önemli rol oynayan akışkanın taşındığı dairesel borunun yerine elips şeklinde boru kullanılarak verim değişimi sayısal olarak incelenmiştir.

Çalışmamda emeği geçen bana sürekli zaman ayıran ve her zaman çekinmeden sorduğum her soruya cevap veren değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Muhammed Arslan OMAR'A, bütün eğitim hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen beni her zaman eğitime ve iyi bir insan olmaya yönlendiren hayatım boyunca bana yol gösteren en büyük destekçilerim olan değerli aileme: Birsen HAMDEMİR'E, Orhan HAMDEMİR'E, Berkan HAMDEMİR'E, Gökhan HAMDEMİR'E, Ulaş HAMDEMİR'E ve Vildan AKIN'A ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca bana kolaylık gösteren iş yerimdeki ve çevremdeki bütün arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Volkan HAMDEMİR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	1
SEMBOLLER VE SİMGELER DİZİNİ	4
ŞEKİLLER DİZİNİ	6
TABLO DİZİNİ.....	9
1.GİRİŞ	10
1.1 Güneşin Yapısı	10
1.2 Güneş Işınları.....	12
LİTERATÜR TARAMASI	18
3. GÜNEŞ ENERJİSİ	21
3.1 Güneş Enerjisinin Başlıca Kullanım Alanları	22
3.2 Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli	23
3.3 Güneş Enerji Sistemleri (Güneş Panelleri)	25
3.4 Güneş Enerjisini Elektrik Enerjisine Dönüştüren Sistemler (Fotovoltaik Paneller)	26
3.5 Güneş Panellerinin Yapısı	27
3.6 Fotovoltaik Panel Çeşitleri	32
3.7 Güneş Panellerinin Avantaj ve Dezavantajları	33
3.8 Güneş Enerjisini Isıl Enerjiye Dönüştüren Sistemler	34
3.8.1 Pasif Isıtma Sistemleri.....	34
3.8.2 Aktif Isıtma Sistemleri	35
3.8.3 Güneş Kollektörü Çeşitleri	39

4. DÜZLEMSEL YÜZEYLİ GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNİN BÖLÜMLERİ.....	43
4.1 Kollektör Kasası	44
4.2 Saydam Örtü	45
4.3 Soğurucu Yüzey	49
4.4 Isı Yalıtımı	50
4.5 Akışkan Boruları	54
4.6 Conta Malzemeleri	54
4.7 Depo	54
4.8 Kollektör Kasası	55
4.9 Kollektör Montajında Dikkat Edilecek Hususlar	55
5.GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNDE VERİM ARTTIRMA YÖNTEMLERİ... 57	57
5.1 Güneş Kollektörlerinde Soğurucu Yüzeyin Verime Etkisi.....	61
5.2 Siyah Yüzeyler	64
5.3 Seçici yüzeyler	66
5.4 Kollektörde Kullanılan Saydam Örtünün Verime Etkisi	71
5.5 Kollektörde Bulunan Borunun Verime Etkisi	76
5.6 Kollektör Verimine Etki Eden Soğurucu Yüzey Kanat Geometrisi	77
5.7 Kollektör Verimine Kollektör Kasası ve Yalıtımın Etkisi	78
5.8 Kollektör Verimine Sistem ve Deponun Etkisi	79
5.9 Kollektör Verimine Kollektörün Eğimi Ve Yönünün Etkisi	82
5.10 Düzlemsel Kollektör Toplayıcısı Isıl Analizi	85
5.11 Güneş Enerjisi Kollektörlerinde Yararlı Isı Ve Verim	87
5.12 Güneş Kollektörlerinde Enerji Analizi.....	91
5.13 Güneş Kollektörlerinde Enerji Analizinin Verime Etkisi	94
BÖLÜM 6.....	96

6. SOĞURUCU PLAKAYA TEMAS EDEN DAİRESEL BORU YERİNE ELİPS ŞEKLİNDE BORU KULLANILMASI	96
7. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	115
7.1 ÖNERİLER	117
KAYNAKÇA	119
ÖZGEÇMİŞ.....	125

SEMBOLLER VE SİMGELER DİZİNİ

$\dot{Q}_{\text{faydalı}}$	Düzlemsel kollektörden sağlanan faydalı ısı (kW),
\dot{m}	Isı taşıyıcı akışkanın kütleli debisi (kg /sn),
c_p	Isı taşıyıcı akışkanının sabit basınçtaki özgül ısısı (kJ / kg ° C),
T_g	Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıya giriş sıcaklığı (° C),
$T_ç$	Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıdan çıkış sıcaklığı (° C),
\dot{Q}_{solar}	Düzlemsel güneş enerjisi toplayıcısının efektif alanından sağlanan ısı enerjisi (kW),
I	Bir periyot süresince ölçülen ışınım şiddeti (Watt / m ²),
A	Düzlemsel toplayıcının efektif alanı (m ²)'dir
η_k	Kollektör verimi (%)
η	Isıl Verim
A	Kollektör Alanı (m ²)
I	Kollektör Düzleminin Birim Alanına Gelen Toplam Güneş Işınımı Şiddetidir (W/m ²)
c_p	Çalışma Akışkanı Özgül Isısı (kJ / kg ° C)
$T_ç$	Çalışma Akışkanının Kollektörden Çıkış Sıcaklığı (° C)
T_g	Çalışma Akışkanının Kollektöre Giriş Sıcaklığı (° C)
F_m	Kollektör Isıl Verim Faktörü
K	Toplam Isı Kayıp Katsayısı (W/m ² ° C)
T_e	Çevre Sıcaklığı (° C)
τ	Cam Örtü Geçirgenlik Katsayısı
α	Soğurucu Yüzey Yutma Katsayısı
T_o	Akışkan Giriş Ve Çıkış Sıcaklıklarının Ortalaması (° C)

α_1	Birinci Dereceden Isı Kayıp Katsayısı
α_2	İkinci Dereceden Isı Kayıp Katsayısıdır
K_d	Depo İle Çevre Arasındaki Isı Geçiş Katsayısıdır
A_d	Isı Geçiş Yüzeyi (m^2)
η_t	Anlık verim
I	Toplayıcı yüzeyine gelen güneş ışıınımı (W/m^2)
A	Toplayıcı alanı (m^2)
ρ	Akışkanın yoğunluğu (kg/m^3)
V	Akışkanın hızı (m/sn)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Güneşin yapısı [1].....	10
Şekil 2. Güneşin yapısının kısımları [3].	11
Şekil 3. Güneş ışınlarının dağılımı [4].....	13
Şekil 4. Güneş ışınlarının yansımaları [5].	14
Şekil 5. Türkiye’de güneş ışınlarının aylara göre dağılımı [6].	15
Şekil 6. Güneş azimut açısı [6].	16
Şekil 7. Yüzey azimut açısı [6].....	16
Şekil 8. Türkiye’de aylara göre güneşlenme süreleri (saat) [6].	17
Şekil 9. Türkiye'nin yıllık güneş enerjisi potansiyeli haritası [24].	25
Şekil 10. Fotovoltaik paneller [25].	26
Şekil 11. Fotovoltaik panellerin çalışma şekli [26].	27
Şekil 12. Fotovoltaik panellerin yapısı [27].....	28
Şekil 13. Şebekeye bağlı fotovoltaik sistem [28].....	29
Şekil 14. Fotovoltaik sistem elemanları [29].	31
Şekil 15. Tabii dolaşımli sistemler [30].....	36
Şekil 16. Pompalı (zorlanmış taşınımlı) sistemler [31].	37
Şekil 17. Düzlemsel yüzeyli güneş kolektörü [30].	39
Şekil 18. Düzlemsel yüzeyli güneş kolektörü bölümleri [32].	40
Şekil 19. Vakumlu güneş kolektörü [33].	40
Şekil 20. Vakumlu güneş kolektörü [33].	41
Şekil 21. Odaklamalı güneş kolektörü [34].	41
Şekil 22. Düzlemsel yüzeyli kolektörün kısımları [35].	43
Şekil 23. Düzlemsel yüzeyli kolektör parçaları [36].	44
Şekil 24. Saydam örtü [37].	46
Şekil 25. Güneş ışınlarının saydam örtüsü üzerindeki etkisi [38].	46
Şekil 26. Soğurucu plaka [39].....	49
Şekil 27. Cam yünü [40].	52
Şekil 28. Taş yünü [41].	52
Şekil 29. Poliüretan [42].	53

Şekil 30. Siyah renge boyalı ve seçici yüzeyli plakalarda güneş ışınımının yutulması ve ısı ışınlarının yayılması [43].	62
Şekil 31. Seçici yüzey ile siyah boyalı seçici yüzeyin verim değişimi [7].	63
Şekil 32. Cam örtü geçirgenliği ile kolektör veriminin değişimi [7].	72
Şekil 33. Kolektör verimi ile boru sayısının değişimi grafiği [7].	76
Şekil 34. Kolektörde kullanılan çeşitli kanat tipleri [7].	78
Şekil 35. Türkiye’de aylara göre güneş ışını dağılımı [6].	83
Şekil 36. Kış ve yaz aylarına göre güneş ışını dağılımı [6].	84
Şekil 37. Düzlemsel kolektör [45].	85
Şekil 38. Düzlemsel güneş kolektöründe optik ve ısı kayıpları [45].	87
Şekil 39. Dairesel kesitli borunun soğurucu plakaya teması.	97
Şekil 40. Elips kesitli borunun soğurucu plakaya teması.	97
Şekil 41. Dairesel borunun plakaya temasının önden görünüşü.	98
Şekil 42. Elips kesitli borunun plakaya temasının önden görünüşü.	98
Şekil 43. Dairesel ve elips kesitli borularının plakaya teması (A).	99
Şekil 44. Dairesel ve elips kesitli boruların plakaya teması (B).	99
Şekil 45. Dairesel ve elips kesitli boruların plakaya teması (C).	100
Şekil 46. Dairesel ve elips kesitli boruların plakaya temasının teknik resim ölçüleri (mm).	101
Şekil 47. Deney düzeneği [36].	102
Şekil 48. Geometri tanımlama.	103
Şekil 49. Mesh işlemi.	104
Şekil 50. Mesh sayısını artırılmış olan geometrinin görünümü.	105
Şekil 51. Malzeme özelliklerinin girilmesi.	105
Şekil 52. Akışkan (su) özelliklerinin girilmesi.	106
Şekil 53. Suyun borulara giriş sıcaklık değerinin girilmesi.	106
Şekil 54. Debi, ısı iletkenlik ve yoğunluk değerlerinin girilmesi.	107
Şekil 55. Referans değerlerinin programa girilmesi.	107
Şekil 56. Analiz işleminin yapılması	108
Şekil 57. ANSYS çözüm ekranı ve sonuç görüntüleme	109
Şekil 58. Çözüm sonucu soğurucu plaka yüzeyinin sıcaklık dağılımı.	109
Şekil 59. Boru içindeki akışkanın sıcaklık dağılımı	110

Şekil 60. Farklı kesit alanına sahip borularda sıcaklık değişim grafiği.	111
Şekil 61. Soğurucu plakaya temas eden yüzey alanları.	112
Şekil 62. İterasyon sayısı arttırılarak yapılan analiz sonucunda borulardaki sıcaklık dağılımı 1.	113
Şekil 63. İterasyon sayısı arttırılarak yapılan analiz sonucunda borulardaki sıcaklık dağılımı 2.	113
Şekil 64. Farklı kesit alanına sahip borularda hız ve sıcaklık değişimi [46].	114

TABLO DİZİNİ

Tablo 1: Güneş enerjisi dönüşümleri [22].	21
Tablo 2: Ülkemizde Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Potansiyeli [22].	24
Tablo 3: Türkiye’de Aylara Göre Uygun Eğim Açısı Tablosu [44].	83
Tablo 4: Farklı kesit alanına sahip borularda sıcaklık değişim tablosu.	111

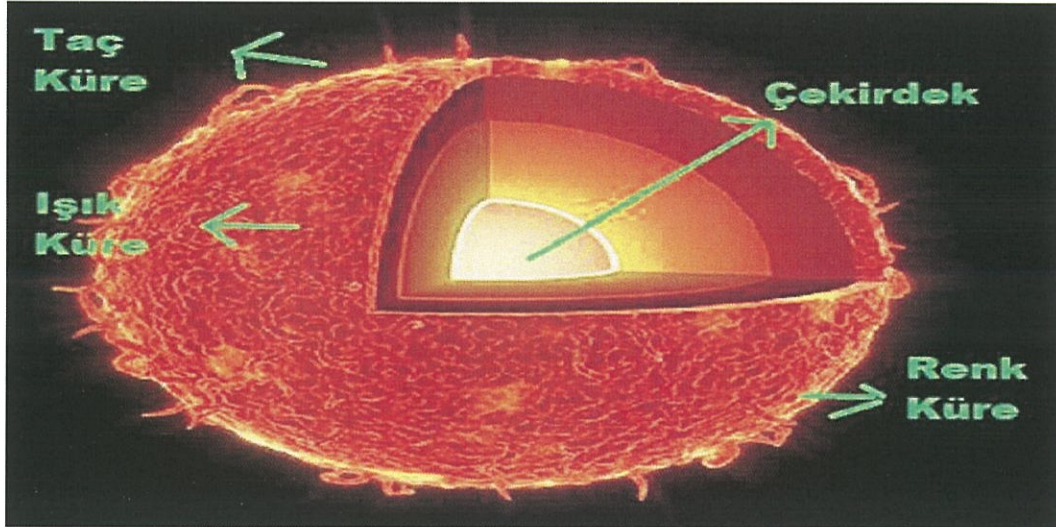
BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Güneş enerjisi yenilenebilir ve hiçbir zaman bitmeyecek bir enerji türüdür. Doğalgaz ve petrol gibi enerji çeşitleri yaygın olarak kullanılmasına rağmen gelecekte tükenme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu yüzden güneş enerjisi gelecekte daha önemli bir hale gelecektir. Bu sebepten dolayı güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanmak için kullanılacak olan güneş enerji sistemleri özenle seçilmeli, ihtiyaca cevap vermelidir. Yani seçilen bir güneş enerji sistemi güneş enerjisini en az kayıpla faydalı enerji türüne çevirmelidir. Bu tez çalışmasının temel konusu güneş kollektörlerinde verim arttırmaktır. Günümüzde kullanılan güneş kollektörlerinde verimi etkileyen çeşitli parametreler hakkında bilgi verilecektir. Bu parametrelerin yanı sıra soğurucu plakaya temas eden boru kesitlerinin kollektördeki verim değişimine olan etkisi incelenecektir.

1.1 Güneşin Yapısı

Güneş sıcak gazlardan meydana gelmiştir. Güneş ısı ve ışık yayarken çevresinde radyasyon oluşmasına neden olur. Güneşten oluşan ışımaya sarı renkte görünür, ama gerçekte beyaz renge sahiptir Şekil 1’de görülmektedir.



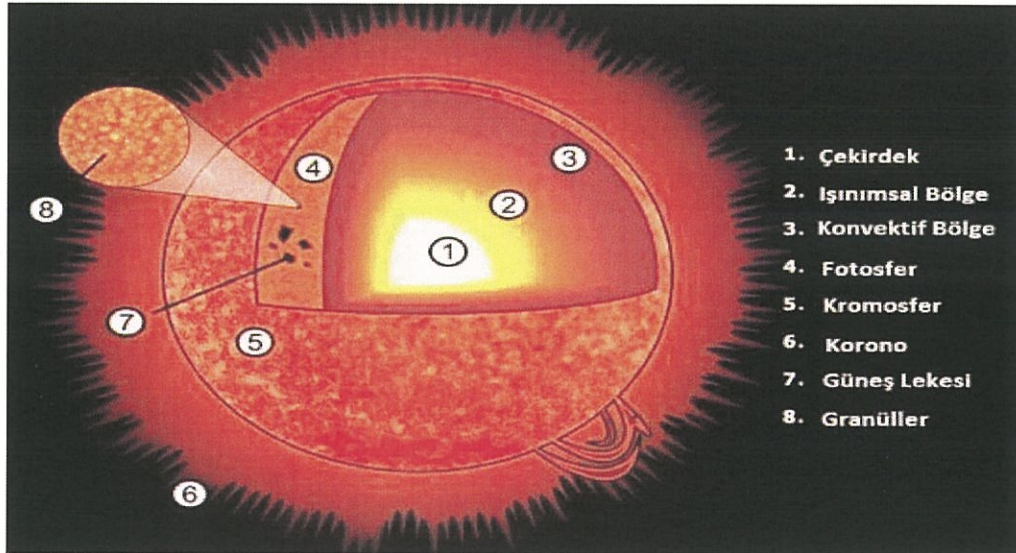
Şekil 1. Güneşin yapısı [1].

Güneş hidrojen gazı ve helyum gazlarından meydana gelmektedir. Hidrojen gazı güneşin yapısının büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Helyum gazı ise güneşin yapısında daha az bir oranda bulunmaktadır.

Güneşin merkezinde hidrojen atomuna ait olan çekirdekler birleşerek helyum atomunun çekirdeklerini oluşturmaktadır. Oluşan bu tepkime sonucu büyük bir oranda enerji meydana gelir.

Bu tepkime sırasında hidrojen atomuna ait olan, dört tane proton, bir tane helyum atomu çekirdeği oluşturmaktadır. Meydana gelen tepkime proton – proton döngüsü olarak bilinir. Bu döngüden dolayı ortaya bir enerji çıkar. Bu enerji; hidrojen atomuna ait olan dört adet proton kütlesi ve bir adet helyum atomunun çekirdeğinin kütlesi aralığındaki, kütle ayırımından faydalanan enerjidir. Bu enerjinin bir protona düştüğü ortalama değer 10^{-12} Joule dendir. Güneşin total ışınma değeri 3.8×10^{26} J/s 'dir [2].

Güneşin yüzeyinden merkeze doğru basınç, yoğunluk ve sıcaklık değerlerinde artma görülür. Güneşin yaydığı ısı enerjisi güneşin merkezinde oluşmaktadır. Güneş enerjisini oluşturan bu alana iç güneş denilir. İç güneşten yayılan ışınım dış tabaka tarafından soğurulur. Güneş ışınımının oluşmasını sağlayan alan ise güneş atmosferidir.



Şekil 2. Güneşin yapısının kısımları [3].

Güneş iç yüzeyinden dış yüzeyine doğru üç katmandan oluşur. Bu katmanlar; çekirdek, ışınım ve kaynaşımdır. Güneşin gözle görebildiğimiz alanına ışık küre denilir. Güneş iki kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar; güneş içi ve güneş atmosferi 'dir. Güneşin iç yüzeyi üç kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar; çekirdek, ışınım katmanı ve konveksiyon katmanıdır. Şekil 2 de güneşin katmanları görülmektedir.

Çekirdek: Hidrojen atomunun tepkimesi sonucu oluşan enerjinin meydana geldiği kısımdır.

Işınım Katmanı: Üzerinde bulunan konveksiyon katmanı kısmına; enerjii, gama ışınımı

olarak iletilmesini sağlar.

Konveksiyon Katmanı: Güneşin manyetik alanının oluştuğu katmandır. Güneş atmosferi dört kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar; fotosfer (gök cismi), kromosfer (renk küre), geçiş bölgesi ve güneş tacı (korona) bölgeleridir [3].

Fotosfer (Işık Küre): Güneş lekelerinin görüldüğü kısımdır. Güneşin görülen parlak kısmıdır.

Kromosfer (Renk Küre): Güneş atmosferinin kırmızı renkli tabakası olarak bilinir ve fotosfer kısmını saran bölgedir. Yüksek oranda hidrojen gazı bulunduran tabakadır.

Geçiş Bölgesi: Güneş tacının altında bulunmaktadır. İnce bir tabakadan meydana gelir.

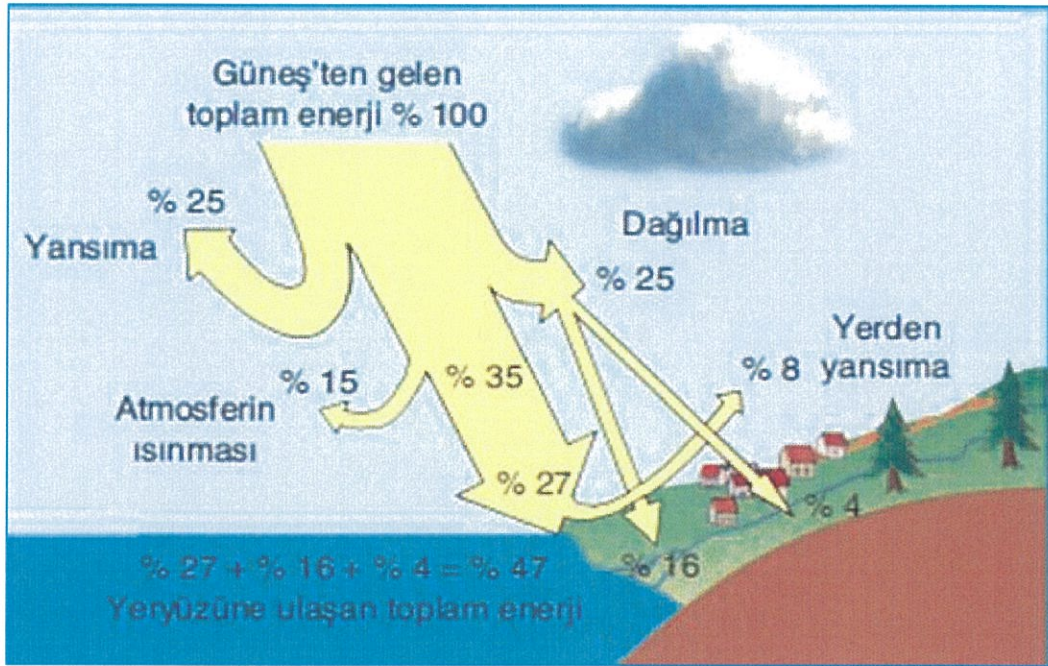
Güneş Tacı (Korona): Güneşi tamamen örten parlak ve yüksek sıcaklıklı bir gazdan meydana gelen örtüdür.

1.2 Güneş Işınları

Güneş enerjisi; güneşin çekirdeğindeki tepkime sonucu oluşan (füzyon olayı) hidrojen gazının helyum gazına dönüşmesi esnasında meydana gelen ışıma enerjisidir. Güneş

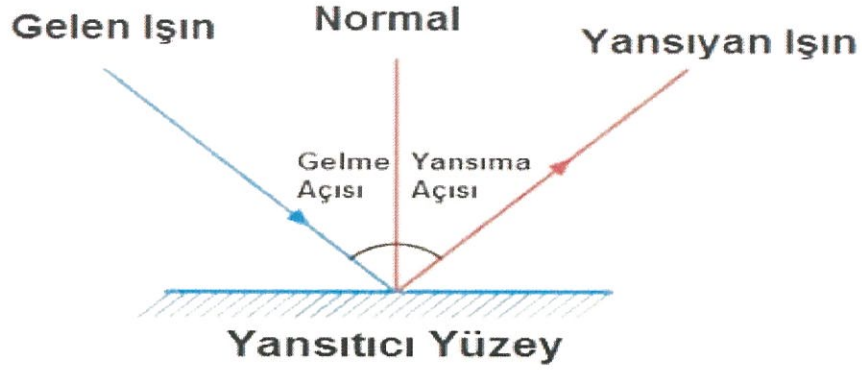
ışınları; yeryüzü ve atmosfer arasındaki fiziksel olayların meydana gelmesindeki temel enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinin bir kısmı yeryüzüne ulaşır.

İşınımın, yaklaşık % 30 değerindeki kısmı dünya atmosferi tarafından geri yansıtılır ve %50 değerindeki kısmı atmosferi geçtikten sonra yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne ulaşan bu işınım sayesinde yeryüzünün ısınımı sağlanır. Güneşten gelen işınımın, %20 değerindeki kısmı ise havada soğurularak atmosfer ve bulutlarda tutulur. Şekil 3’de güneş işınlarının dağılımı görülmektedir.



Şekil 3. Güneş işınlarının dağılımı [4].

Güneşten gelen işınların yeryüzü ile yapacağı açı değerine ve güneşin süresine bağlı olarak değişiklik gösterir. Şekil 4’ de güneş işınlarının yansıması görülmektedir.



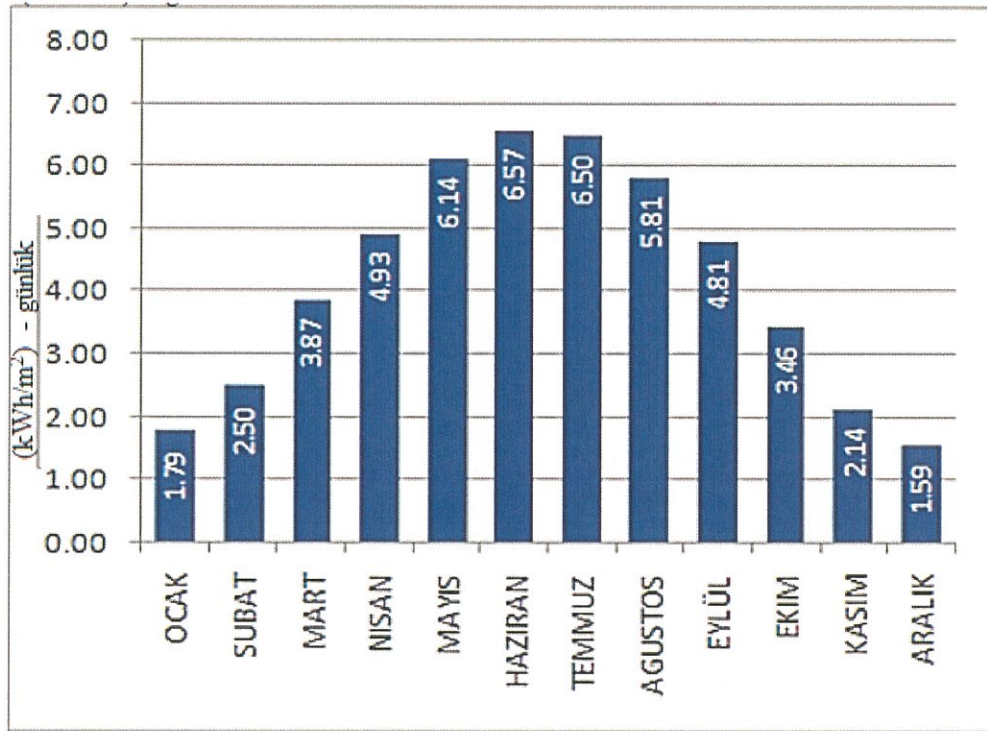
Şekil 4. Güneş ışınlarının yansıması [5].

Güneşten gelen ışınının açısı ne kadar dik olursa verim değeri de o kadar yüksek olur. Eğer yeryüzüne gelecek açı küçük değerde olursa ısı verim de düşük olur.

Güneş enerjisinden yeryüzüne gelen ışınının açısı küçük bir açı değeri geldiğinde, yansıyan ışınlar fazla olmaktadır. Bu nedenle soğurulan enerji miktarı az olur ve buna bağlı olarak düşük derecede ısı değeri sağlanır. Güneş enerjisinden yeryüzüne gelen ışınının açısı büyük bir açı değeri ile geldiğinde, yüzeyden yansıyan ışınlar az olur. Bu nedenle soğurulan enerji miktarı fazla olur ve buna bağlı olarak yüksek derecede ısı değeri sağlanır. Güneş enerjisinden yüzeye gelen ışın, yüzeyin normaline (N) paralel yani dik bir açıda yüzeye geldiğinde, soğurulan enerji en yüksek değerde sağlanır ve bununla birlikte en yüksek derecede ısı değeri sağlanmış olur.

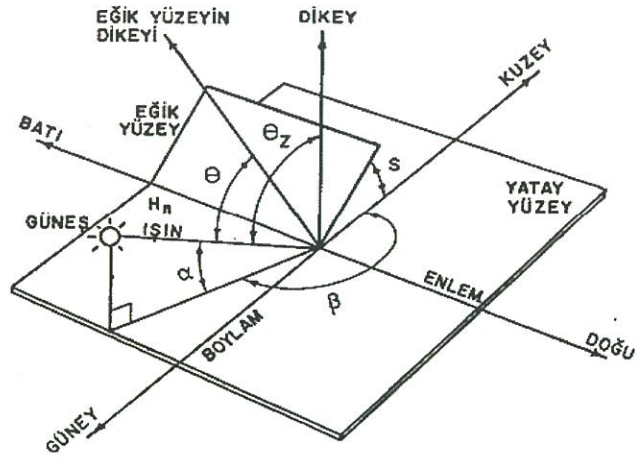
Güneş kolektörlerinden en iyi düzeyde yararlanmayı sağlamak amacıyla üretim esnasında ve kullanım aşamasında ihtiyaçlara cevap şekilde üretilmelidir. Kolektör üretiminde güneş enerjisinden maksimum şekilde faydalanabilmek için sistemin yapım aşamasında malzemelerin seçimi, ideal boyutlandırma, uzman bir şekilde sistemin montajının yapılması ve üretim parçaların bilinçli bir şekilde yetiştirilmesi gibi işlemlerin planlanarak kolektörün üretim aşamasında uygulanmalıdır.

Kollektörlerin çalıştırılması sırasında meydana gelen yönlendirme, eğim açısı, kollektörlerin kış mevsiminde ve soğuk havalarda, suyun donma tehlikesinin oluşmasıyla kollektör sistemine zarar vermemesi için antifiriz konması, kollektörlerin maksimum güneş ışınımını alacak biçimde konumlandırılması gibi birden fazla sorunların çözülme işlemi yapılması gerekir. Bu aşamaların sonucunda elde edilecek bilgiler doğrultusunda kollektörde verim artışı sağlanmıştır. Şekil 5’ de güneş ışınları değerleri verilmiştir.

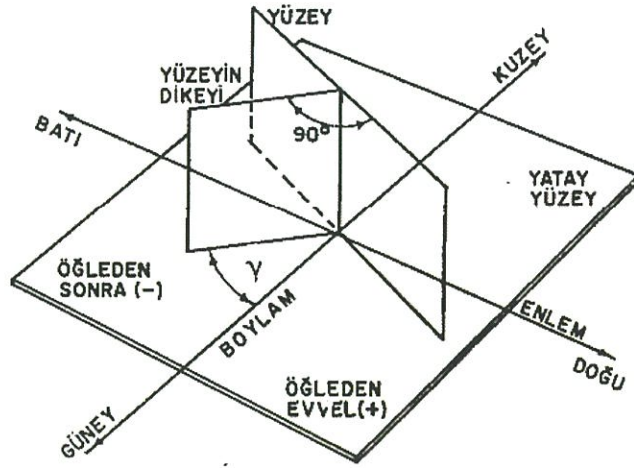


Şekil 5. Türkiye’de güneş ışınlarının aylara göre dağılımı [6].

Güneş enerjisi kollektöründen maksimum artışı sağlamak ve kollektörün maksimum seviyede güneş ışığı altında durması nedeniyle, eğim ve azimut açısı arasındaki ilişkiler izlenmiştir. Şekil 6 ve 7 ‘de azimut açıları verilmiştir.

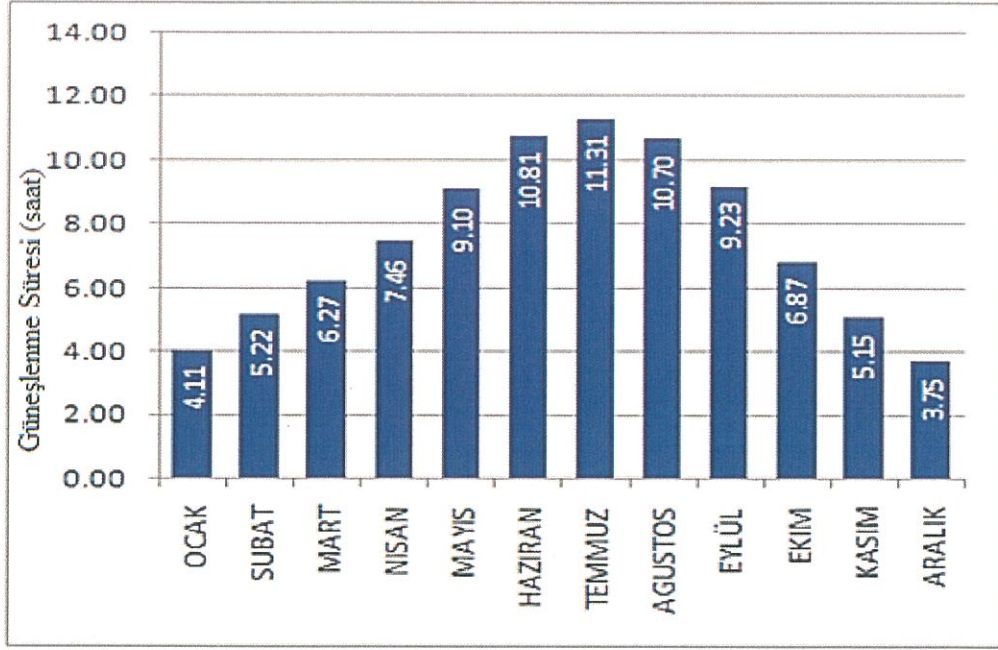


Şekil 6. Güneş azimut açısı [6].



Şekil 7. Yüzey azimut açısı [6].

Yapılan çalışmalarda çatı üzerine kurulan bir güneş kolektöründe panelin günlük çıkışı ile günlük yük ihtiyacı arasındaki uyumun sağlanmasıyla güneş enerjisinin kullanımının daha verimli bir şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir [6]. Şekil 8’de aylara göre güneşlenme süreleri (saat cinsinden) grafiği verilmiştir.



Şekil 8. Türkiye’de aylara göre güneşlenme süreleri (saat) [6].

Sonuç olarak güneş kolektöründe verim artırma çalışmasında; kurulması planlanan bir güneş levhası yönteminde eğim açısı ile azimut açısı rastgele tanımlanmaz. Güneş kolektörüne en uygun eğim veya azimut tespit edilmelidir. Kolektör sisteminde seri bağlama veya paralel bağlamada ayrı eğim ve azimut açılarıyla yapılan bir güneş panelinin çıkış güçleri hesap edilmeli en iyi seviyede çıkış elde edilecek biçimde kurulumları yapılmalıdır.

Güneş kolektörü öğle vaktinde (12:00) enine güneş paneli θ_z açısına ait eğim açısıyla yerleştirildiğinde güneş kolektörü üzerine düşen güneş ışığı kolektör yüzeyine tam dik 90° derece açıyla düşer.

Sonuç olarak kolektör maksimum derecede güneş ışığına maruz kalır ve bu şekilde kolektör verimi artar. Maksimum güneş ışığının sağlanmasının nedeni öğle saatinde, güneşin havadaki yönü yatay açıya kıyasla maksimum ölçüye sahiptir. Güneş öğlen saatinde, minimum hava kütlesine ve atmosferdeki en az yol mesafesine sahiptir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde güneş kollektörlerinde verim arttırmak için yapılan çalışmalardan bahsedilecektir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Tırıs ve Çiğdem, kollektörde kullanılan saydam örtünün ışık saydamlığı %85 olan pencere camı yerine, %90 olan su beyazı cam kullanılması sonucunda kollektör veriminde %5.4'lük bir artış sağlanabileceğini söylemişlerdir [7].

Ramani, kollektör verimi arttırmak için yapılan bir çalışmada gözenekli malzemeler kullanmıştır. Yapılan bu çalışmada çift geçişe sahip olan hava ısıtılmalı güneş kollektörünün verimi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarında, çift geçişe sahip olan güneş pilleri, tek geçişli güneş pillerine kıyasla %30-35 verim elde edilmiştir. Hava alma yapıları malzeme kullanılmayan havalı güneş pillerine kıyasla ise %20-%25 daha verimli olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde tek cam örtülü pil veriminin %37,45 olduğu, çift cam örtülü pil verimini ise %24,07 olduğunu tespit etmişlerdir [8].

Özkaya, Variyenli ve Korkmaz, farklı emici plakalı kollektörler kullanılarak deneyler yapmışlardır. Deneyler sonucunda sistemlerin ortalama verimleri; birinci düz kollektör sisteminde %32,9, ikinci zikzak geçitli (boru birleşimi başta) pil sisteminde %32,1, üçüncü zikzak geçitli (boru birleşimi arada) kollektör sisteminde %36,3, dördüncü parabolik kanallı kollektör sisteminde %26,7 olduğu ifade edilmiş [9].

Gedik ve Ark, yaptıkları bir çalışmada, model 1'de (zigzaglı emici yüzeye sahip) ve model 2'de (düz emici yüzeye sahip) iki ayrı güneş kollektörü tasarlayıp deney sonucunu incelemişler. Çalışma sonucu . Model 2 kollektörünün enerji verimi %46,5 ve ekserji verimi %1,35 olduğu, model 1 kollektörünün enerji verimi %32,72 ve ekserji verimi %1,13 olduğunu belirtmişler [10].

Omar ve Sertkaya, akışkan boruları üzerinde çalışma yapmışlardır. Kullanılan boruların Ansys Fluent programı ile çözümü yapılarak ısı değerlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kollektörde kullanılan oval-dikdörtgen boru kesitinin akışkan sıcaklığı, elips boru kesitli kollektörün sıcaklık değerinden %5,5 ve dairesel boru kesitli kollektörün sıcaklık değerinden ise %2,7 fazla olduğu tespit edilmişlerdir [11].

Acar, Öz ve Gedik, bitişik ısı borulu ve farklı ısı borulu düzenekler üzerinde çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda bitişik ısı borulu sistem veriminin, farklı ısı borulu sisteme oranla % 8.66 daha fazla olduğunu belirtmişlerdir [12].

Dağ, dairesel ve oval kesitli borular kullanarak çalışma yapmış. Çalışma sonucunda oval borulu kolektördeki verimlilik %46,34, dairesel borulu kolektördeki verimlilik %43,84 olduğunu ifade etmiştir [13].

Taze, düzlemsel kolektör verimine etki eden akışkan borularının sistemin verime etkisi üzerinde çalışmalar yapmıştır. Çalışmalar neticesinde boruda taşınım miktarı artırıldığında verimin %20 yükseldiği ve kollektörde daha yüksek bir ısı iletim katsayısına sahip boru malzemesi kullanıldığında verimde %2 artış olduğunu ifade etmiş [14].

Ammari, havalı güneş kollektörlerinin ısı performansının matematiksel çalışmasını yapmıştır. Kollektör sisteminde çıtalar kullanarak ısı performans değerini yükseltmek için çalışılmıştır. Sistemde $v=50$ L/s hacim debisine sahip olmasıyla sistem veriminin değeri %71 olduğu sonucuna ulaşılmıştır [15].

Assari ve Ark, tek geçişli çift yönlü güneş kollektörleri üzerinde çalışmalar yapmışlar. Çalışma sonucu 0,02 kg/s akış değerine sahip kollektör sistemin verim değeri % 60 olarak gözlemlenmiştir [16].

Gill ve Ark, kollektör sisteminde tek ve çift cam kullanılması üzerinde çalışmalar yapmıştır. Sistemdeki akış değerleri 0,011, 0,014, 0,017 ve 0,020 m³/s.m² olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda tek cam örtülü kollektör verimi %37,45, çift cam örtülü kollektör verimi de %24,07 olduğunu tespit etmişler [17].

Aktaş, doğal ve dolaylı sistemlerde ısı dönüştürücülerde büyütülmüş yüzeyin termal verimliliği etkisi üzerinde çalışmalar yapmıştır. İki farklı sistem dizaynı yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda büyütülmüş yüzeyli sistemin normal sisteme göre veriminin %4 daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca akış hızının yükseltildiği anlarda termal verimde artış elde edilmiştir [18].

Maldonado, güneş kollektörlerinin dizayn yapısı ve anlık verimi üzerinde çalışma yapmıştır. Çalışma sırasında, kollektörün enerji dengesine ait bir ısıl analiz yapılmıştır. Kollektörün yüzey sıcaklığının ulaştığı en iyi değer 55 °C bulunmuşken, bu değer geceleri 47,6 °C'ye inmiştir. İncelemeler neticesinde kollektörün debisi 0,0038 ile 0,04 kg/s arasında, verim değeri de %30,2 bulunmuştur [19].

Değirmenci, kolektörlerdeki suyun debi miktarının verime etkisi üzerine çalışma yapmıştır. Çalışma sırasında kolektördeki su debisi artırıldığında, verimin teorik olarak artmasına rağmen suyun depolanma sıcaklık değeri azalmış. Bunun sonucunda deneylerde su dolaşım miktarı, 28,88 kg/h ile 90 kg/h aralığında değiştirilmiş ve su dolaşım miktarına göre verim değeri %76- %88 aralığında, depolanan suyun sıcaklığı ise 44°C-38°C değerinde olduğu sonucuna ulaşımlardır [20].

Özdemir farklı soğurucu yüzey tiplerine sahip kollektörler üzerinde çalışma yapmıştır. Çalışma sonucu alüminyum soğurucu yüzeyi olan kolektörün verimi %73,14 iken, bakır soğurucu yüzeyli kolektörün verimi %70,94 elde edilmiştir. Bu sonuçlar neticesinde alüminyum soğurucu yüzeyli kolektörün verimi bakır yüzeyli düz plaka kolektörünkinden % 3,11 daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmış [60].

BÖLÜM 3

3. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi yeryüzü için en önemli enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi; güneş çekirdeğinde bulunan füzyon süreci ile ortaya çıkan ışıınım enerjisidir. Bu enerji, çeşitli termonükleer reaksiyonlar sonucunda hidrojenin üç atomunun ve helyum izotoplarının dört atom ağırlığındaki gerçek helyuma dönüşümü ile oluşur. Güneş enerjisi dünya var olduğundan beri tanınan ilkel asıl enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi; temizdir, yenilenebilir ve dünyanın her yerinde ziyadesiyle bulunmaktadır. Tüm enerji kaynakları dolaysız veya dolaylı olarak güneş enerjisinden alınmaktadır.

Güneşten dünyaya gelen enerjinin, tamamı yeryüzüne ulaşamaz. Çünkü enerjinin, % 30'luk değerindeki miktarı yansıma ile % 20'lik değerindeki miktarı ise atmosferde kaybolur. Geriye kalan %50'lik değerindeki miktarı ise yeryüzünde soğrulur.

Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi ise çeşitli dönüşümlere uğrar. Güneşten gelen enerjinin büyük bir kısmı bitkiler tarafından toplanır ve fotosentez için kullanılır. Güneş enerjisi sayesinde buharlaşmalar ve atmosfer su döngüsü meydana gelir.

Tablo 1: Güneş enerjisi dönüşümleri [22].

Güneş Enerjisi Dönüşümleri	
Doğal Dönüşümler	Yapay Dönüşümler
<ul style="list-style-type: none">➤ Toprak ve suyun ısınması➤ Fotosentez➤ Su döngüsü➤ Rüzgar ve dalga oluşumu➤ Doğal yangınlar	<ul style="list-style-type: none">➤ Güneş ışıınımı→ısı (kollektörler)➤ Güneş ışıınımı→elektrik (güneş pilleri)➤ Su gücü→mekanik→elektrik (barajlar)➤ Rüzgar→elektrik-mekanik (türbinler)➤ Biokütle→ısı-gaz ve sıvı yakıt (biyolojik, kimyasal ve ısıl-kimyasal dönüşüm)➤ Fosil yakıt→ısı-elektrik (elektrik ve ısı üretim merkezleri)➤ Güneş mimarlığı uygulamaları

Bunun yanı sıra; akarsu rejimlerini ve rüzgârların oluşmasını da dolaylı yollardan etkiler. Güneş enerjisi yeryüzünde doğal ve yapay dönüşümlere uğrar. Bu dönüşümler Tablo 1’ de gösterilmiştir.

Güneş enerjisinden faydalanmanın birçok olumlu yönü vardır. Bunlar;

- Güneş enerjisi temiz bir enerji türüdür çevreyi kirletmez.
- Yeryüzünde güneş alan her bölge bu enerjiden faydalanabilir.
- Güneş enerjisinden basit bir düzenek yardımıyla yararlanılabilir.
- Güneş enerjisinde taşıma, ulaştırma gibi herhangi bir maliyet gideri yoktur.
- Güneş enerjisi tükenmeyen bir enerji kaynağıdır.
- Elektrik, sıcak su, kurutma vb. gibi birçok işlemde güneş enerjisinden faydalanılabilir.
- Evler, iş yerleri, sanayi kuruluşları olmak üzere birçok alanda kullanılabilir.

Güneş enerjisinden faydalanmada karşılaşılan başlıca olumsuz durumlar şunlardır;

- Güneş enerjisinden havanın açık olduğu zamanlarda faydalanılabilir.
- Güneş enerjisinden faydalanmak için; kurulan sistemlerin ilk yatırım maliyeti yüksektir.

3.1 Güneş Enerjisinin Başlıca Kullanım Alanları

- Elektrik üretimi alanlarında kullanılmaktadır.
- Konutlarda veya ihtiyaç duyulan alanlarda, su ısıtmada alanlarında kullanılmaktadır.
- Bitkisel ürünleri kurutma alanlarında kullanılmaktadır.
- Sanayi için işlem ısısı sağlamak için kullanılmaktadır.

- Termodinamik veya elektriksel çevrimli sulama pompajında kullanılmaktadır.
- Su damıtmada kullanılmaktadır.
- Entegre sistemlerle birlikte ısı ve elektrik üretiminde kullanılmaktadır.
- Trafik ışıklarında kullanılmaktadır.
- Uzay uydularında gerekli enerjiyi sağlamada kullanılmaktadır.
- Kullanım suyunu ısıtmak için kullanılmaktadır.
- Fotosentetik ve fotokimyasal çevrimleri gerçekleştirme işleminde kullanılmaktadır.
- Yüzme havuzunu ısıtmak için kullanılmaktadır.
- Güneş enerjili uçaklarda kullanılmaktadır.

Yukarda yazılan kullanım alanlarının yanı sıra kol saatlerinde, hesap makinalarında, tarımsal sulamada, temiz su üretimi olmak üzere enerji gereksinimi bulunan birçok alanda güneş enerjisinden faydalanılmaktadır.

3.2 Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli

Akdeniz kuşağında yer alan ülkelerde güneşli gün sayısı fazla olduğu için güneş enerjisi bakımından zengin ülkelerdir. Ülkemiz Akdeniz kuşağında bulunmasına karşın güneş enerjisinden yeterince yararlanılamamaktadır.

Bunun temel nedeni ise güneş enerjisinin dönüşümünü sağlayan sistemlerin yeteri kadar olmaması ve araştırma yapılmadan yani güneş enerjisi kurulacak bir bölgenin yıllık güneşlenme süresini araştırmadan rastgele kurulmasından kaynaklanmaktadır [23].

Ülkemizde güneş ışınım şiddeti en fazla olan bölge Güney Doğu Anadolu Bölgesidir. Güney Doğu Anadolu Bölgesini sırasıyla Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, Ege

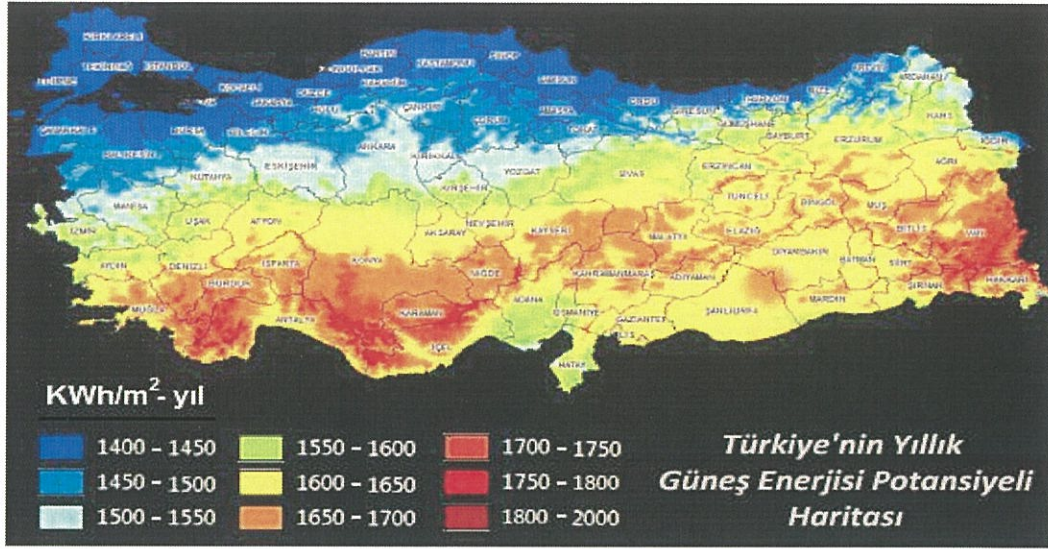
Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Marmara Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi takip etmektedir.

Tablo 2’ de ülkemizin bölgelere göre güneş enerji potansiyelinin dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 2: Ülkemizde Bölgelere Göre Güneş Enerjisi Potansiyeli [22].

BÖLGE	Işınım Enerjisi			Güneşlenme Süresi		
	Yıllık ort. kWh/m ² yıl	En yüksek kWh/m ² ay	En düşük kWh/m ² ay	Yıllık ort. h/yıl	En yüksek	En düşük h/yıl
Güney D Anadolu	1491.2	188.1	49.6	3016	407	126
Diyarbakır	1447.6	200.8	51.1	2946	388	110
Akdeniz	1452.7	176.6	48.9	2923	360	101
Antalya	1378.2	180.0	44.2	3062	385	139
İç Anadolu	1432.6	176.6	42.2	2712	381	98
Ankara	1491.8	204.2	42.6	2661	380	80
Ege	1406.6	168.7	40.9	2726	371	96
izmir	1229.9	163.5	37.5	2770	386	108
Doğu Anadolu	1398.4	182.8	48.6	2693	373	165
Erzurum	1298.8	167.9	48.1	2617	353	100
Marmara	1144.2	166.9	33.4	2528	351	87
İstanbul	1328.3	185.5	38.7	2369	357	76
Karadeniz	1086.3	141.7	34.0	1966	273	82
Trabzon	1008.6	144.3	35.5	1672	201	96

Ülkemizde Karadeniz Bölgesinin son sırada yer almasının temel sebebi yıl içinde havanın kapalı olması ve yağmurlu gün sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Buna rağmen Karadeniz Bölgesinde konutlar için sıcak su sağlamada güneş kolektörleri kullanılmaktadır.



Şekil 9. Türkiye'nin yıllık güneş enerjisi potansiyeli haritası [24].

Özellikle deniz seviyesinden yüksek güneşlenme süresinin fazla olduğu yayla evlerinde de güneş kolektörlerinin kullanımı görülmektedir. Tablo 2’de bölgelere göre güneş enerjinin dağılımını incelendi. Şekil 9’da verilen haritada ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli haritası verilmiştir.

3.3 Güneş Enerji Sistemleri (Güneş Panelleri)

Güneş enerji sistemleri günümüzde yaygın olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Güneş enerji sistemlerinin temel çalışma prensibi, güneşten gelen enerjiyi soğurarak elektrik enerjisine ve ısı enerjisi türlerine çevirmektir. Güneş enerji sistemleri genel olarak iki başlık altında toplanır.

- 1) Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren sistemler
- 2) Güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştüren sistemler

3.4 Güneş Enerjisini Elektrik Enerjisine Dönüştüren Sistemler (Fotovoltaik Paneller)

Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren pillerdir ancak enerjiyi depolama özelliğine sahip değildirler. Güneş ışığının olmadığı vakitlerde kollektörün oluşturduğu elektrikte de kesinti olmaktadır. Güneş panellerinin sağladığı elektrik enerjisinden geceleyin de faydalanmak için, güneş panellerine akü dahil edilir.

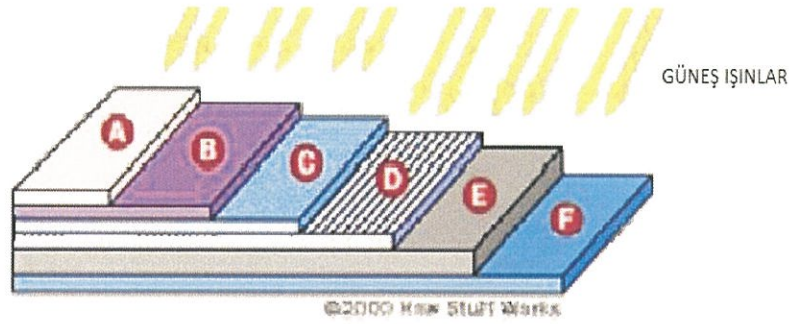
Güneş panelleri; yüzeyine gelen güneş ışınlarını elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Şekil 10 ve Şekil 11’ de güneş panelleri verilmiştir. Güneş panelleri, enerji dönüşüm esnasında herhangi bir yakacaktan yararlanmaz. Güneş panellerinde kullanılan yakıt güneş ışınlarıdır. Güneş panellerinin üzerine gelen ışık miktarı ile üretilen enerji miktarı doğru orantılıdır.



Şekil 10. Fotovoltaik paneller [25].

Yarı iletken olan malzemelerin güneş panellerinde kullanılabilmesi nedeniyle, yarı iletken olan eriyik malzeme içine, n ya da p tipleri katılarak güneş pili maddesi belirlenir. n tipi silisyumun sağlanması nedeniyle, silisyum eriyiğine periyodik cetvelin beşinci grubundaki fosfor eklenir. Silisyumun son yörüngesinde 4 elektron, fosforda ise 5 elektron vardır. Fosfor bir elektronunu kristal yapıya verir. Bu elektron verişinden dolayı periyodik cetvelin beşinci grubuna “verici” ya da “n tipi” katkı maddesi denir. p tipi silisyum elde etmek için, silisyum eriyiği içine periyodik cetvelin üçüncü grubundaki bir element (alüminyum, bor, indiyum vb.) eklenir.

Bu elementlerin üç elektronu vardır. Bir elektron eksik olduğu için kristal yapıda bir elektron eksikliği oluşur ve bu elektron eksikliği pozitif yük taşır. Şekil 12’ de fotovoltaik panellerin yapısı verilmiştir.



- | | |
|---------------------------|--------------------|
| A- Koruma Camı | D- n-tipi silisyum |
| B- Anti-reflektif kaplama | E- p-tipi silisyum |
| C- Üst kontakt grid | F- Alt kontakt |

Şekil 12. Fotovoltaik panellerin yapısı [27].

Bu elektron alışından dolayı bu elementlere, “alıcı” ya da “p tipi” katkı maddeleri denir. Elektronların bu biçimde tepkimeye girmeleri bir elektrik akımı meydana gelmektedir. Meydana gelen bu elektrik akımı, birçok iletken vasıtasıyla faydalanılacağı bölgeye transfer edilir. Güneş panellerinde meydana gelen elektrik

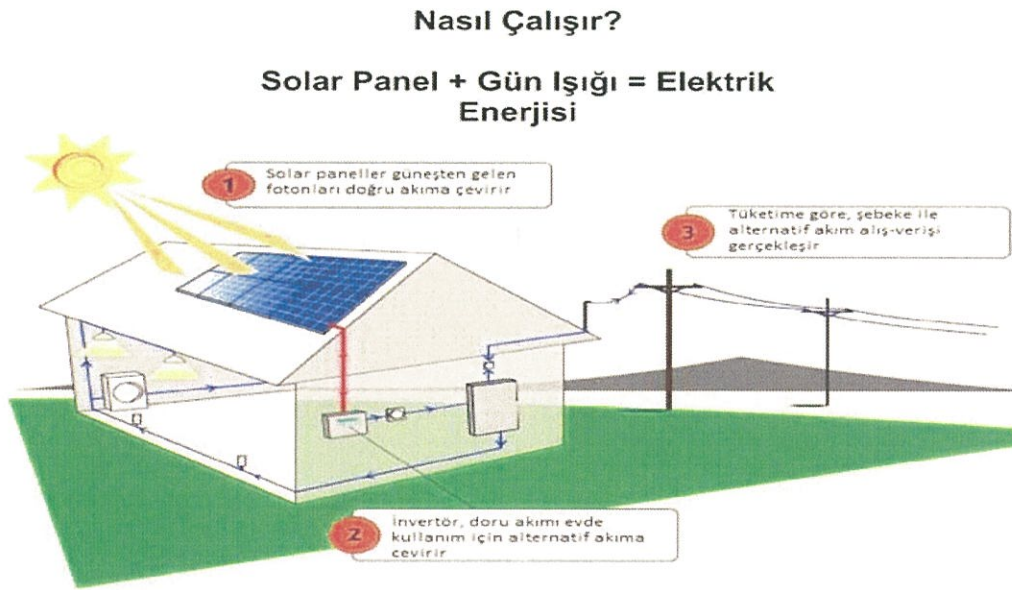
dalgasının gücü, güneş paneli yüzeyinin, absorbe ettiği güneş ışığı gücüne yakın değerdedir.

Fotovoltaik sistemler; şebeke bağlantılı sistemler ve şebekeden bağımsız yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Sistem

Şebekeye bağlı fotovoltaik sistemler, yüksek güçte santral boyutundaki sistemler şeklinde ve binalarda düşük güçte kullanım şekilleri bulunur.

Bu sistemlerde konutların elektrik ihtiyaçları karşılanır ve oluşan fazla enerji ise elektrik ağı tarafından değerlendirilmektedir. Yeterli miktarda enerjinin elde edilmediği zamanlarda ise, şebekeden enerji alınmaktadır. Şekil 13'de verilen şebekeye bağlı fotovoltaik sistem görülmektedir.



Şekil 13. Şebekeye bağlı fotovoltaik sistem [28].

Şebekeden Bağımsız Fotovoltaik Sistem

Güneşin olmadığı zamanlarda, kapalı havalarda ve gece vakitlerinde güneş enerjisinden faydalanmak ve güneş enerjisini depo etmek amacıyla sisteme akü yerleştirilir. Bu sayede gerekli elektrik enerjisi aküden sağlanır.

Fotovoltaik Sistemlerin Şebekeden Bağımsız Olarak Kullanıldığı Alanlar

- Deniz fenerlerinde kullanılır.
- Bina iç ve dış aydınlatma sistemlerinde kullanılır.
- Tarımsal sulama sisteminde kullanılır.
- Meteoroloji ve deprem gözlem istasyonlarında kullanılır.
- Yerleşim alanlarından uzaktaki yerlerde kullanılır.
- Haberleşme istasyonlarında kullanılır.
- Metal yapıların korozyondan korunmasında kullanılır.
- Petrol boru hatlarının katodik korunmasında kullanılır.
- Arazi sulama ya da evde kullanmak için su pompajı sisteminde kullanılır.
- Orman kollama kulelerinde kullanılır.
- İlk yardım ve koruma sistemlerinde kullanılır.
- Tıbbi sistemlerde kullanılır.

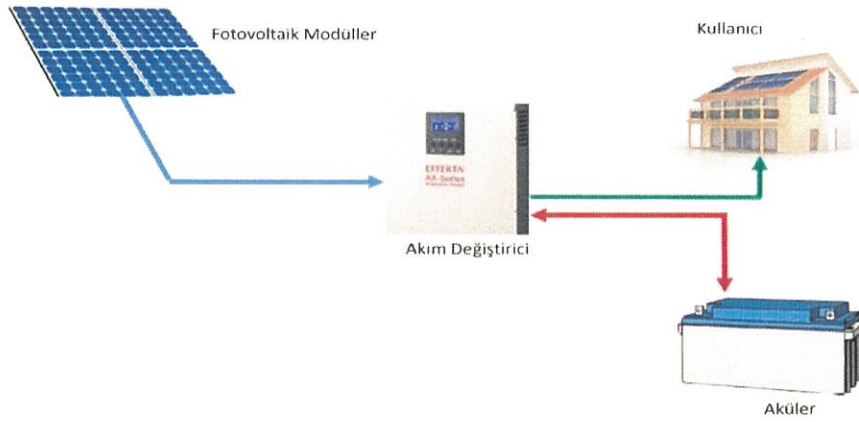
Şebekeden Bağımsız Fotovoltaik Sistem Elemanları

Akü Sistemi: Aküler, üretilen elektrik enerjisini depolar.

Akü Şarj Regülatörü: Güneş panellerinde gelen akımı, biçimlendirilerek aküye iletir. Akünün tamamen dolması ve fazla kullanılması durumunda, akünün boşalmasını engeller. Akü şarj regülatörleri, doğru akımla (DC) çalışan cihazlara gerilim verir.

Evirici Sistem: Güneş panellerinin ürettiği doğru akım (DC) enerjisini alternatif akım (AC) enerjisine çevirir.

Şekilde 14' de verilen fotovoltaik sistem elemanları görülmektedir.



Şekil 14. Fotovoltaik sistem elemanları [29].

Diğer Ekipmanlar

Güneş panelleri sisteminde kullanılması gereken diğer ekipmanlar kablolar ve sigortalardır. Panel sisteminde sigorta ve kablo seçimi önemli yer kaplar. Kablo seçiminde düşük gerilim seçilmelidir.

3.6 Fotovoltaik Panel Çeşitleri

- 1) Tek kristalli (monokristal) silisyum
- 2) Çok kristalli (polikristal) silisyum
- 3) İnce film
- 4) Amorf silisyum
- 5) Kadmiyum tellür
- 6) Bakır indiyum diselenoid

Tek Kristalli (Monokristal) Silisyum

Silisyum, fotovoltaik panelyapımında yaygın olarak kullanılan yarı iletken bir maddedir. Silisyum elektriksel, optik ve yapısal özelliklerini uzun süre koruyabilme özelliğine sahiptir. Monokristal pillerin verimi %15 civarındadır.

Çok Kristalli (Polikristal) Silisyum

Silisyum, saflaştırılarak polikristal silisyum elde edilir. Monokristal silisyum eritilerek, saf ve yarı iletken özellikte polikristal silisyum elde edilir. Polikristalin, güçteki verimi monokristale göre küçüktür. Ancak maliyet bakımından, polikristal, monokristale göre daha uygun maliyettedir.

İnce Film

İnce film fotovoltaik panelinde, tabakalar üzerine 1-2 mikrometre kalınlığında, üst üste yerleştirilen yarı iletken malzemeler kullanılmasıyla oluşan pilleridir.

İnce filmlili fotovoltaik panellerinin, bu şekilde dizayn edilmesi maliyeti düşürür. Bu piller, genellikle polikristal yapıdadır. Silisyumlu pillere kıyasla ince yapıdadır ve bu nedenle kullanımı kolay ve uygundur.

Amorf Silisyum

Amorf ve silisyum kristalinden, meydana gelen yarı iletken bir maddedir. Güç ihtiyacı az olan cihazlar için kullanılır.

Kadmiyum Tellür

Kadmiyum tellürün, soğurganlığı çok yüksek bir elementtir. Fotovoltaik pillerin yapısına alaşimsız olarak katılır.

Bakır İndiyum Diselenid

Bakır, indiyum ve selenyum elementlerinden oluşan yarı iletken maddelerdir. Diğer bir yöntem ise selenizasyon yöntemidir. Bakır indiyum diselenoid, çok yüksek soğurganlığa

sahip olması nedeniyle tercih edilmektedir.

3.7 Güneş Panellerinin Avantaj ve Dezavantajları

Güneş Panellerinin Avantajları

- Fotovoltaik panelleri kullanışlı ve verimlidir.
- Enerji üretimi bakımından üstün özelliklere sahiptir.
- Sigorta şirketleri tarafından sigortalanabilmektedirler.
- Merkezi (bir noktadan) enerji üretimi yerine dağıtılmış yerel enerji üretimi sağlanmaktadır.
- Elektrik şebekesi olmayan yerlerde elektrikten yararlanmayı sağlarlar.
- Uzun ömürlüdür.
- Ekonomiktir sadece kurulum maliyeti vardır.
- Riskli değildir sağlığa zararı yoktur.
- Yakıt maliyeti bulunmamaktadır.

Güneş Panellerinin Dezavantajları

- Verimleri düşüktür.
- Kış aylarındaki enerji üretimi, yaz aylarındaki enerji üretimine daha düşüktür.
- Gece enerji üretememektedir.
- Fotovoltaik paneller güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanarak ve yüksek verim elde etmek için %30 eğimli arazilere ve güneş ışını en verimli alacak açıyla yerleştirilip üzerine gölge düşmemesi gerekir.

3.8 Güneş Enerjisini Isıl Enerjiye Dönüştüren Sistemler

Güneş kolektörleri, yüzeyine gelen güneş ışınlarını ısı enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Güneş enerjisi ısıtma sistemleri;

- 1) Pasif ısıtma sistemleri
- 2) Aktif ısıtma sistemleri

3.8.1 Pasif Isıtma Sistemleri

Güneş enerjisiyle pasif ısıtma sisteminde, mekanik pompalama sistemi bulunmaz. Isıtma sistemi, güneşten aldığı ısıyı dağıtması ile gerçekleştirilir.

Güneş Enerjisi İle Pasif Isınma Sistemleri

- Güneş enerjisi yardımıyla mekân ısıtılması elde edilmektedir.
- Güneş enerjisi yardımıyla ısınan havanın yönünün değiştirilmesi yapılmaktadır.
- Güneş enerjisinin ısıl enerji olarak toplanması sağlanmaktadır.

Güneş Enerjisi İle Pasif Yapı Özellikleri

- Doğal havalandırma sistemi yapılmaktadır.
- Isı depolama sistemi yapılmaktadır.

Güneş Enerjisi Pasif Isıtma Sistemlerinde Kullanılacak Saydam Örtünün Yapısı

- Camlar binanın güneyine yerleştirilmelidir.
- Cam yapı ve teknik özellikleri iyi bilinmelidir.
- Isı kayıplarını önlemek için fazla cam yerleştirilmemelidir.

Trombe Duvar Uygulama Sistemi

- Trombe duvar uygulamaları, güneş enerjisinden aldığı ısı enerjisi ile ortamı ısıtır.
- Maliyet bakımından pahalıdır.

Sera Uygulama Sistemi

Isı kaybını azaltmak için sera uygulaması yapılır. Bina dış cephesine uygulanan sera ile dış hava sıcaklığı artırılarak, ısı kaybı azaltılır. Sera uygulaması bulunan saydam örtülerde, güneş enerjisinden aldığı ısıyla ortamın ısınması sağlanır.

Güneş Enerjisinin Depolanması

Güneş enerjisini depolama sistemindeki gaye, güneşin olduğu vakitlerde güneş enerjisinden yararlanmak ve güneş enerjisini depolamayı sağlamaktır. Depolanan güneş enerjisi ısı, güneşin olmadığı vakitte, ortamı ısıtmak için kullanılır.

3.8.2 Aktif Isıtma Sistemleri

Güneş enerjisinden faydalanılarak ısı enerjisi elde etmek için, güneş enerjisi kollektörleri kullanılmaktadır. Güneş enerjisi kollektörlerinin görevi; panele gelen güneş ışınını ısı enerjisine dönüştürmektir.

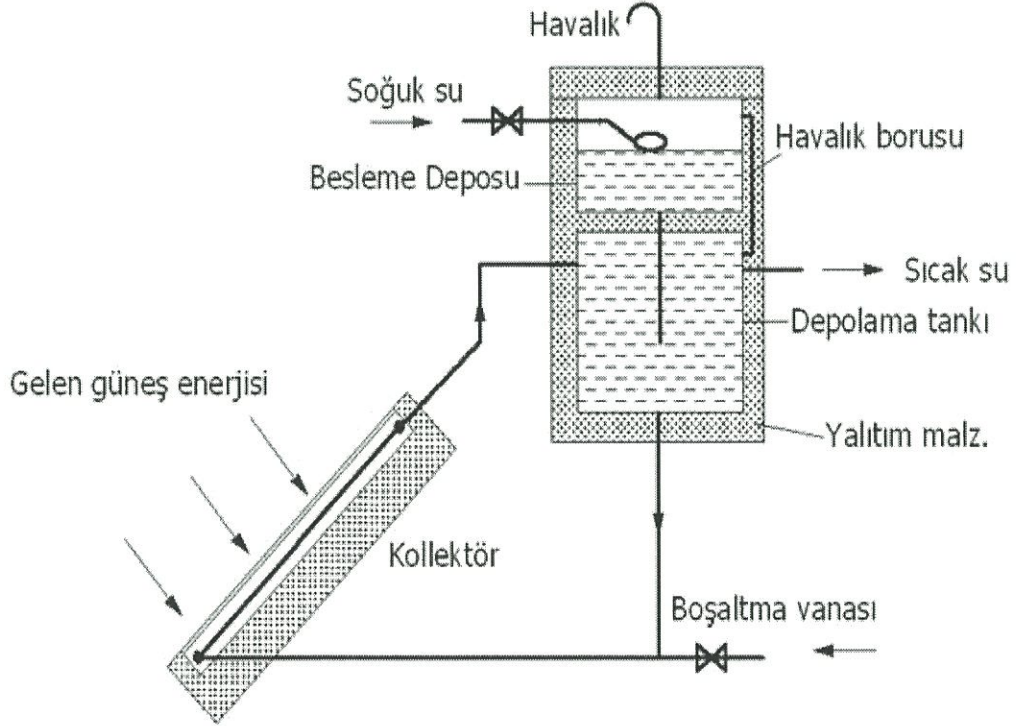
Güneş enerjisi kollektörlerinde oluşan ısı, ısıtma sistemlerine (zeminden ısıtma, cepheden ısıtma, kalorifer, vantilatör gibi) popalar yardımıyla taşınır.

Güneş Kollektörleri

Güneş kolektörleri, sıcak su ve ısınma enerjisini karşılamak için kullanılan sistemlerdir. Güneş kolektörleri; tabii dolaşıma sahip olan yöntemler, pompalı yöntemler, açık yöntemler ve kapalı yöntemler olarak dörde ayrılmaktadır.

Tabii (Doğal) Dolaşımli Sistemler

Tabii devirli sistemlerde, su kendiliğinden sistemde dolaşır. Temel prensip, ısınan suyun yoğunluğunun azalması nedeniyle su yükselir ve sistem içinde dolaşım bu sayede sağlanır. Şekil 15'de doğal dolaşımli sistemin sistem elemanları ve genel görüntüsü verilmiştir.



Şekil 15. Tabii dolaşımli sistemler [30].

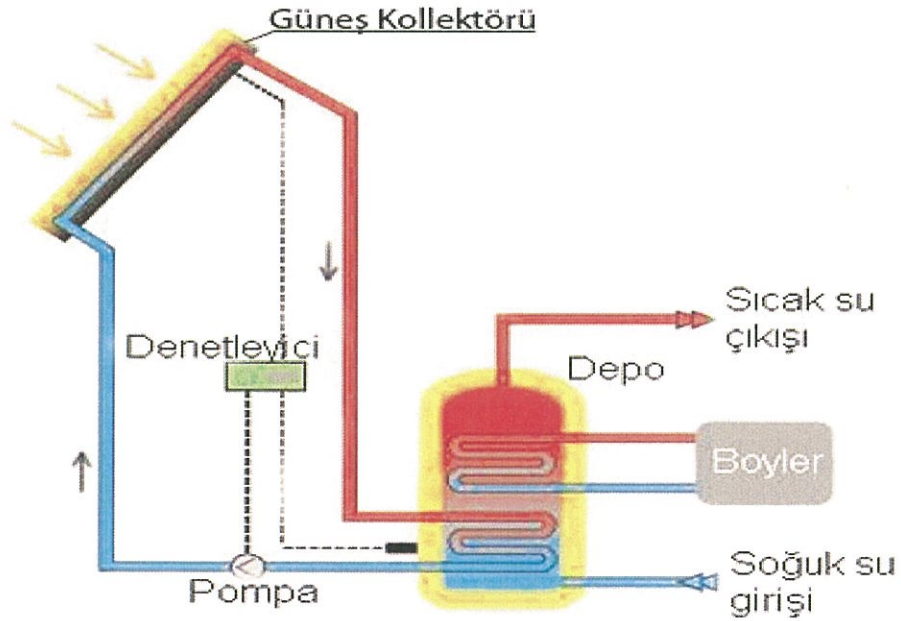
Kurulan sistemde depo, kollektörden en ac 30 cm yukarda olmadır. Deponun alt kısmından elde edilen su, kollektörde ısınarak yoğunluğu azalır ve su seviyesi yükselir. Yükselen su deponun üst kısmına ulaşır.

Bu şekilde dolaşım sayesinde suyun ısıtılması sağlanır. Bu sistemlerin maliyeti ucuzdur ve kapasiteleri düşüktür.

Pompa (Zorlanmış Taşınımlı) Sistemler

Pompa sistemli güneş kollektörlerinde, akışkan sistemde pompa yardımıyla dolaştırılır. Büyük sistemlerde, dolaşımın zor olması nedeniyle bu sistemler kullanılmaya başlamıştır. Bu yöntemler, kendiliğinden denetlenerek çalışmaktadır.

Kollektör çıkışına ve depo zeminine konulan denetleyici sensörler yardımıyla, belirli bir sıcaklığın altına düşen suyun sıcaklığını arttırmak için, pompa devreye girer ve sıcak suyu tekrar depoya alır. Depo ve kollektör çıkışındaki suyun sıcaklığı birbirine yakın değerlere ulaşınca, pompa su basma işlemini durdurur. Şekil 16'da pompa sistemli güneş kollektörünün şeması verilmiştir.



Şekil 16. Pompa (zorlanmış taşınımlı) sistemler [31].

Bu sistemlerde sensörler ve pompanın zaman zaman arıza yapması nedeniyle tabi dolaşımli sistemlere göre daha maliyetlidir ve işletilmesi zor bir sistemdir.

Açık Sistemler

Açık dolaşımli sistemlerde, kollektörde dolaşan su ile kullanım suyu aynıdır. Sıcak bölgelerde kullanılır. Açık sistemlerin en büyük dezavantajı sistemde dolaşan su, borularda kireçlenmeye ve korozyonun oluşmasına neden olur. Açık dolaşımli sistemlerin avantajları ise kapalı dolaşımli sistemlere göre verimleri yüksektir ve maliyetleri ucuzdur. Açık dolaşımli sistemlerin avantajları;

- Çok kısa sürede sıcak su elde edilir.
- Don olaylarının görülmediği yerlerde kullanılır.
- Kollektörlerde ısınan su doğrudan kullanıma hazırdır.
- Şebeke suyu kesilmesi halinde besleme deposu devreye girer.

Kapalı Devre Sistemler

Kapalı devre olan sistemlerde, ısıtma suyu ile kullanım suyu birbirinden farklıdır. Güneş kollektöründe ısınan su, bir ısı değiştirici sistem sayesinde ısı enerjisini, kullanım suyuna aktarır. Kapalı devre sisteminin genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Kollektörlerde dolaşan su, ısı değiştiriciden geçerek depodaki suyu ısıtır.
- Sistemde ısı değiştirici kullanılması nedeni ile verimleri düşüktür.
- Kireçlenme, donma ve korozyon oluşumu gibi durumlarla karşılaşmaz.
- Kapalı devre sistemlerde kullanılacak element olarak bakır ve alüminyum elementli sistemler kullanılır.
- Kullanım bakımından uzun ömürlüdürler.
- Kapalı devre sistemlerin maliyetleri, açık devre sistemlere göre daha pahalıdır.

Güneş Kollektörleri Sistemi İçin Gerekli Olan Temel Malzemeler

- Kollektörler
- Boyler
- Pompalar
- Üç yollu vanalar
- Sensörler

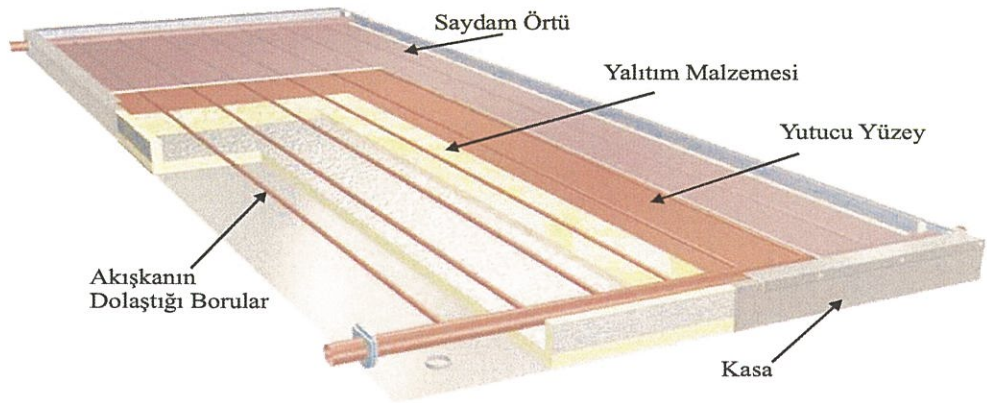
3.8.3 Güneş Kollektörü Çeşitleri

- 1) Düzlemsel yüzeyli güneş kollektörü
- 2) Vakumlu güneş kollektörleri
- 3) Odaklamalı (yoğunlaştırıcı) güneş kollektörleri

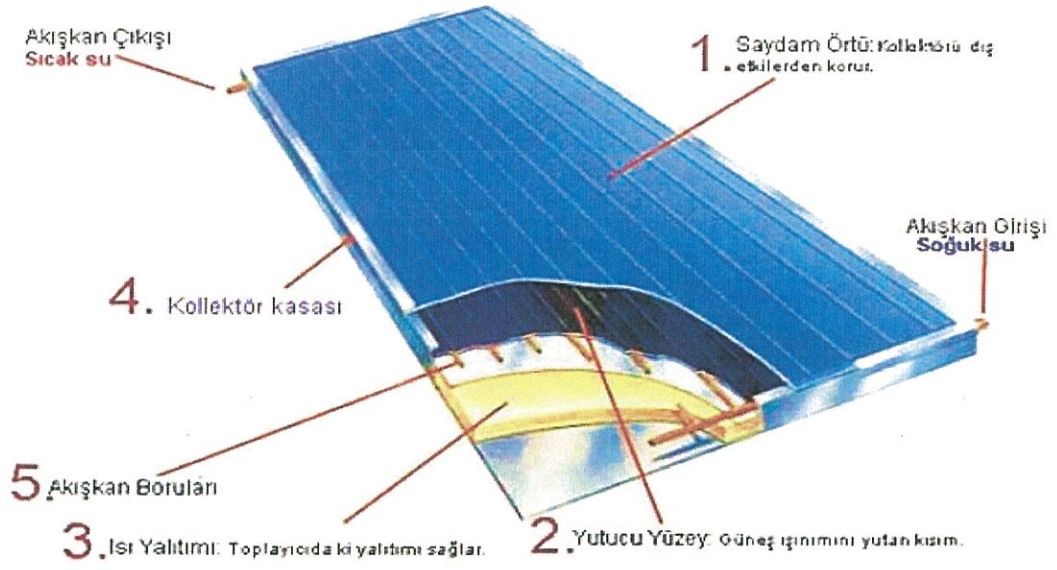
1) Düzlemsel Yüzeyli Güneş Kollektörü

Düzlemsel kollektörler, güneş enerjisini alarak bir akışkana aktaran ısı eşanjörleridir. Genellikle sıcak su ihtiyacı olan yerlerde su ısıtılması işleminde kullanılır.

Oluşan sıcak suyun, sıcaklık derecesi 70 °C ile 90 °C dereceleri arasındadır. Düzlemsel kollektörlerin yerleştirme işlemi esnasında, yerleştirilecek alanın güney yönünde ve bölgenin enlem acısına göre eğimli bir şekilde yerleştirilmelidir. Şekil 17 ve 18' de düzlemsel yüzeyli güneş kollektörünün şeması verilmiştir.



Şekil 17. Düzlemsel yüzeyli güneş kollektörü [30].



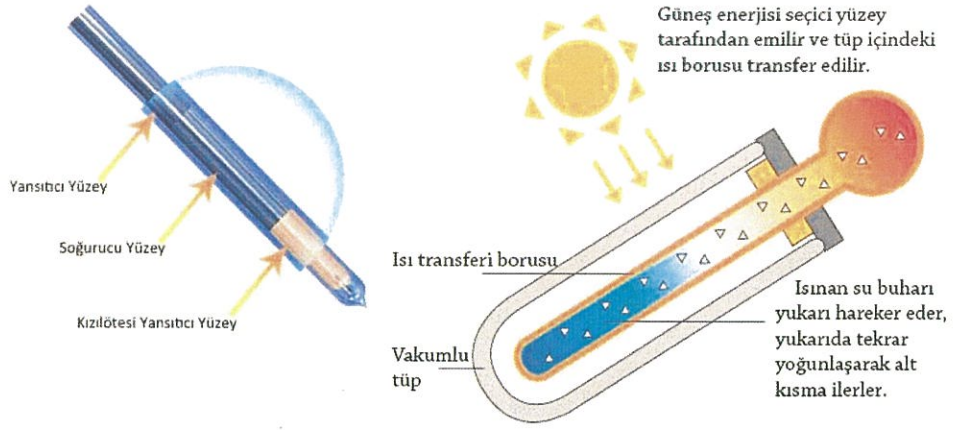
Şekil 18. Düzlemsel yüzeyli güneş kolektörü bölümleri [32].

2) Vakumlu Güneş Kollektörleri

Emici yüzey özelliğine sahip olan kolektörlerdir. Güneş ışınları, vakumlu yüzey tarafından emilerek güneşten elde edilen ısı enerjisi, tüp içindeki ısı borusuna transfer eder. Şekil 19’da ve 20’ de vakumlu güneş kolektörünün şeması verilmiştir.



Şekil 19. Vakumlu güneş kolektörü [33].

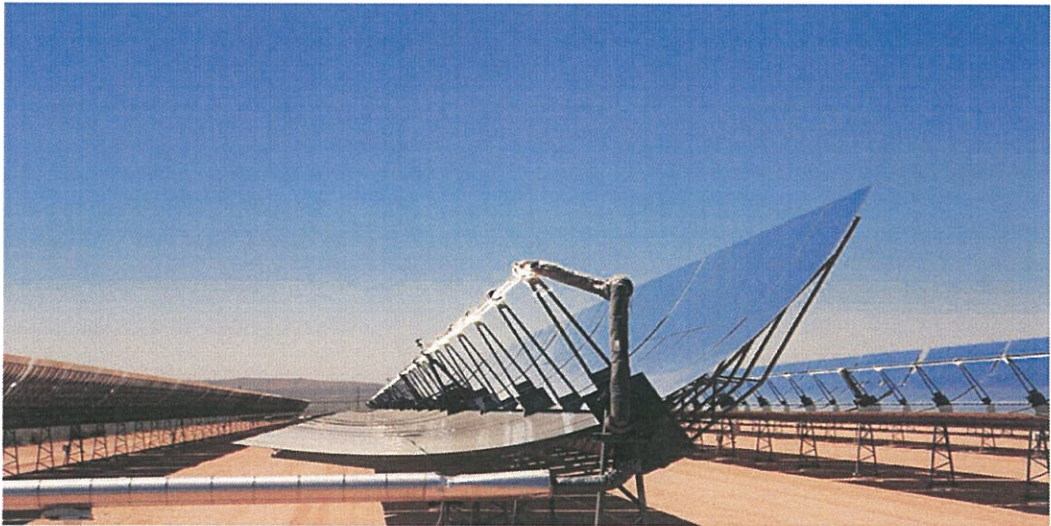


Şekil 20. Vakumlu güneş kolektörü [33].

Bu kolektörlerde vakum tüplerde elde edilen ısı, kullanım suyuna hemen aktarılır. Vakumlu tüplerin kullanılması sayesinde, yüksek sıcaklık değerinde ısı sağlanmış olur.

3) Odaklamalı (Yoğunlaştırıcı) Güneş Panelleri

Odaklamalı güneş kolektörleri, kendi arasında doğrusal odaklamalı ve noktasal odaklamalı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Şekil 21’de odaklamalı güneş kolektörünün şeması verilmiştir.



Şekil 21. Odaklamalı güneş kolektörü [34].

Doğrusal Odaklamalı Güneş Kollektörleri

Güneş ışınlarını çizgisel hat üzerinde odaklayan sistemlerdir. Bir akışkanın güneş kollektörü yüzeyine gelen güneş ışınlarından aldığı enerjiyi, bir ısı dönüştürücüsü ile turbo-jeneratör sistemine taşıyarak elektrik enerjisi üretilir. Yoğunlaştırıcı özelliğe sahip toplayıcıların kullanılması, güneş ışınlarından elde edilen enerji ile sıcaklık seviyesi yükselir. Isı kayıpları bulunan yüzeyler, küçültülerek toplayıcının veriminin artması sağlanır.

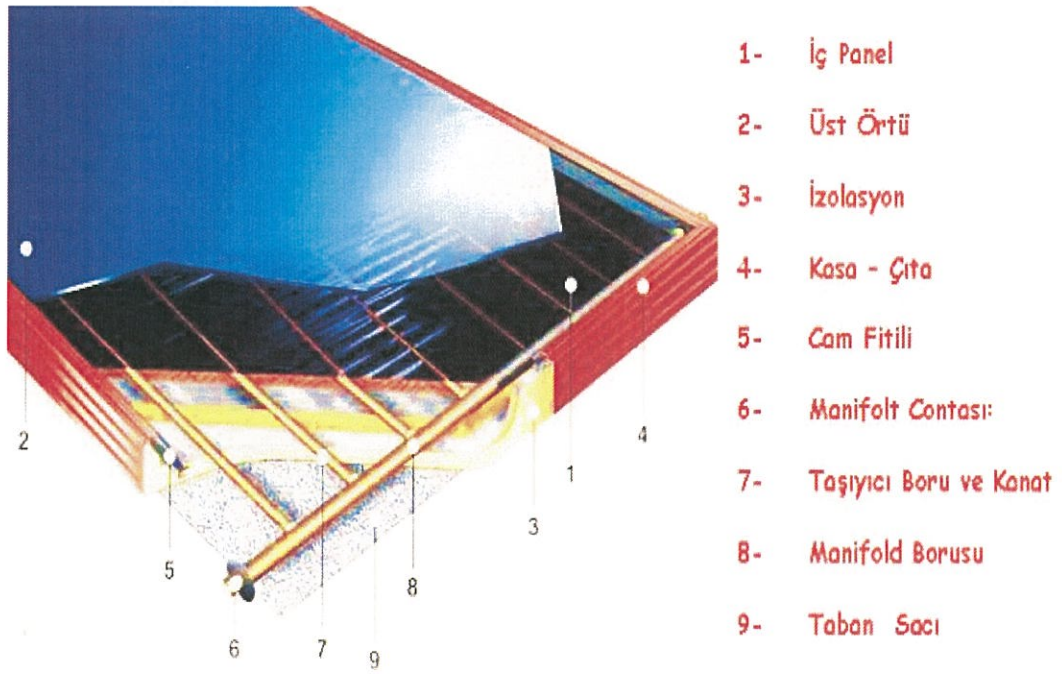
Noktasal Odaklamalı Güneş Kollektörleri

Noktasal odaklamalı güneş kollektörleri, güneşten gelen ışınları, heliostat yansıtıcılarının bulunduğu alanın ortasındaki kulenin başına odaklama işlemi yapar. Bu işlem sayesinde, yüksek ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmeyi sağlar.

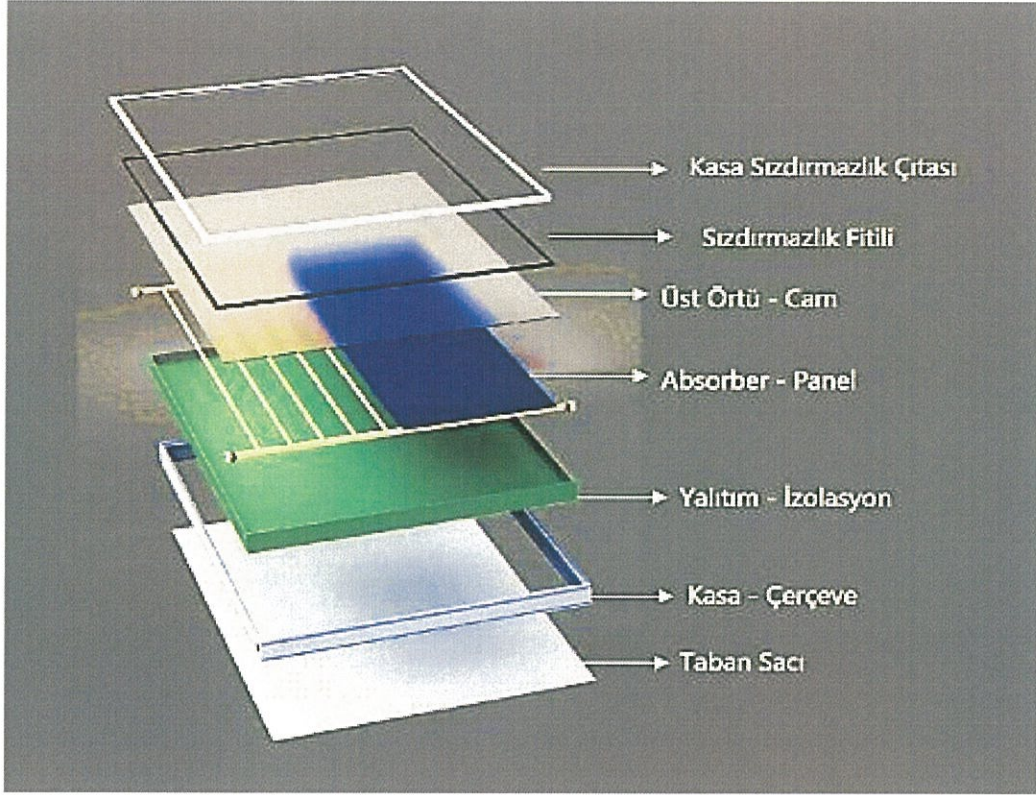
BÖLÜM 4

4. DÜZLEMSEL YÜZEYLİ GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNİN BÖLÜMLERİ

Genel olarak güneş kollektörleri, yüzeye gelen güneş ışınlarını farklı enerji ısı şekline dönüştüren sistemlerdir. Bu sistemi oluşturan elemanlar ise genel olarak; kollektör (toplayıcı) kasası, soğurucu plaka, saydam örtü, akışkan boruları, su deposu, vanalar, pompa, basınçölçer ve genişleme tankından oluşur. Şekil 22' de ve 23' de düzlemsel yüzeyli güneş kollektörünün şeması verilmiştir. Bu bileşenlerin önemli kısımları aşağıda anlatılmıştır.



Şekil 22. Düzlemsel yüzeyli kollektörün kısımları [35].



Şekil 23. Düzlemsel yüzeyli kollektör parçaları [36].

4.1 Kollektör Kasası

Kollektör kasasının, öncelikli görevi içinde bulundurduğu akışkan borularını ve soğurucu plakayı dış ortamdan ve iklim koşullarından korumaktır. Bununla birlikte içerisindeki sistem elemanlarına, bir ana şase görevi görür. Kollektör kasası olarak, metal ve plastik malzeme kullanılmaktadır. Kasanın yapısı, yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmalıdır.

Mor ötesi ışınlardan zarar görmemesi için genellikle boyanır. Kollektör kasasında en çok dikkat edilecek husus, akışkan borularının giriş ve çıkış yerlerinde sızdırmazlık sağlanmalıdır.

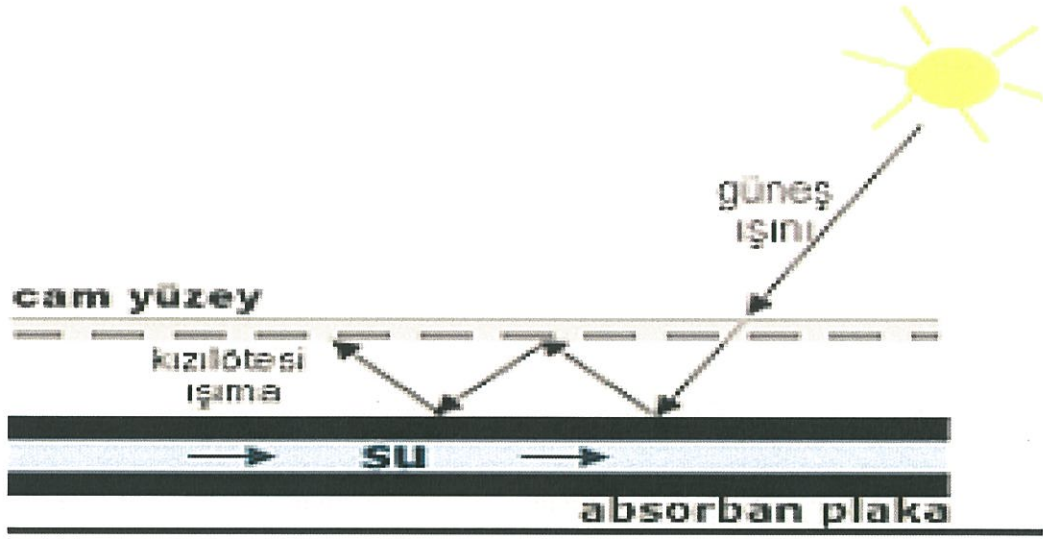
Kollektör Kasasında Aranılan Özellikler

- Kollektör kasası, kollektör içindeki malzemeye zarar vermeden taşınabilecek sağlamlıkta ve kalınlıkta olmalıdır.
- Kollektör kasası alüminyum, paslanmaz çelik, galvanizli çelik, plastik gibi çeşitli malzemelerden imal edilmelidir.
- Kasada kullanılan malzeme, özellikle eş değerdeki tür malzeme olmalıdır.
- Kasada kullanılan yalıtım malzemesinin, nemlenmesini engelleyecek sızdırmazlık özelliği olmalıdır.
- Kollektör giriş ve çıkış kısımlarında kasanın sızdırmazlığı edinmelidir.
- Kasa basınca karşı dayanıklı olmalıdır.
- Kasa yapımında kullanılan malzemelerin, ısıl genleşme katsayılarına dikkat edilmelidir.
- Kasa kollektörü sağlam bir şekilde taşınmalıdır.

4.2 Saydam Örtü

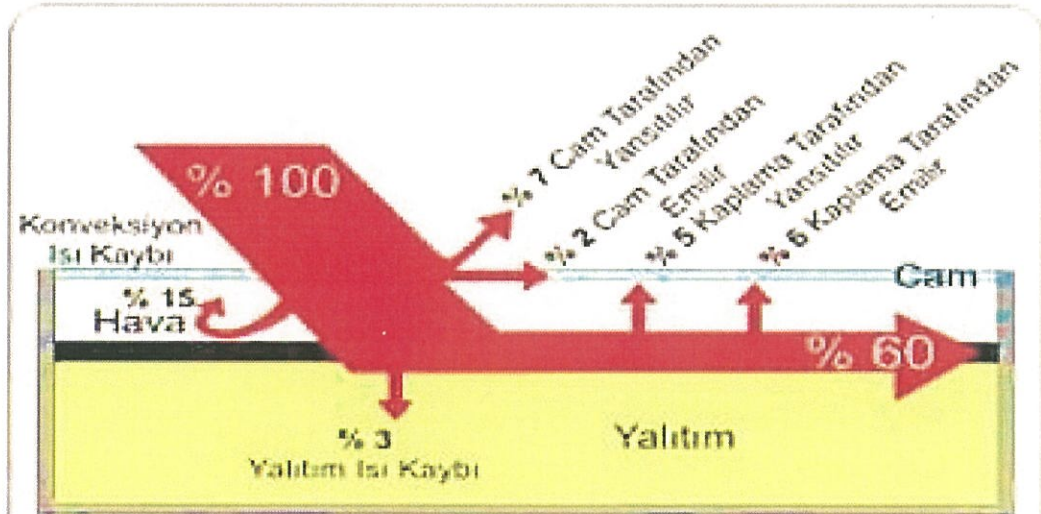
Saydam örtünün temel işlevi, kollektörden çevreye taşınım ile yapılan ısı kaybını en aza indirmektir ve güneş ışınlarını minimum oranda yansıtarak geçirmektir. Saydam örtünün diğer bir görevi ise; soğurucu yüzeyi doğal afet ve diğer faktörlerden korumaktır.

Soğurucu yüzeyden yansıyan ve çevreye yayılan ışınım, uzun dalga boyu özelliğine sahiptir. Bu özelliklerden dolayı saydam örtünün; kısa dalga boyu ışınımı geçirme katsayısı büyük olması gerekir. Soğurucu levhadan yansıtılarak çevreye dağılan uzun dalga boyu ışınımı geçirme katsayısı ise küçük olması gerekir. Şekil 24' de saydam örtünün şeması verilmiştir.



Şekil 24. Saydam örtü [37].

Saydam örtüsüne gelen güneş enerjisi ışınımının bir kısmı soğurucu yüzey üzerine gelir ve bu yüzey tarafından yutulur. Geriye kalan kısmı ise yüzeyden yansıtılarak çevreye dağılmaktadır. Şekil 25’de güneş ışınlarının saydam örtü üzerindeki etkisi verilmiştir.



Saydam örtü

Şekil 25.Güneş ışınlarının saydam örtüsü üzerindeki etkisi [38].

Yansıma sonucu saydam örtüye gelen ışınımın bir miktarı, yeniden soğurucu yüzeye yansır ve kalan miktar ise saydam örtüden geçerek ortama yayılır. Bu döngü sonucunda ısınan soğurucu yüzey enerjisinin bir kısmı, ısı taşıyıcı sistem ile akışkana iletilir ve geriye kalan enerji de iletim ve taşınım yoluyla çevreye dağılır.

Saydam örtüde kullanılan örtü malzemesi; yüksek geçirgenlik özelliğine, minimum derecede soğurucu ve yansıtıcı özelliklerine sahip olmalıdır. Güneş kolektörlerinde kullanılan üst örtü, 3mm-4mm'lik camdan veya saydam malzemeden yapılmalıdır. Aynı zamanda mor ötesi (ultraviöle) ışınlarına rağmen iyi saydam özelliğe sahip malzemeden imal edilmelidir. Kolektörde kullanılan üst örtünün, geçirgenlik özelliğinde bir azalma olmamalı ve refrakter özellikte olmalıdır.

Saydam plastikler, camdan daha dayanıklı olmasıyla birlikte elastiklik özelliğinde sahip olduğundan kolektör kullanımında tercih edilmelidir. Saydam plastiklerin dezavantajı, çizilmeye ve aşınmalara karşı daha düşük direnç özelliğine sahiptir. Kolektörde kullanılan örtü malzemesinin en önemli avantajlarından bir diğeri, kolektörün ısı kayıplarını en az seviyeye indirmesidir.

Saydam Örtüde Aranılan Özellikler

- Güneş ışınımının, büyük bir kısmını geçirmelidir.
- Sıcaklık derecesinin değişmesi ile değişiklik göstermemelidir.
- Uzun dalga boyu olan ısı ışınımını geçirmemelidir.
- En düşük 100 °C sıcaklığa dayanıklı olmalıdır.
- Kolay kırılmamalıdır.
- Aşınmaya ve çizilmeye karşı dayanıklı olmalıdır.
- Zaman ilerledikçe mor ötesi ışınımı nedeniyle bozulmamalıdır.
- Hafif ve ekonomik olmalıdır.

Cam: Güneş kollektörlerinde kullanılan camlar 0,3µm ile 3µm arasındaki kısa dalga boyu ışınımının büyük miktarını geçirme özelliğine sahiptir. Soğurucu yüzeyden yayılan 3µm ile 50µm arasındaki uzun dalga boyu ışınımını geçirme özelliğine sahiptir.

Yıpranmaya ve açılmaya karşı dayanıklıdır. Bu özellikleri nedeniyle camların saydam örtü olarak kullanılması tercih edilir. Camların, plastik esaslı saydam örtülere göre ağır olması ve kolay kırılmaları dezavantajdır.

Uygulama esnasında, düşük demir oksitli oranı % 0,05'den düşük olan temperli ve prizmatik camlar tercih edilir. Temperli malzeme kullanılmasının sebebi, kırılma esnasında kısımlara bölünerek zarar vermemesidir. Camlarda prizmatik malzeme tercih edilmesinin sebebi, üzerine gelen güneş enerjisi ışınımının yansıtma oranını düşürmektir.

Cam Lastikleri

Camı çerçeveye kolay sabitlemek için kullanılır. Bununla birlikte izolasyon sağlamak amacıyla da kullanılır. Hava şartlarına ve dış etkenlere karşı, dayanımlı yüksek özelliklerde üretilirler.

Kollektörde kullanılacak cam lastikleri, sıcaklık değişkenlerine ve UV ışınlarına karşı yüksek direnc göstermelidir. Kollektör çerçevesinin ve camının sıcaklık değişkenlerine bağlı olarak meydana gelecek genleşmeyi absorbe etmelidir.

Plastik Örtü

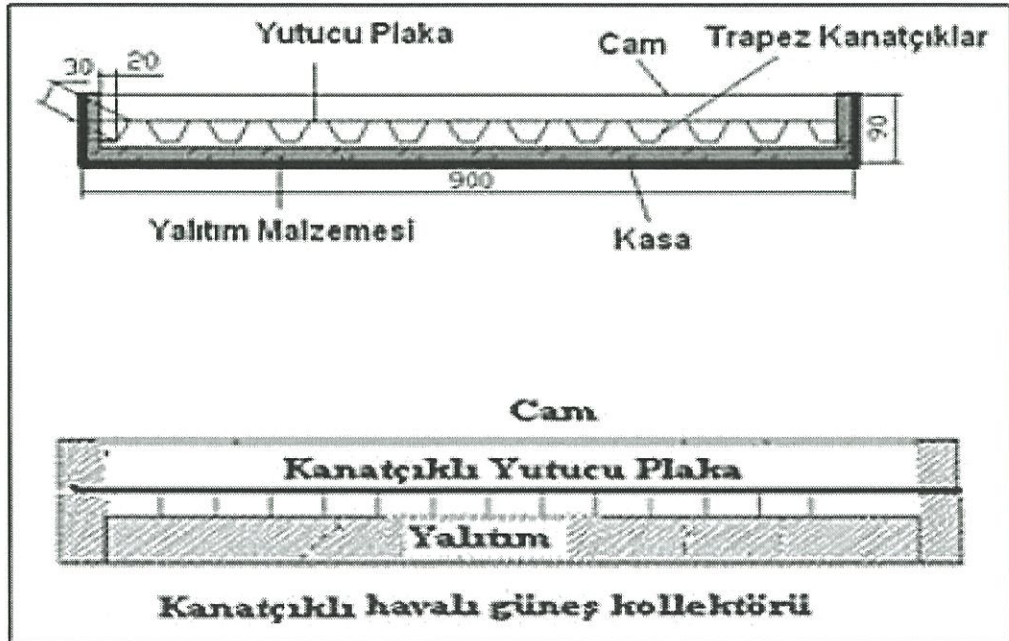
Plastik örtüler; teflon, poli-karbonat, akrilik, cam takviyeli plastik esaslı malzemelerden yapılır. En yaygın olarak kullanılan malzeme, plexiglastır. Plastik örtülerin, güneş enerjisinden gelen ışınları iletme özelliği yüksektir. Plastik örtüler camlara kıyasla ekonomik ve hafiftirler.

Plastik Örtünün Dezavantajları

- Yüksek sıcaklığa karşı dayanıklı olmaması
- Soğurucu plakadan yansıyan ışınımı iletme özelliğinin fazla olması
- Isıl genleşme katsayısının yüksek olması
- Aşınmaya karşı direnç özelliğinin düşük olması
- Mor ötesi ışıнімdan dolayı zamanla örtünün özelliği bozularak ışınımı geçirme oranında bozulmanın meydana gelmesi

4.3 Soğurucu Yüzey

Güneş kolektörlerinin en önemli kısımlarından biri soğurucu yüzeydir. Soğurucu plakanın görevi kolektöre gelen güneş ışınlarını ısı enerjisiye dönüştürür. Bu ısı enerjisi sistemde dolaşan akışkana aktarır. Soğurucu plaka düz toplayıcılarda alt kısımda ve üst kısımda tek manifold ile bu kısımların ortasına konulmuş akışkan boruları ve soğurucu plakadan meydana gelir. Şekil 26' da soğurucu plakanın şeması verilmiştir.



Şekil 26. Soğurucu plaka [39].

Çelik, bakır, paslanmaz çelik, alüminyum, DKP saç ve plastik gibi malzemelerden biri ile üretilir. Korozyona karşı dirençli bir malzeme seçilmelidir. Soğurucu plaka malzemesi seçiminde lehim ve kaynak gibi imalat özelliklerine, ısı iletiminin daha fazlası olması için dikkat edilmelidir.

Soğurucu plakanın, kollektöre gelen güneş ışınlarını daha iyi soğurması için koyu renklere veya genellikle siyaha boyanır. Kullanılan boyanın yutma katsayısının yüksek olması gerekir.

Soğurucu Yüzeyde Aranılan Özellikler

- Kollektöre gelen güneş ışınımını yutma niceliği üst değerde olmalıdır.
- Kollektöre gelen ışınımın uzun dalga boyu ve ısı ışınımı dağıtma niceliği az olmalıdır.
- Korozyona karşı yüksek direnç özelliğine sahip olmalıdır.
- Isı iletim katsayısı yüksek olmalıdır.
- Kullanılan soğurucu levha malzemesi ince olmalıdır.
- Kolay, uygulanabilir ve işlenebilirliğe sahip olmalıdır.

4.4 Isı Yalıtımı

Kollektörün arka tarafında olan ısı kayıplarını en aza düşürmek için kullanılır. Soğurucu plaka ile kollektör kasası arasına uygun şekilde yalıtım malzemesi yerleştirilerek yalıtım sağlanmalıdır. Kullanılacak yalıtım malzemesi, yüksek sıcaklığa dayanıklı bir malzeme olmalıdır. Poliüretan yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısı düşük olduğundan ve soğuk yalıtım malzemesi olması nedeniyle tek başına kullanılması tercih edilmez. Poliüretan yalıtım malzemelerinin kullanımı, soğurucu plaka tarafındaki kısma sıcak yalıtım malzemesi ilave edilerek kullanılmalıdır. Kollektörde kullanılan ısı yalıtımı, kollektör şiltesi ve kollektör levhasıyla birlikte kullanılmalıdır.

Kollektörde kullanılan yalıtım malzemeleri; cam yünü, poliüretan köpük, taş yünü malzemeleridir. Cam yünü ve taş yünü malzemelerinin, kullanılması durumunda dışarıya çıkan gazlar göz önüne alınmalıdır.

Dışarıya çıkan gazlar dikkate alınmadığında, gazların saydam örtüde birikmesine yol açar. Oluşan bu durumda, saydam örtü üzerine gelen ışınları geçirme oranında azalmaya neden olur.

Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranılan Özellikler

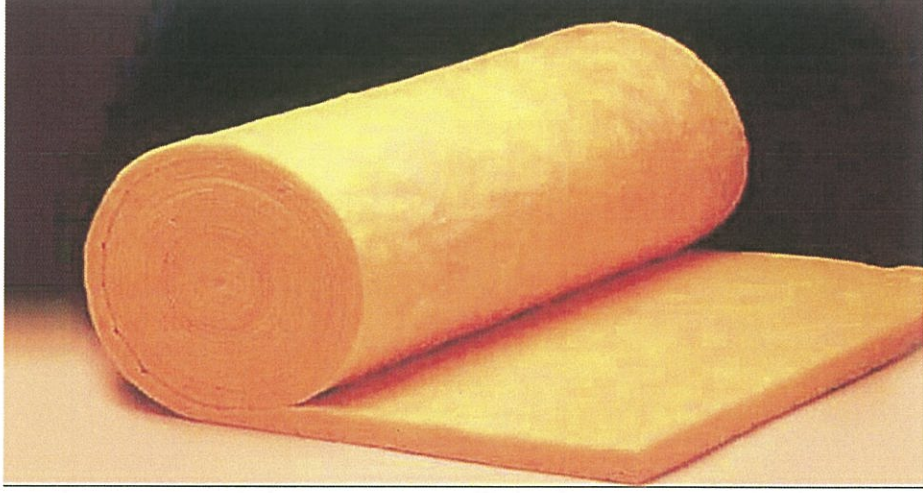
- Hava şartları ve dış etkenlerden etkilenmeyecek şekilde kaplanması gereklidir.
- Kullanılacak malzeme sıcaklığa dayanıklı olmalıdır.
- Neme karşı dirençli olmalıdır.
- Zamanla özelliğinde ve şeklinde bir değişiklik olmamalıdır.
- Yanmaya karşı dirençli olmalıdır
- Kullanılacak malzemenin ısı iletim katsayısı küçük olmalıdır.

Isı Yalıtım Sisteminde Kullanılan Malzemeler

Cam Yünü: Silis kumundan elde edilmektedir. Silis kumunun 1200°C - 1250°C değerleri arasında ergitilerek elyaf haline getirilmesi sonucu elde edilir. Kullanılma amacı; ısı yalıtımı sağlamak, ses yalıtımı sağlamak, akustik uygulama ve yangın afetinden korunmak için kullanılır. Şekil 27’de cam yünü görülmektedir.

Cam Yünü Teknik Özellikleri

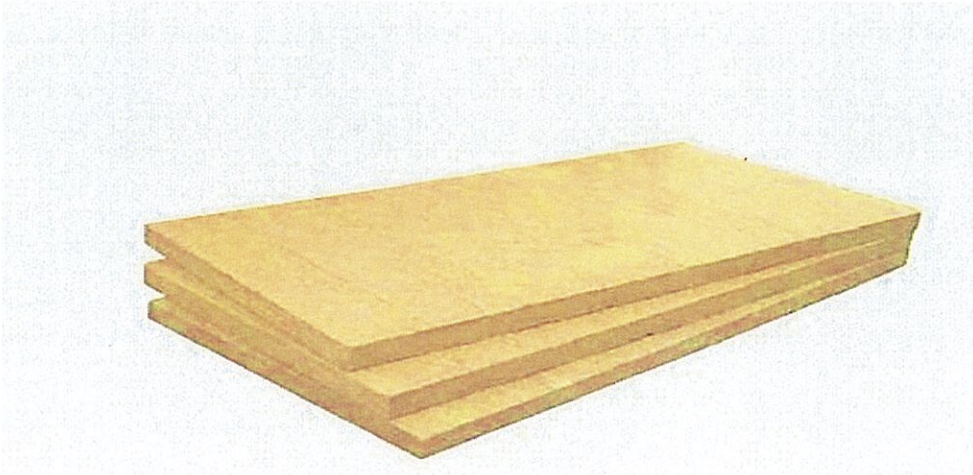
- A1 grubu yanmaz malzeme özelliğine sahiptir.
- Su buharı difüzyon direnci faktörü $\mu = 1$



Şekil 27. Cam yünü [40].

Taş Yünü: Kaya yünü olarak da bilinmektedir. Yanardağ taşlarından sağlanan bir izolasyon malzemesidir. Yanardağ taşlarının yüksek sıcaklıkta 1600 °C derece ve üstünde sıcaklıktaki ısıda eritilerek elyaf haline getirilmesiyle elde edilir. Nem etkisine dirençli olmalıdır.

Böceklenmez ve oksidasyona uğramama özelliğine sahiptir. Isı izolasyonu, ses izolasyonu, akustik tatbik ve yangın etkisini muhafaza etme amacıyla kullanılır. Şekil 28’de taş yünü görülmektedir.



Şekil 28. Taş yünü [41].

Taş Yünü Teknik Özellikleri

- A1 grubu yanmaz malzeme özelliğine sahiptir.
- Isı geçiş katsayısı $k=0.035\text{W/m-K}$
- Su buharı difüzyon direnci katsayısı $\mu= 1$
- Yoğunluk= 150kg/m^3

Poliüretan: Poliüretan köpük polyol, izosiyanat, şişirici gazlar ve katalizör hammaddelerinin karışımından elde edilir. Poliüretanın ısı geçirgenliği düşüktür.

Bir malzemenin ısı iletkenlik değeri, ne kadar küçük seçilirse, malzeme ısıyı o kadar az iletir. Isı yalıtım malzemelerinde, ısı iletkenlik değeri olabildiğince sifıra yakın olması tercih edilmelidir. Isı iletkenlik değeri küçüldükçe, malzemenin ısı yalıtım özelliği o kadar artar. Isı geçirgenlik katsayısı, malzemenin ısı iletim katsayısı ve ısı geçiş yönündeki kalınlığa bağlıdır. Isı yalıtım uygulamalarının amacı, ısı geçirgenlik katsayısı değerinin olabildiğince azaltılmasını sağlamaktır.

Isı geçirgenlik katsayısı değerinin azaltmak için ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı arttırılmalıdır. Bunun yanında ısı iletkenlik hesap değerinin de, daha küçük olan malzemelerden seçilmesi gerekir. Isı geçirgenlik değeri ile yapının ısı kayıp değeri orantılıdır. Şekil 29'da poliüretan görülmektedir.



Şekil 29. Poliüretan [42].

Poliüretanın Teknik Özellikleri

- B1 sınıfı zor alev alan yanma sınıfındadır.
- Isı geçiş katsayısı $k=0.028\text{W/m-K}$

4.5 Akışkan Boruları

Güneş enerjisinden soğurucu yüzey üzerine gelen enerjinin fazla miktarı ısı akışkanı borularına taşınırken toplayıcıda depolanır. Diğer kalan kısmı ise ısı transferi ile ortama dağılır. Boruların soğurucu yüzeye teması, imalat yöntemi yardımıyla birleştirilir. Borularda kullanılacak malzemenin, ısı iletim katsayısı yüksek olmalıdır. Genellikle boru malzemesinde; paslanmaz çelik, alüminyum ve bakır malzemeler kullanılır. Boru çapı 12 mm'den büyük seçilmelidir.

4.6 Conta Malzemeleri

Kollektörde kullanılacak conta malzemesi, kollektörün ömrünü uzatmak için kullanılır. İyi kalitede conta malzemesi kullanılmalıdır.

Düşük kalitede conta malzemesi kullanılması kollektörün erken bozulmasına neden olur. Contalar uzun ömürlü ve su geçirmezliğini sağlamalıdır.

4.7 Depo

Kollektörde kullanılan deponun amacı; çevrinen suyun ısınarak bir alanda birikmesini elde etmektir. Depo içerisindeki akışkan dolaşımı sürekli olduğundan debisi küçük olur. Depo ve kollektörde kullanılan su, sürekli dolaşım içinde olduğu için ısı kaybı düşüktür. Kollektörde kullanılan deponun kapalı devre de görevi; sistem içerisinde ısınan suyu bir yerde toplamaktır.

4.8 Kollektör Kasası

Kollektör kasasının görevi, kollektörü hava şartlarına karşı korumaktır. Kollektörün taşınması sırasında sarsılmasını önlemek ve kollektörü sabit tutmak için kullanılır.

4.9 Kollektör Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

- Kollektör eğim açısı bütün yıl verimli bir şekilde kullanılması için bulunduğu bölgenin enlem derecesi ile aynı olması gerekmektedir. Yaz mevsiminde kullanılacak kollektör, eğim açısı değeri paralel miktarından 15° derece düşük kış mevsimlerinde ise, paralel miktarından 15° yüksek değerlerde montaj işlemi yapılmalıdır.
- Zenit açısı değeri kış mevsiminde artmakta yaz mevsiminde de bu değer azalmaktadır. Olması gereken yönden 15° derece vibrasyon açısı yapması durumunda enerji kayıp oranı %6 civarındadır. Oluşan etkenler sebebi ile ideal açı uygulaması yapılmazsa, enerji kaybı fazla olur [6].
- Kollektörün alt tabanı zemin ile birleşik olmamalıdır. Eğer zemine bitişik olursa arkadan gelen rüzgâr, kollektöre direnç uygular. Bu durumda olumsuz etkiye neden olur. Bu sebeple kollektör, çatı zemininden en az 100 mm yükseklikte bulunması gerekir.
- Kollektörün montajı yapılacak olan tavanda havalandırma borusu varsa borunun bulunduğu yere göre kollektör yönü güneğe doğru ayarlanmalıdır. Ancak havalandırma borusunu ile aynı doğrultuda bulunmamalıdır. Aksi halde havalandırma borusunun gölgesi kollektör üzerine gelerek, kollektörün güneş ışınlımından faydalanmasını engeller. Kollektör montajı yapılacağı çatının; ağaç, bina ve diğer yükselteli binaların gölgeleri altında bulunmamalıdır.

- Kollektör giriş ve çıkış boruları birbirine eşdeğer uzunlukta olması gerekir. Bunun nedeni, basınç kayıplarını azaltmaktır.
- Isınan akışkandan herhangi bir hasarla karşılaşılması için, sistemden çıkan ısınan akışkan kısmına karıştırıcı vana yerleştirilmelidir. Boruların ısı kayıplarını engellenmesi için, izolasyon yapılmalıdır.
- Kollektör sisteminde, plastik veya galvaniz malzemelerden yapılan borular tercih edilmemelidir. Güneş enerjisi tesisatı işleminde, çelik malzemedan veya bakır malzemedan yapılan boru ve bağlantı parçaları seçilmelidir.
- Tesisatın işlev görmesi anında meydana gelecek havanın kolay tahliyesi için, boruların akışkanın akma doğrultusunda yaklaşık %1 açıyla yukarıya doğru meyil uygulanmalıdır.
- Zorlanmış dolaşimli sistemlerde, kollektör sisteminin zirve noktasında, meydana gelebilecek havanın dış ortama atılması için, otomatik hava panjuru yerleştirilmelidir.
- Tesisat yapım esnasındaki kullanılan boru çaplarının en düşük seviyede basınç kaybı oluşturacak şekilde seçilmesi gereklidir.
- Soğuk aylarda, maksimum sıcaklık değerinde sıcak su elde etmeyi sağlamak için kollektörlerin seri olarak ikili şekilde bağlanmaması gerekir.
- Kollektör grupları ve otomatik purjör sisteminden önce meydana gelecek arıza durumunda, küresel vana kullanılması uygundur.

BÖLÜM 5

5.GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNDE VERİM ARTTIRMA YÖNTEMLERİ

Güneş kollektörlerinde verim yükseltmek için bilinmesi gereken birçok kriterler vardır. Bu kriterler; kollektörün verimlilik eğrisi, kollektörün verimlilik açısı, kollektör içerisindeki suyun giriş sıcaklığı, kollektör içindeki suyun çıkış sıcaklığı ve kollektör üzerine gelen güneş ışınlarının şiddetidir. Bir güneş kollektöründe üretilen ısı enerjisi formülü denklem (5.1) verilmiştir.

$$Q_{su} = \dot{m}_{su} \cdot c_p \cdot (T_{su} - T_{\text{şebeke}}) [\text{kW}] \quad (5.1)$$

$$Q_{su} = \text{Isıl enerji (kW)}$$

$$\dot{m}_{su} = \text{Sıvının kütleli debisi (kg/sn)}$$

$$c_p = \text{Sıvının özgül ısısı (kJ/kg°C)}$$

$$T_{su} = \text{Akışkan sıcaklığı (°C)}$$

$$T_{\text{şebeke}} = \text{Şebeke sıcaklığı (°C)}$$

Güneş kollektörlerinin verimi farklı kriterlere göre yani kollektörde tek cam kullanılması, bakır boru tercih edilmesi kollektör yüzeyinin selektif olması gibi özelliklere bağlı olarak değişiklik gösterir.

Kollektör verimini etkileyen en önemli sebepten biri, kollektörün sıcaklığı ile çevre sıcaklığı arasındaki farktır. Kollektör sıcaklığı ile çevre sıcaklığı arasındaki sıcaklık değerinin farkının artmasıyla kollektörün verimi azalmaktadır.

Güneş enerjisi uygulamalarında, doğru ve uygun malzemelerin seçilmesi kollektör verimini artırır. Güneş enerjisi uygulamalarındaki amaç; yüksek verim ve düşük maliyeti sağlayabilmektir.

Sıvı akışkanlı kollektör sistemlerinin verimi hava akışkanlı kollektör sistemlerinden daha yüksek verime sahiptir. Aynı zamanda kollektör imalatları kolay ve maliyet açısından ekonomiktirler.

Ancak sıvının donma tehlikesi nedeniyle, korozyona uğraması ve sızdırmanın oluşması gibi sorunlara neden olur. Hava akışkanlı kollektör sistemlerinin avantajı, daha uzun ömürlü ve daha hafif olmalarıdır. Dezavantajı; uygulamaları esnasında yapımları zordur. Bununla birlikte tozlanma ve sızdırma gibi sorunlarla karşılaşmaktadır.

Kollektörlerin birbirleri ile birleştirilme biçimleri, kollektörde toplanan enerjinin ısı enerjisine dönüşme miktarının değişmesine neden olur. Birbirine seri bağlı olarak bağlanan kollektörlerde, basınç kaybının az olması ve pompa gücünün küçük olması gerekir. Çünkü akışkanın kollektöre giriş sıcaklık değeri kollektör sayısı ile orantılı yükseldiğinden, sistemin verimliliği kollektör sayısı ile orantılı azalır. Bu nedenle, dörtten fazla kollektörün birbiri ile seri bağlanmaması gerekir.

Birbirine paralel bağlı şekilde olan fazla sayıdaki kollektörde kullanılan dağıtma borusunun çap değeri yeterince büyük değilse veya her kollektöre giriş işlemi için bağlantı borusunun çap değeri değiştirilmiyorsa, ara bölümde bulunan kollektörlerde kısa devre olmuş olabilir. Bu nedenle de fazla miktarda kollektör paralel bağlama şeklinde bağlanmaz.

Kollektör uygulama sistemlerinde, belirli bir yüzeye konulan kollektörlerin birbirleri üzerine gölge düşürmemesi için; kollektör eğimlerine bağlı olacak şekilde aralarında belli bir mesafe bırakılmalıdır. Borularda meydana gelen basınç yitimi, yatırım yapmada ve bakım sürecinde fazla miktara yol açar. Kollektörde kullanılan büyük çaplı boruların yüksek maliyete sebep olmasının nedeni; boru imalatı esnasında daha fazla malzeme kullanılmasıdır.

Oluşan enerji kayıplarının önemli bir kısmı da borularda oluşmaktadır. Borularda uygulanacak izolasyon malzemesi kalınlığı 3 mm kalınlığında olması gerekir. Boru çapı ölçüsü 30 mm değerinden fazla bir değer olduğu zaman, kullanılacak yalıtım

malzemesinin kalınlığı boru çapı ile eşdeğer olmalıdır. Bununla birlikte bütün bağlantı elemanlarına yalıtım uygulaması yapılmalıdır.

Kollektörde kullanılan yardımcı devre elemanlarının görevi; sistemin daha iyi çalışmasını ve daha iyi sonuç vermesini sağlar. Bu elemanlar; fark termostatu, su filtresi, genişleme deposu, rezervuar, hava akıtma fiskiyesi, su akıtma valfi, ısı değiştirici çek valfi, emniyet ventili, dolaşım pompası elemanlarını içerir.

Fark termostatının görevi, pompalı sistemlerde kullanılan kollektörle depo aralığındaki sıcaklık farkı değeriyle sınırlı bir şekilde su devir pompasını çalıştırmasını ve durdurmasını sağlar. Aynı zamanda kollektörde biriken ısı enerjisinden kaliteli sonuç verebilecek şekilde depoya taşınmasına yarayan elektronik bir denetim aygıtıdır.

Genişleme deposunun görevi; ısı dönüştürücü metotlarda ısıyı iletme ve akışkanın ısınmasıyla oluşan hacimce genişmeleri karşılayabilecek büyüklüğe sahip elemandır. İki devreye sahip su ısıtıcılarında, ısı toplama kapalı devresinde, sistemde oluşabilecek en az sıcaklık değerleri ve en fazla sıcaklık değerleri arasında farklılık oluşur. Bu değerler aralığındaki yöntem basınçları hesaplanır. Genişleme deposu, en fazla çalışma sıcaklık değerinde oluşacak, akışkanın hacimce genişmesini engelleyebilecek şekilde olmalıdır. Ayrıca sistem soğuk olduğunda gereken en düşük seviyedeki basıncı sağlayabilecek biçimde tasarlanmalıdır.

Soğuk iklimlerde ve kış mevsimlerinde, kollektördeki akışkanın donmasını engellemek için; kollektör dolaşım sisteminin sıcak su dolaşım sisteminden ayrı olması gerekir. Bu uygulamada güneşten alınan enerji, ısı değiştiricisi ile iletilir. Isı değiştiricisi türünün tercihinde ve tasarımında aşağıdaki kriterlere dikkat edilmelidir:

- Isıyı aktarmada etkin olmalıdır.
- Basınç düşmesi, güç, tüketimi ve debi özelliklerine bakılmalıdır.
- Fiziksel dizayn, biçimi, boyut ölçüleri, üretildiği malzeme özelliklerine bakılmalıdır.
- Maliyet açısından ekonomik olmalıdır.

- Kolay bulunabilmelidir.
- Kullanma suyu ile ısı taşıyıcı akışkanın karışmasından korunmak için ısı derecesine dikkat edilmelidir.
- Muayene, bakım ve onarım kolaylığı sağlamalıdır.
- Yöntemin farklı ekipmanlar ile malzeme uygunluğu göstermelidir.
- Yöntemin uygulama sıcaklık değeri, debi, akışkanın ısıl karakterleriyle ısı yöntemi sağlamalıdır.

Hava boşaltma elemanın görevi; sistemde toplanan ve belirli bir seviyeye ulaşan havayı dış ortama atmayı sağlar.

Su doldurma ve su dökme vanasının görevi; sistemde su doldurma işlemi ve sistemin suyunu boşaltmayı sağlayan elemandır. Su filtresinin görevi; sistem içerisine giren suyun içindeki kir, pislik gibi yabancı maddelerin sisteme karışmasını engelleyen tesisat elemanıdır.

Zorlanmış dolaşimli güneş kolektörlerinde, akışkanın kolektör sisteminde ısı değiştiricilerin içinde dolaşmasını sağlamak için, santrifüj pompa kullanılması uygundur. Santrifüj pompaların tercih edilmesi, pozitif iletimli pompalarla kıyaslandığında daha fazla avantajlıdır. Bunlar;

- Devre elemanlarının akış sırasında tıkanması durumunda santrifüj pompa, akışkan dolaşımını durur. Bu yüzden sistem basıncı yükselmez ve devrede bulunan parçalar ve pompa zarar görmez.
- Su ısıtıcı sisteminde sıcaklık değerinde artış olduğu anda, akışkanın viskozite özelliği düşer, viskozitenin azalması santrifüj pompasının basma gücünde yükselmeye sebep olur ve nedenle akışkan debisi yükselir.
- Debi değerinin yükselmesiyle akışkana daha fazla ısıl enerji transfer edilir. Bu durum kolektör verimini arttırarak, sistemin ısıl performans değerini yükseltir.

Güneş kolektörünün verimi; elde ettiği kullanılabilir enerji miktarının, kolektör üzerine düşen güneş enerji miktarına oranıdır.

Güneş kolektöründe verim artırmak için;

- Kolektör üzerine gelen güneş ışınımının büyük bir kısmı kolektör tarafından yutulmalıdır.
- Isı kayıplarını minimum değerde tutmalıdır.
- Kolektörün absorbe ettiği ısıyı, kolektör içerisindeki akışkana maksimum değerde iletmelidir.

Güneş kolektörlerinde verimi etkileyen önemli etkenler; soğurucu plaka, soğurucu yüzey, kanalların biçimi, boru merkezleri mesafesi, kasa malzemesi, izolasyon, kolektör kaplaması, kolektör meyili ve kolektör doğrultusudur. Güneş kolektörlerin de verimi arttırmak için yapılan bazı çalışmalardan aşağıda anlatılmıştır.

5.1 Güneş Kolektörlerinde Soğurucu Yüzeyin Verime Etkisi

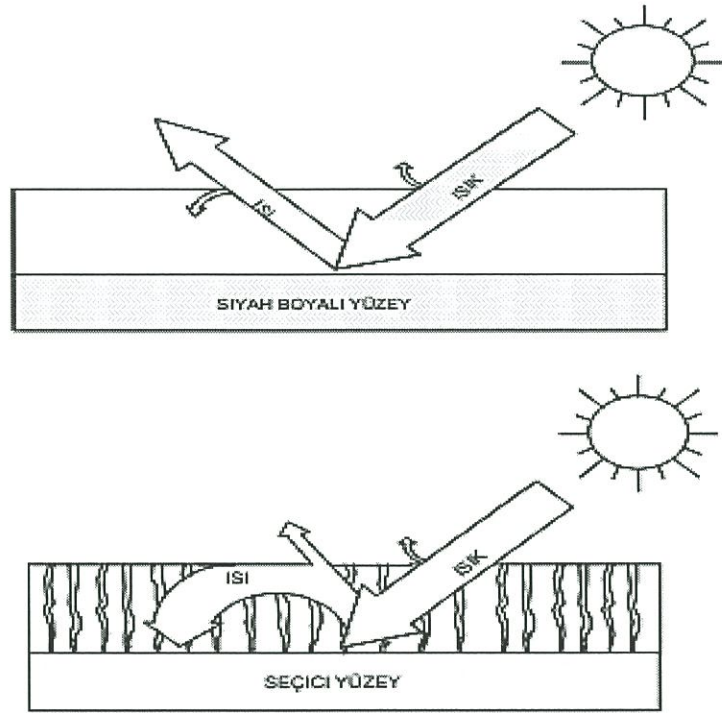
Soğurucu yüzey kaplamalarının temel amacı, güneş ışınımını en iyi şekilde soğurmak ve soğurulan güneş ışınlarını ısı enerjisiye dönüştürmektir. Soğurucu plaka kolektör üzerine gelen ışınları ısı enerjisiye çevirir ayrıca bu ısı enerjisinin akışkana iletilmesini sağlar. Soğurucu plakanın ve taşıma kanallarının, aynı tür malzemedan üretilmesi gerekir. Bunun nedeni farklı türde malzeme kullanıldığında, korozyon ve nem birikmesi gibi olumsuz sonuçlar meydana gelir.

Kolektör verimi, soğurucu yüzeyde kullanılan plakanın kalınlığının artmasıyla artmaktadır. Bu sebeple soğurucu yüzey kalınlığının bakır elementi için 0.3-2.5 mm değerinde olması gerekir. Alüminyum elementi için de 1.5-2.5 mm arasında bir değerinde olması gerekir.

Kolektör veriminin, soğurucu plakanın kalınlığının artmasıyla artması, maliyetin artmasına neden olur. Bunun için kullanılacak soğurucu plakanın en uygun kalınlık değeri; alüminyum elementi için 2 mm, bakır elementi için 1.8 mm ölçülerinin kullanılması uygundur.

Yapılan çalışmalara bakıldığında bakır malzemeden üretilen güneş kolektörlerinin verimleri daha yüksektir.

şekil 30'da siyah renge boyalı ve seçici yüzeyli plakalarda güneş işinımının yutulması ve ısı işinımlarının nasıl yayıldığının şeması verilmiştir.

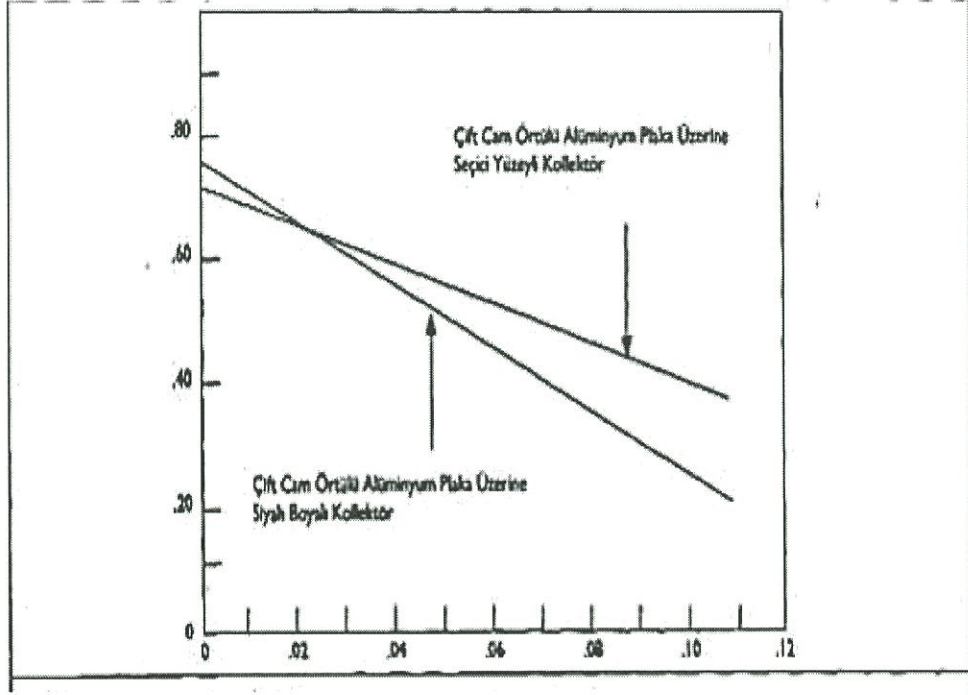


şekil 30. Siyah renge boyalı ve seçici yüzeyli plakalarda güneş işinımının yutulması ve ısı işinımlarının yayılması [43].

Son yıllarda yapılan araştırmalara göre kolektör firmaları plastik soğurucu plaka kullanmaktadır. Plastik soğurucu levhalar, düşük sıcaklık değerlerinde kullanmak için seçilmektedir. Plastik soğurucu plaka, düşük ısı iletimi değerine sahiptir.

Bu nedenle soğurucu levha ile sıvı arasındaki ısı transferi değerinin düşük olması, verimliliği azaltmaktadır.

Şekil 31’de seçici yüzey ile siyah boyalı seçici yüzeyin verim değişimi şeması verilmiştir.



Şekil 31. Seçici yüzey ile siyah boyalı seçici yüzeyin verim değişimi [7].

Kollektörün verimi, yutucu yüzey kaplamasına, yutucu yüzey geometrisine ve yüzey için seçilen malzemenin özelliğine bağlı olarak değişir. Bu yüzeyin üretiminde kullanılan malzemeler; bakır, alüminyum, paslanmaz çelik, sac, plastik gibi malzemelerdir.

Çelik elementi, piyasada kolay bulunabilir fakat korozyona karşı direnci düşüktür. Seçilen malzemede dikkat edilmesi gereken bir diğer özellik, lehim veya kaynak yapılabilme özelliğini sağlamalıdır.

Bakır elementine lehim işlemi uygulamak kolay ancak maliyetlidir. Alüminyumun elementinin ise farklı bir metal ile lehim veya kaynak işlemi uygulanması zordur.

Soğurucu yüzey kaplamalarının görevi, güneşten gelen ışınımını en iyi seviyede soğurmak ve güneşten gelen ışınımı ısı enerjisiye çevirmektir. Soğurucu yüzey kaplamalarında; siyah mat boya ve seçici yüzeyler kullanılmaktadır.

Soğurucu yüzeyde aranması gereken en önemli özellik, kısa dalga boylu radyasyonları soğurma oranı fazla olması, uzun dalga boylu radyasyonu yansıtma oranı küçük olmalıdır. Kollektör toplayıcılarında iki türde soğurucu yüzey kullanılır.

- 1) Siyah yüzeyler
- 2) Seçici yüzeyler

5.2 Siyah Yüzeyler

Siyah yüzeyler, güneşe dayanıklı yüzeylerdir. Mat siyah boya ile soğurucu yüzeyin boyanmasıyla elde edilir.

Siyah yüzeylerin kısa dalga boylu ışınımını yutma oranı büyük ve ısı ışınımını yayma oranı yüksektir ($\epsilon=0,90\sim 0,95$). Siyah yüzeyler tüm dalga boyundaki gelen ışınımın tamamını yutma özelliğine sahiptir.

Siyah yüzeyler güneş enerjisinden gelen ışınımın bir bölümünü ışınımın yüzeye gelme açısına bağlı olarak yansıtır. Beyaz boyanın ışınım yutma katsayısı çok küçük ve ışınım yayma katsayısıda yüksektir. Bundan dolayı yaz mevsiminde ve sıcak iklim olan bölgelerde evlerin dış cephelerinin beyaz renge boyanması evlerin daha az ısınmasını sağlar.

Siyah yani mat boyanın güneş ışınımını yutma değeri yüksektir. Bu değer % 90 ile %98 değerindedir. Bir diğer özelliğide yayıcılık miktarı yüksek olup % 85 ile %92 değerindedir. Yüzeyde kullanılan boyalar yalnızca atmosferik koşullara karşı koruyucu özelliğe sahiptir. Seçici yüzey kaplamalarının amacı, kısa dalga boylu ışınımın büyük bir kısmının yutulması ve bununla birlikte uzun dalga boylu ışınım yayıcılığının en az seviyeye düşürmektir.

Bu nedenle plaka sıcaklığı değeri yükseltilerek akışkana daha fazla ısı transferi sağlanır. Seçici yüzeyler sıcaklık değerinin yükselmesinde daha az bir değerde ışıınım yayarlar, bu nedenle kollektör veriminin artmasını sağlarlar.

Siyah yüzey, güneşten gelen ışıınım için gerçek soğurucudur. Çünkü üzerine gelen tüm dalga boylarını özelliğine sahiptir. Fakat gerçek maddelerdeki yüzeyler, ışıınımın bir miktarını geliş açısına bağlı olarak yansır. Siyah bir madde, ısıl ışıınım için de gerçek bir yayıcı özelliğine sahiptir. Siyah boya olarak genellikle polyester, akrilik ve epoksi reçine niteliğinde mat boya kullanılır. Mat siyah boyalardaki içerik malzemeleri ve bağlayıcılardaki organik kökler, yüzeyin seçici özelliklerine zarar verir. Bu nedenle boyalar, sadece atmosferik şartlara karşı koruyucu özelliğine sahip olmalıdır.

Boyaların içeriğindeki pigment malzemesi, kuruma esnasında polimerize olan organik bir yapıştırıcı ve boya filminin kolay sürülme işlemini sağlayan çözücü maddelerden oluşmaktadır. Kuruma işlemi sırasında, çözücü uçar ve pigment yapıştırıcı 0.025 mm -0.0075 mm kalınlık ölçülerinde bir film tabakası oluşturur.

Yapıştırıcı maddesi uzun ömürlü olmalı ve çalışılan sıcaklık değerlerine karşı refrakter özellikte ve dayanıklı olmalıdır. Güneş enerjisi uygulamalarında, kullanılan yapıştırıcı, yüksek performans gösterme özelliğinde olmalıdır. Siyah pigment malzemesi olarak, çoğunlukla karbon siyahı malzeme kullanılmaktadır. Karbon siyahı malzemesinin tercih edilmesinin başlıca nedenleri; siyah renkte olması, maliyetli olması ve dayanıklılık özelliklerine sahip olmasıdır. Bu özellikler, güneş ışıınımının iyi bir şekilde yutmasının yanı sıra, boya filminin seçicilik özelliği olmaması nedeniyle ışıınımı yayma oranı yüksektir.

Boya sürme işleminde 0.0013 mm – 0.0025 mm kalınlığındaki çok ince filmler şeklinde sürülmesinin amacı yüzeye gelen güneş ışıınımının iyi bir şekilde yutulmasını sağlamaktır. Bununla birlikte ısıl ışıınıma karşı saydam bir malzeme özelliği gösterirler.

Secici yüzeyler, pigment malzemesinin yüksek oranda ışıınım yutma özelliği ile alüminyum malzemesinin düşük oranda ışıınımı yayma özelliğinin birleşmesiyle

oluşturulur. Bu yöntemler en iyi şekilde krom, bakır, demir ve mangan malzemelerinin oksitlerinin bileşimi biçiminde elde edilmiştir.

5.3 Seçici yüzeyler

Seçici yüzeyler; kısa dalga boylu ışınımın büyük bir kısmını yutar ve uzun dalga boylu ışınımı çok az kısmını yayan yüzeylerdir. İyi bir seçici yüzey aynı zamanda iyi bir soğurucu özelliğe sahiptir. Son zamanlarda kullanılan güneş toplayıcılarının büyük bir bölümünde seçici yüzey kullanılmaktadır. Seçici yüzeylerin elde edilme şekli; alüminyum, çelik ve bakır gibi malzemelerin üzerine siyah nikel, siyah bakır ve siyah krom malzemelerinin kaplanmasıyla elde edilirler. Kaplamaların yapılma biçimi; kimyasal banyo, püskürtme yöntemi veya elektro kaplama şeklinde yapılarak üretilirler. Bu işlemler sonucunda kaplanmış yüzeyler, mikroskop altında incelendiğinde, mikron mertebesinde yüzeyin çukur şekillerle kaplanmış olduğu görülmektedir.

Seçici yüzey içerisindeki çukurlara gelen ışınımın dışarı çıkması büyük bir oranda azalmakta ve bununla birlikte yutma katsayısı değeri de artırmaktadır. Seçici yüzeye bakıldığında koyu renkli görülür. Ama gerçekte siyah bir yüzey olmadığı görülür ve bu nedenle yüzeyin ışınımı yayma değeri küçüktür.

Genellikle seçici yüzeylerde aranan bir özellik; yüzeyin yutma katsayısı değerinin, yüzeyin yayma katsayısı değerine (α/ϵ) oranının dörtten büyük olması istenilmektedir. Kollektör uygulaması esnasında yayma oranı küçülmesi ile birlikte yutma oranı küçülmektedir. Bu nedenle yüzeyin yutma katsayısı değerinin, yüzeyin yayma katsayısı değerine (α/ϵ) oranının çok büyük bir değerde olması, seçici yüzeyin çok iyi özelliğe sahip olduğunu göstermez. Günümüzde genellikle kullanılan yüzey kaplamaları bakır ve alüminyum elementlerinin üzerine yapılan yüzey kaplamaları kullanılır.

Güneş kolektörlerinin en önemli parçası soğurucu yüzeydir. Kollektörün verimi; soğurucu yüzey kaplanmasına, soğurucu yüzey geometrisine ve seçilen yüzey malzemesinin özelliğine bağlı olarak değişir. Neme karşı direnç özelliği olmayan

seçici yüzeyler kullanıldığında, soğurucu yüzey üzerine yağın yağmur sularının yüzeyin üzerine gelmesini önlemek için iyi bir şekilde sızdırmazlık sağlanmalıdır. Neme karşı direnç gösteren yüzey kaplamaları arasında en çok tercih edilen krom kaplamalı seçici yüzey kaplamalarıdır.

Güneş ışınımının kollektör yüzeyi üzerine geliş açısını yutma katsayısı (α) değeri etkiler. Güneş ışınımının geliş açısının 60° ye kadar olan değerler için yutma katsayısı değerinde büyük bir değişim görülmez. Ama daha yüksek bir dereceye sahip geliş açısında yüzeyin ışınımı yutma özelliği değerinde de hızla düşüş meydana gelir. Bu nedenle sabah vakitleri ve akşam vakitlerinde kollektör yüzeyine gelen ışınımı yutma katsayısı değeri küçüktür. Öğlen vakitlerinde ise kollektör yüzeyine gelen ışınımı yutma katsayısı değeri büyüktür.

Yüzeyin ışınımı yutma oranı, ışınımın geliş açısına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu farklılık, ışınımın geliş açısının 50° değerine kadar çok yavaş bir şekilde 50° değerinden daha büyük değerlerinde ise hızlı bir şekilde azalmaktadır.

Uygulama esnasında ışınımı yutma oranı küçüldüğünde, yutma oranı da küçülmektedir. Bu nedenle de, oranın çok büyük bir değer olması, genellikle seçici yüzeyin daha iyi özelliğe sahip olduğunu belirtmez. Seçici yüzeyin elde edilme işleminde ilk olarak, yüzey temizleme işlemi yapılır, sonra asit banyosu işlemi yapılır. Uzun dalga boylu ışınım yansıtma oranı değeri büyük, uzun dalga boylu ışınım yutma oranı değeri küçük olan metaller, ışınımı yutma oranı değeri büyük olan bir cisimle ince bir film tabaka şeklinde kaplanır. Kaplama şekli, kimyasal banyo, püskürtme veya elektroliz işlemi ile yapılmaktadır.

Seçici yüzeyin bakır yüzeylere göre farklılık göstermesinin sebebi, kollektörün iç panelinden ön camına doğru olan ışınımına bağlı olarak düşük ısı yayılımına sahip olmasıdır. Bu nedenle daha az ısı kaybına sahiptir. Bu etken özellikle iç panel sıcaklığı değerinin yüksek olması sebebiyle daha iyi verim elde edilmektedir.

Seçici yüzey özelliğine sahip kolektörler sayesinde soğuk havalarda ve kış aylarında da sıcak su elde edilir. Seçici yüzeyli güneş kolektörlerinin elemanları aşağıda verilmiştir.

Seçici Yüzeyli Kolektörlerin Elemanları

1-İç Panel: İç panel yüzeyi seçici boya ile boyanmalıdır. Bir başka yöntem ise, bakır kanatçıklar manifold borularına kaynak yöntemi ile birleştirme işlemi yapılmalıdır.

Bakır malzemeli kanatçıklar seçici yüzeylerin bakır borulara ultrasonik kaynakla birleştirilmesi işlemi ile yapılmalıdır. Bu yapılan yöntem metalden metale hiçbir katkı maddesi eklenmeden doğrudan ısı geçişi sağlamaktadır. Yapılan kaynak yöntemlerinin daha sonradan karşılaşılan korozyonu ve buna bağlı olarak verim kaybını engellemektir.

Seçici yüzey nikel elementi üzerine siyah krom elementinin kaplanmasıyla elde edilmekte ve yüksek ısı değerine ve optik özellikler sağlamaktadır. Kanatçıklardaki boruların manifold borularına birleştirme şekli kaynak yöntemi ile yapılmalıdır. Ekstürize ve kanallı alüminyum kanatçıklar, manifold borularına kaynak yöntemi ile birleştirme yapılmalıdır.

2-Alt Taban: Dışarıya olan ısı kaybını önlemek için gofrajlı alüminyum elementinden yapılır.

3-Üst Örtü: Geçirgenliği yüksek olmalıdır. Yüksek optik özelliklerine sahip ve dayanıklı olmalıdır. 4 mm kalınlığında düşük demir oranına sahip temperli cam malzemesinden yapılmalıdır

4-Yalıtım: Alt tabana doğru olan ısı kaybını engellemek ve izolasyonu sağlamak için cam yünü kullanılmalıdır.

5-Kasa: Elektrostatik toz boyama işlemi uygulanarak kaplanmalıdır.

6-Cam Lastiği: Sıcaklık değerindeki farklılıklara ve UV ışınlarına karşı iyi direnç göstermelidir. Çerçevenin sıcaklığı ve camın göstermiş olduğu sıcaklık farklılıklarına bağlı genleşmeyi önlemelidir.

7-Conta: Kasa ile manifold boruları arasındaki bağlantıyı sağlar.

8-Kasa Yalıtımı: Kasa ile çevre arasında meydana gelen ısı kaybını önlemek için cam yünü kullanılır.

9-Cam Çıtası: Camın kasaya yerleştirilmesini sağlar. Yüzey elektrostatik toz boyama işleminde kaplanmış olmalıdır.

Seçici boyalar iyi bir optik özelliğe ve ısıl özelliğe sahip olması nedeniyle 0.3 μm - 2.5 μm arası dalga boyuna sahiptir. Seçici yüzeyler gün ışığında yüksek güneş enerjisini soğurma ve kızıl ötesi ışınımı yansıtma özelliğine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde alüminyum elementi ve bakır elementi yüzeyleri seçici yüzey özelliklerini sağlar.

Soğurucu plaka düz tip toplayıcılarda, tabanda ve üst tarafta birer manifold ile bu manifoldların ortasına konulan akışkan boruları ve soğurucu plakadan oluşur. Soğurucu plakanın ışınları daha çok yutması için koyu bir renk ile boyanması gerekir. Boyama işleminde soğurucu plaka genellikle siyaha boyanır.

Kullanılan boyanın yutma katsayısı yüksek, uzun dalga boylu radyasyonu yayma katsayısının da düşük olması gerekmektedir. Soğurucu yüzeyin seçici yüzeyli olarak yapılmasının temel amacı verimi arttırmaktır. Yapılan seçici yüzey çalışmalarında yayma katsayısı değeri 0,1'in altında bir değere düşmüştür.

Plakada seçici yüzey kullanılması ile toplayıcı veriminin artması sağlanmışır. Soğurucu plakanın ön yüzünün düzgün olmasının sebebi plakanın dışarıya bakan emici yüzeyinin daha az olmasını sağlar. Soğurucu plakanın dışarıya bakan emici yüzeyinin az olması sayesinde kızılötesi ışın radyasyon değeri azalacağından verimin yükselmesi sağlanır.

Soğurucu plaka 0,5 mm kalınlığında bakır bir plakadan yapıldığında ve borular aralarındaki mesafe 15 cm ve 12,5 mm çapındaki borular sayesinde iyi özellikte termal iletkenlik elde edilir. Yapılan bu çalışma ile kanat verimliliği değerinde artma

sağlanır. Bakır plakada borular boyunca ısı iletkenliğin oluşumu sırasında %3 değerine kadar ısı kaybı meydana gelir.

Serpantin biçiminde panel düzenleme işlemi; dağıtıcı ve toplayıcı borulara yapılacak kaynak yönteminin iyi yapılamaması durumunda sistemde sızıntı ve basınç kaybı meydana gelir.

Güneş kollektörlerinde, verimi arttırmak için:

- 3µm değerinden büyük dalga boylarında ışınımı yansıtan yüzey kaplama özelliğine sahip bir cam örtü kullanılmalıdır.
- Isıl yayılım değeri düşük olan bir seçici yüzey kaplaması kullanılmalıdır.

Seçici yüzeyleri hazırlamak için kullanılan teknikler arasında elektroliz işlemi uygulanır. Bu işlemin uygulanmasının nedeni; basit olması ve ekonomik olması sebebiyle daha çok tercih edilir.

Seçici yüzey kaplamaları incelendiğinde, genellikle iki tür kaplamanın yaygın olarak kullanılır. Bu kaplamalar:

- Alüminyum anodik oksidasyonu ile elde edilen pürüzlü yüzeye nikel oksit ile hazırlanan renklendirme işleminin yapılmasıdır.
- Bakır üzerine nikel kaplanmış yüzeye siyah krom malzemesi ile renklendirme işleminin yapılmasıdır.

Alüminyum anodik oksidasyonu ile elde edilen pürüzlü yüzeye nikel oksit ile renklendirme işlemi yapılır. Bu işlem ile yumuşak olan bu kaplamanın korunması ve optik özelliklerinin daha iyi bir şekilde iyileştirilmesi için, koruyucu yüzeyin kaplanması gerekir.

Genellikle yüzey kaplama işlemlerinde siyah nikel kaplamasının yapılacağı malzeme olarak, alüminyum elementi tercih edilir. Bunun nedeni alüminyum elementinin

ekonomik açıdan ucuz olması, hafif olması ve kaplama uygulamalarında karışık ve zor uygulamalar kapsamamasıdır.

Siyah nikel malzemesinin atmosfere karşı direnç özelliğini artırmak için koruyucu kaplama işlemi uygulanır.

Siyah krom malzemesi, bakır elementinin üzerine nikel elementi kaplanmış yüzeyler üzerine kaplanmasıyla elde edilir. Bu şekilde yapılan kaplamalar kollektörün kullanım ömründe ve kollektör kalitesinde bir değişime yol açmazlar. Paslanmaz çelik malzemesi üzerine doğrudan olarak kaplanan siyah krom malzemesi de aynı nitelikleri gösterir. Siyah krom malzemesi, alüminyum üzerine kaplandığında ara filmlere ihtiyaç duyulur. Bu yüzey kaplamaların üretimleri daha zor ve daha kompleks bir yapıya sahiptir.

5.4 Kollektörde Kullanılan Saydam Örtünün Verime Etkisi

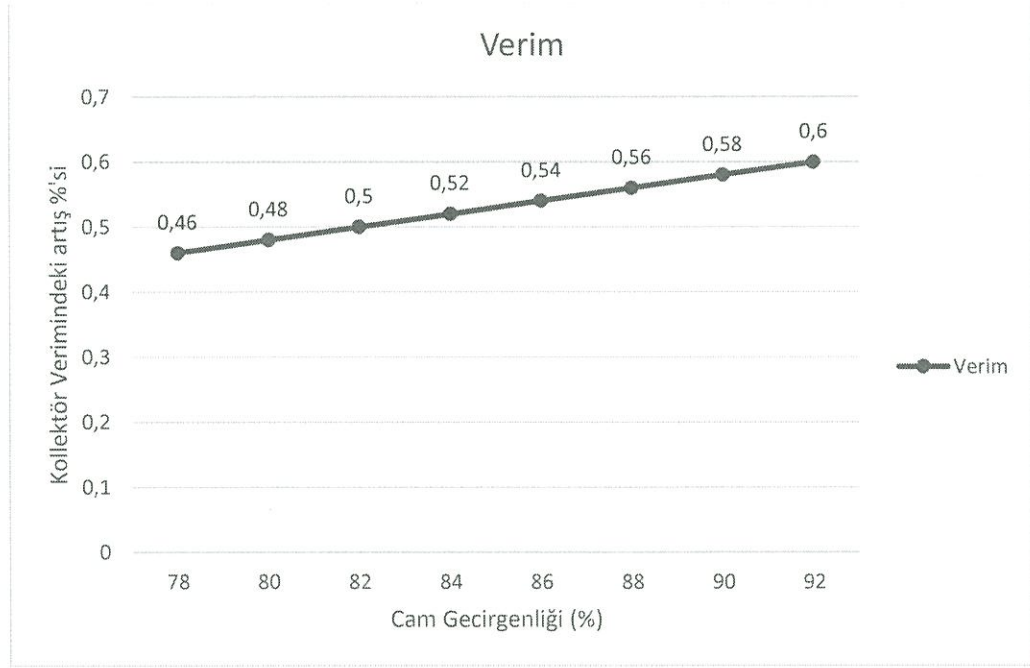
Saydam örtünün amacı güneş ışınımını, kollektörün soğurucu plaka yüzeyine toplanması ve çevreye olan ısı kayıplarını düşürmektir. Cam örtünün, yüzeyine gelen toplam ışınımı geçirme oranı kollektör verimini etkilemektedir. Kollektör camı üzerine gelen güneş ışını görülen kısmının %85 ile %95 değerlerinde yüzeyine geçirir. Geriye kalan güneş ışını, kollektör camından geçişi sırasında kollektör camı tarafından yutulur.

Kollektör camı tarafından yutulan ışın miktarı camın yapısında içerdiği demir oksit (Fe_2O_3) oranına bağlıdır. Cam yapısındaki demir elementinin artmasıyla cam tarafından yutulan ışık miktarı da azalır. Bu nedenle demir oksit (Fe_2O_3) oranının miktarı 0,0005 değerini geçmeyecek olan camlar tercih edilmelidir.

Kullanılan pencere camlarındaki demir oksit değeri bu oranın üzerindedir. Yapılan çalışmalarda ışık geçirgenliği %85 olan pencere camı yerine, ışık geçirgenliği %90 olan su beyazı cam kullanıldığında kollektör veriminde %5.4'lük bir artış elde edilmiştir.

Pencere camlarının kesilen bölümlerin yeşil renkli olarak görünmesinin nedeni, camda bulunan demir oksit elementinin fazla oranda bulunmasıdır. Kollektörde kullanılan

camların ışınım geçirme oranını orta yüzeydeki yansıtmayı etkilemektedir. Bu yüzeydeki yansıtmayı azaltmak için üst yüzey kırılma indisi değeri küçük olan teflon gibi malzemelerle ince bir şekilde tüm yüzeyi kaplanmalıdır. Soğurucu yüzeyden çevreye yayılan uzun dalga boyu ışınım kayıplarını en az seviyeye getirmek için, camın iç yüzeyini kızıl altı ışınım yansıtıcıları ile tüm yüzeye kaplama işlemi uygulanmalıdır. Kızıl altı ışınım yansıtıcıları; metal oksit ve kalay oksit filmleri şeklinde malzemelerdir. Şekil 32’de cam örtü geçirgenliği ile kollektör veriminin değişim grafiği verilmiştir [7].



Şekil 32. Cam örtü geçirgenliği ile kollektör veriminin değişimi [7].

Saydam örtü malzemelerinin optik özelliklerinin yanında mekanik özelliklerine de dikkat edilmesi gerekir. Dış etkenlere ve hava şartlarına göre dolu zararı ile kar yüküne karşı direnci bilinmelidir. Kar yağışı miktarının yüksek olduğu bölgelerde kollektör eğim açısı minimum 30° olmalıdır.

Kollektörde saydam örtü kullanılmasının temel nedeni; soğurucu yüzeyden çevreye olan taşınım ile ısı kayıplarını en az seviyeye indirmektir. Bu nedenle soğuk iklim bölgelerinde güneş enerjisi uygulamalarında kollektörde bir saydam örtü yerine iki

saydam örtü kullanılması uygun görülmüştür. Kollektörde iki saydam örtü kullanılarak çevreye yayılan taşınım ile ısı kayıpları en az seviyeye getirilir. Fakat iki adet saydam örtü kullanıldığında ise güneş ışınımı geçirme oranı düşmektedir.

Kollektör üst örtüsü, 3-4 mm kalınlıkta camdan veya cam ile aynı özellikte, aynı saydamlıkta ve mor ötesi ışınlar karşısında saydam malzemeden üretilmelidir. Üst örtünün ışınım geçirgenliği giderek azalmamalıdır. Yüksek sıcaklıklara karşı refrakter özelliğe sahip olmalıdır. Saydam plastikler, kollektörde kullanılan cama kıyasla daha dayanıklı ve esnek özelliğe sahiptir. Ama çizilmeye ve aşınmaya karşı daha düşük direnç gösterirler.

Örtü malzemesinin kollektörde kullanılmasının en önemli nedeni kollektörde meydana gelecek ısı kayıplarını azaltmaktır. Verim değeri yüksek olan kollektörler ışığı yansıtma özelliği düşüktür. Bu nedenle ışık geçirgenliği yüksek olan bir camla kaplama işlemi yapılmıştır.

Eğik gelen ışınların tamamını soğurucu levhaya ulaşmasını sağlamak için bu yöntem kullanılır. Kullanılan camdaki demir oranı ne kadar az miktarda olursa, ışığı geçirme oranı o kadar yüksek olur. Cam yüzeyi ile kasanın yerleştirme şekli birbirleri arasında toz ve su geçirmeyecek biçimde birbirine birleştirme işlemi yapılmalıdır.

Saydam örtünün temel görevi güneş ışınımını absorbe ederek çevreye olan ısı kaybını en az seviyeye düşürmektir. Özellikle rüzgarın bulunduğu kesimlerde taşınım yöntemi ile olan ısı kaybı çok fazladır.

Saydam örtü taşınım yoluyla çevreye yayılan ısı kaybı değerini engellediği gibi soğurucu yüzeyi dış etkilerden korur. Kollektörlerde kullanılan saydam örtülerin, kısa dalga boyuna sahip güneş ışınımını geçirme oranı büyüktür. Soğurucu plaka bölgesinden yayılan uzun dalga boylu ışınımın, dışarı çıkmaması ve çevreye yayılmaması için uzun dalga boylu ışınımını geçirme oranı küçük olmalıdır.

Saydam örtüler maliyet bakımından ekonomik olmalı, kolay temin edilmeli, mor ötesi güneş ışınlarından etkilenmemeli, yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı yani refrakter

özelliikte malzemeler olmalı, kolay işlenebilmeli ve çevreden gelebilecek etkenlere karşı dirençli olmalıdır.

Yarı saydam maddeler, güneş ışınımını yansıtır, yutar ve ışınımı geçirme özelliğine sahiptirler. Belirgin bir dalga boyunda gelen ışınımı için yarı saydam cisimlerin yansıtma, yutma ve geçirme oranları toplamı birdir. Bu denklik bağıntısı mutlak bir dalga boyu aralığı değeri için de uygundur.

Aslında saydam örtülerin uzun dalga boylu ışınımı geçirme ve kısa dalga boylu ışınımı geçirme, ışınımı yutma ve ışınımı yansıtma nitelikleri farklıdır. Ama tüm dalga boylarında gelen güneş ışınımının büyük bir bölümü dalga boyu aralıklarında yüzeye geldiğinden, saydam örtülerin özellikleri dalga boyundan serbest olduğu hesaplanabilir.

Camlar, dalga boyu 0.3-3.0 μm değerinde olan güneş ışınımının büyük bir bölümünü geçirme özelliğine sahiptir. Soğurucu yüzey vasıtasıyla yayılan 3.0-50 μm değerinde uzun dalga boylu ışınımı geçirmezler. Camlar güneş ışınımından tahrip olmaz ve yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Buna rağmen, kırılğan oldukları için taşınması, yerine takılması ve işlenebilmenin zor olması, hassas ölçülerde kesilmesi olumsuz özelliklerde sahiptirler.

Camların güneş kollktörlerine montajı yapılırken lastik kasketler içine alınması gereklidir. Aksi halde montaj işlemi sonrasında kenarlarda kalan açıklıklardan örtü altına hava girer. Buna bağlı olarak ısı geçiş katsayısı değerinde büyüme meydana gelecek ve nemin açık olan yerden girmesi nedeniyle yoğuşma meydana gelecektir.

Camların yüzeyine gelen ışınımı geçirmesi, içerisindeki demir oksit oranının artmasıyla azalır. Bundan dolayı, saydam örtüde demir oksit miktarı % 0.0005 değerinden küçük olan camlar tercih edilmelidir.

Cam örtüye gelen ışınların yansıtma oranını düşürmek için, camın bir veya iki yüzeyi yansıtmayı engelleyecek cisimler ile kaplanması gerekir.

Dış etkenler altında kalan güneş enerjisi uygulamalarında camın dayanıklılığını arttırmak ve ısıl gerilimlere karşı direnç özelliğini yükseltmek için temperli cam kullanılması tercih edilmelidir.

Kollektörün köşe yerlerinde meydana gelecek sızıntıları engellemek için, cam contası kullanılarak, tam sızdırmazlık sağlanır. Güneş kollektörlerinde ürün cinsine bağlı olarak dört farklı cam kullanılmaktadır. Bunlar;

- 1) Düz pencere camı
- 2) Temperli cam
- 3) Düşük demir oksitli temperli cam
- 4) Antireflektif cam

Düz pencere camları %10 değerinde demir oksit elementinin yapısında bulunur. Demir oksitin cama kattığı mukavemet ile birlikte camın güneş ışığını geçirme oranı da düşmektedir.

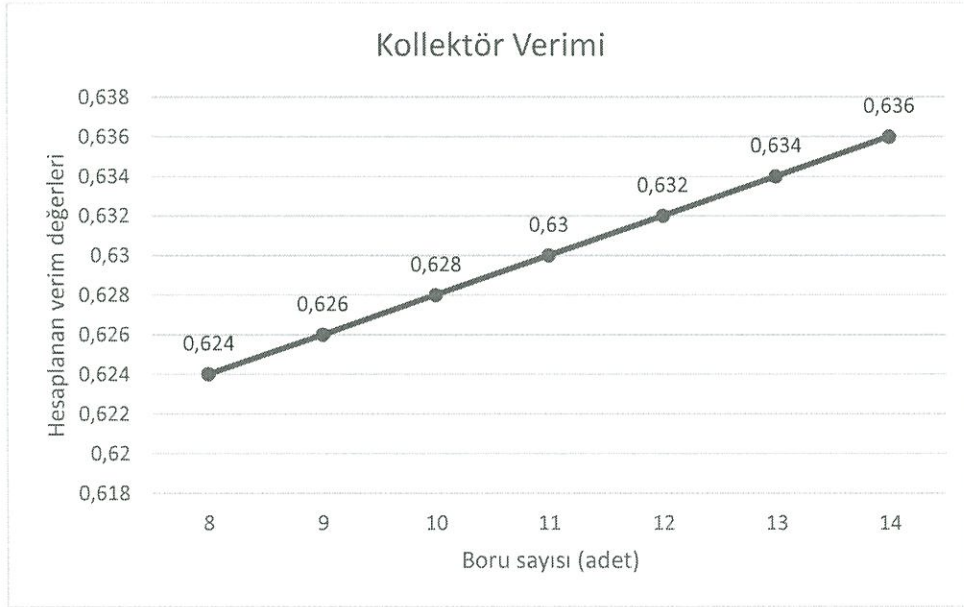
Düşük demirli camlarda demir oksit elementinin eklenmesi yerine, cama çeşitli maddeler eklenmesi ile olması gereken mukavemet sağlanır ve güneş ışığını geçirme değeri % 92'ye kadar yükselmektedir.

Normal pencere camları, standart imalat işlemi dışında ek olarak temperleme işlemi de cam malzemesine uygulanarak, camın mukavemet özelliği artmakta ve kırılabilirliği azalmaktadır. Temperli camların ışığı geçirme oranı değeri, diğer pencere camları ile aynı değerdedir.

Plastik örtülerin kısa dalga boyuna sahip güneş ışınımını geçirme oranı yüksektir. Ama birçok plastik örtü uzun dalga boylu ışınımı yüzeyine geçirdiklerinden soğurucu yüzey vasıtasıyla yayılan ışınım dışarı gider. Plastikler çoğunlukla camdan daha ucuz malzemelerdir. Kolay şekil alma özelliğine sahiptirler ve sızdırmazlığı sağlarlar. Bunun aksine, yüksek sıcaklıklarda dayanma özelliğine sahip değildirler yüksek sıcaklık değerlerinde şekilleri bozulabilir ve mor ötesi güneş ışınımına karşı da dayanıklı değildirler.

5.5 Kollektörde Bulunan Borunun Verime Etkisi

Kollektör verimini etkileyen bir diğer önemli değişken de kollektörde bulunan boru sayısıdır.. Kollektörde kullanılan boru sayısında azalma meydana gelirse buna bağlı olarak kollektör verimi de azalır. Bu nedenle kollektör verimini arttırmak için kollektörde kullanılacak boru sayısı optimum oranda arttırılmalıdır. Buna bağlı olarak, boru sayısı arttığında sistemdeki basınç kayıpları da artar, tüketilen malzeme miktarı artar ve yapılacak işçilik çalışmalarında artma olur. Şekil 33'de boru sayısı ile kollektörün verim değişim grafiği verilmiştir [7].



Şekil 33. Kollektör verimi ile boru sayısının değişimi grafiği [7]

TS 3680 standartına göre, sistemde kullanılacak boru adetinin en az sekiz adet olması ve boruların merkezleri arası mesafenin 60-125 mm değerleri arasında değişmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bu değerler göz önüne alınarak değerlendirme yapıldığında 1.8 m² ölçüsünde brüt alana sahip alüminyum malzemesinden imal edilmiş bir kollektör için boru sayısının verim ile değişimi ölçümlenmiştir. Bu çalışmada 8 ile 11 adet boru arasındaki verim

artışı meydana gelirken, 10 adet boru sayısından sonra bu değişim daha küçük değerde olmaktadır.

Boru merkezleri arasındaki mesafenin hesaplanması işlemi için aşağıda verilen denklem (5.2) kullanılır:

$$A = n \cdot W \cdot L \quad (5.2)$$

Bu eőitlikteki;

A =kollektörün net alanı (m^2)

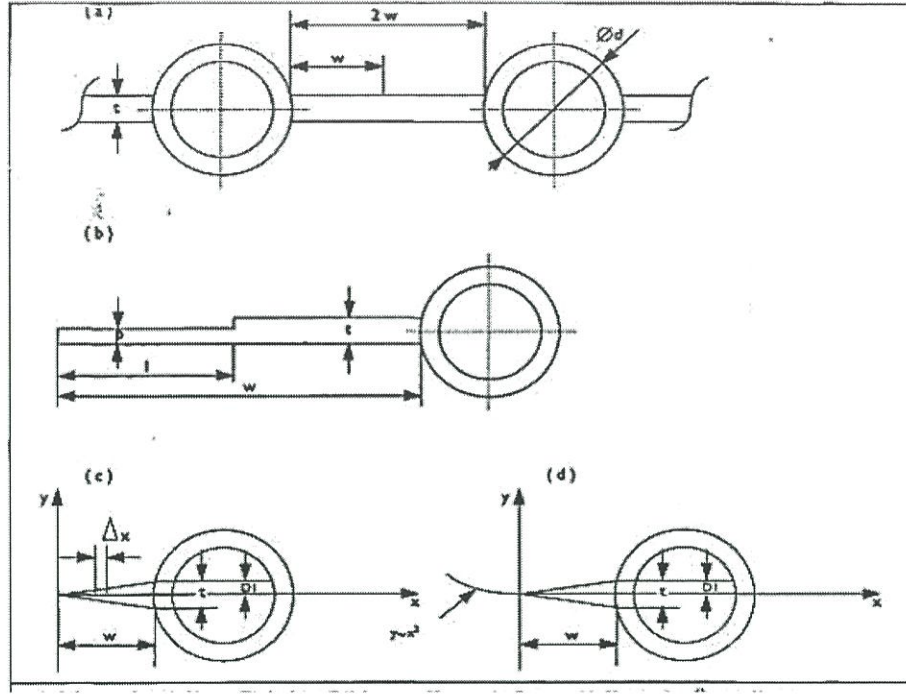
n = kollektörde bulunan boru sayısı (adet)

W =kollektörde kullanılan boru merkezleri arası uzaklığı (m)

L = kollektördeki soğurucu yüzey uzunluğu (m)

5.6 Kollektör Verimine Etki Eden Soğurucu Yüzey Kanat Geometrisi

Düzlemsel tip güneş kollektörlerinde kanatlarda kullanılan malzeme ölçüsü kollektörün maliyetini etkiler. Şekil 34'de kollektörde kullanılan çeşitli kanat tipleri verilmiştir.



Şekil 34. Kollektörde kullanılan çeşitli kanat tipleri [7]

Şekilde gösterilen kanat tiplerinde aktarması gereken enerjiyi en az maliyetle aktaracak kanat yapısının seçilmesi maliyet açısından önemlidir. Yapılan çalışmalarda daha az miktarda malzeme kullanılan kanat yüzeylerinin kanat verimine çok fazla bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Kanat yüzeylerinin kollektör verimine etkisi en fazla % 3,11 olduğu bilinmektedir.

5.7 Kollektör Verimine Kollektör Kasası ve Yalıtımın Etkisi

Kollektörler uzun süre boyunca dış etkenlere ve her türlü hava koşullarına maruz kalmaktadır. Bu nedenlerden dolayı kasa imalatı sırasında sağlam hammaddeler kullanılmalıdır. Kollektör kasasının imal edildiği malzemeler alüminyum, paslanmaz çelik, galvanizli çelik, plastik gibi özelliklere sahip olan malzemelerden üretimi yapılmaktadır.

Kasada kullanılacak malzemeler olabildiğince aynı tür malzeme olmalıdır. Kasa yalıtkan özelliğe sahip olmalıdır. Kollektör kasası iç kısmının ıslanmasını

engelleyecek sızdırmazlık olmalı ve özellikle de kollektör girişi ve çıkışlarında kasanın tam anlamıyla sızdırmazlığının sağlanması gereklidir.

Yalıtım uygulaması yapılacak yan ve alt yüzeylerinin yalıtım malzemesinde aranan özellikler;

- Sıcaklığa dayanıklı olmalıdır.
- Nem ve yağmura karşı dirençli olmalıdır.
- Zamanla yalıtım şeklinde bir değişiklik olmamalıdır.
- Yanmaya karşı direnç göstermelidir.
- Isıl iletim katsayısı değeri küçük olmalıdır.

Kollektörlerin havalandırılmasını sağlamak için, yağmur sularının giremeyeceği bölgelere 2-3 mm'lik delik açma işlemi uygulanmalıdır. Eğer havalandırma işlemi uygulanması yapılmaz ise, kollektörde oluşan su buharı geceleri camlarda yoğunlaşarak, buğulaşmasına sebep olur ve meydana gelen bu fiziksel olayda kollektörün verimsiz çalışmasına neden olur.

5.8 Kollektör Verimine Sistem ve Deponun Etkisi

Kollektörde kullanılan depo ile çevresi arasındaki ısı geçiş katsayısı (K_d) aşağıda verilen değerlere bağlıdır. Bunlar;

- Deponun geometrisine bağlıdır.
- İç yüzeylerdeki ve dış yüzeylerdeki ısı taşınım katsayısı değerine bağlıdır.
- Yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısı değerine bağlıdır.
- Malzemenin kalınlığına bağlıdır.

Sıcak su depolarının sahip olduğu üst yüzey alanı, yan yüzey alanından daha küçük bir değerdedir. Üst yüzeydeki ısı taşınım katsayısı değerinin yan yüzeylerdeki ısı taşınım katsayısı değerine eşit alınması durumunda, toplam ısı geçiş katsayısı değerinde yapılacak hata ihmal edilebilir.

Depo duvarının iç kısmındaki iç yüzey sıcaklığı ile depodaki su sıcaklığı değerleri neredeyse aynı değeri göstermektedir. Bundan dolayı iç yüzeylerdeki ısı taşınım katsayısı değerinin sonsuz bir değer olduğu kabul edilebilir. Buna ek olarak, depo iç yüzeyi için kullanılan metal malzemenin ısı direnç değeri de küçük bir değerdir. Böylelikle, bu kabuller doğrultusunda depo için toplam ısı geçiş katsayısı değeri, deponun yan yüzeylerindeki toplam ısı geçiş katsayısı değerine yaklaşık olarak eşdeğer alınabilir.

Benzer hacim ve yükseklikteki kübik ve silindirik depolar için (K_d) değerleri kübik depolara kıyasla daha küçüktür. Her geometrik şekildeki depo için de yalıtım kalınlığı değeri arttıkça, (K_d) değeri buna bağlı olarak logaritmik olarak azalma göstermektedir. Genellikle yalıtımı iyi yapılmış depolar için (K_d) değeri 0.5 W/(mK)

Küresel geometrik şekle sahip depolar için K_d (depo ile çevresi arasındaki ısı geçiş katsayısı) değeri diğer geometrik şekillerdeki depolara göre daha büyük bir değerdedir. Buna rağmen aynı hacimdeki diğer depolara kıyasla dış yüzey alanı çok daha küçük bir değer olmaktadır. Depodaki suyun sıcaklığı, depoya giren enerji miktarı ve çıkan enerji miktarlarına bağlı olarak değişiklik gösterir.

Depoya kollektörden ısı enerji girişinin sağlanması ve ihtiyaç duyulan kısım için depodan ısı enerji alınması durumunda, depo iyi karıştırılmış ise sıcaklığın uniform olduğu görülür. Ancak karıştırılmayan depoların alt ve üst bölümlerinde sıcaklık değerleri farklıdır. Özellikle doğal dolaşımli düzeneklerde bu fark çok büyüktür. Diğer sistemlerde kollektörden gelen su ile depodaki su karıştırılma işlemi yapılırken ısı değiştiriciler kullanılır.

Sıcak su depolarında kullanılan malzemelerde aranan özellikler; korozyona karşı dirençli olmalı, sızdırmazlık özelliği olmalı ve uzun ömürlü olması aranmaktadır. Kollektörde kullanılacak deponun uygulama sırasında yapılacağı malzemelere; galvanizli sac, alüminyum, beton ve fiberglas malzemelerden depolar üretilmektedir.

Depoların dışarıya bakan tarafı 4 ile 6 cm kalınlığında ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak kaplama işlemi yapılarak çevreye olan ısı geçişi azaltılır. Sıcak su tanklarının geometrisinin tercih edilmesi sırasında üretim kolaylığı ve birim hacimdeki

ısı geçiş yüzeyi göz önünde alınarak seçme işlemleri yapılmaktadır. Aynı değerde hacime sahip olan, küresel bir tankın ısı geçiş yüzeyi, kübik ve silindirik tanklara kıyasla daha küçük değerdedir. Ama küresel tankların üretimi daha zordur.

Yükseklik değeri çap ölçüsüne eşit olan silindirik bir tankın dış yüzey alanı, aynı hacim özelliğindeki küresel tankın yüzey alanından %17 değeri kadar daha büyüktür ve kübik tankın yüzey alanından %3 değeri kadar daha küçüktür. Bu sebeple de, çoğunlukla silindirik tanklar kullanılması tercih edilir. Diğer bir etkende, yükseklik değeri, genişlik değerine oranla büyük olan tanklarda, dış çevre alanı ile ısı geçiş yüzey alanında artma olur. Bununla birlikte tankın alt ve üst bölgeleri arasındaki sıcaklık farkı değeri artar. Sıcak su tanklarının büyüklüğü, tankın kullanıldığı sistem türüne ve iklim koşullarına bağlıdır.

Güneş enerjili sıcak su sistemi uygulamalarında, çoğunlukla kollektör büyüklüğüne göre 1 m² kollektör yüzey alanı için 70 ile 100 lt hacminde tanklar tercih edilir. Isıtma sistemlerinde ve havanın kapalı olduğu kesimlerde ve kış aylarında depo hacmi daha büyük olmalıdır.

Depo ölçüsü büyüdükçe, akışkanın kollektöre giriş sıcaklığı değerinde azalma olacağından, kollektör verimi artar. Buna bağlı olarak toplanan ışınlam miktarında da artma meydana gelir. Ancak depo sıcaklığı değerinin belirli bir değerin üstünde yani sıcak su sistemlerinde 40 °C sıcaklık değerinin üstünde olması gereklidir. Bu işlem için de yapılması gereken en uygun çözüm sıcaklık kontrollü çift depo kullanılmaktadır.

Kollektörden gelen akışkan sıcaklığı değeri ve yükten gelen akışkan sıcaklık değeri depo sıcaklığı değeriyle kontrol edilmektedir.

Kollektör içerisinden gelen akışkanın sıcaklık değeri; ilk depo sıcaklık değerinden büyükse her iki depodan geçirilir. Her iki depo sıcaklık değerinden küçük ise kollektör devresi pompası işlemi sonlandırılır.

- Kollektörde oluşan ısı geçiş yüzeyini artırmak için, sıcak akışkanı taşıyan borular depoda daha fazla dolaştırılmalıdır. Bu işlem kollektör verimi için önemlidir.

- Daha fazla ısı geçiş yüzeyi sağlamak için taşıyıcı borulara kanatlandırma işlemi uygulanmalıdır.
- Zaman faktörü depolama işlemi ile doğru orantılı sonuç gösterdiğinden sıcak akışkanın depodaki borularda daha yavaş bir şekilde dolaştırılması gerekir.
- Kollektör zerine gelen güneş işınımından maksimum seviyede faydalanmak için; işınım yoğunlaştırıcı kollektörler kullanılarak kollektör verimi arttırılır.

5.9 Kollektör Verimine Kollektörün Eğimi Ve Ynnn Etkisi

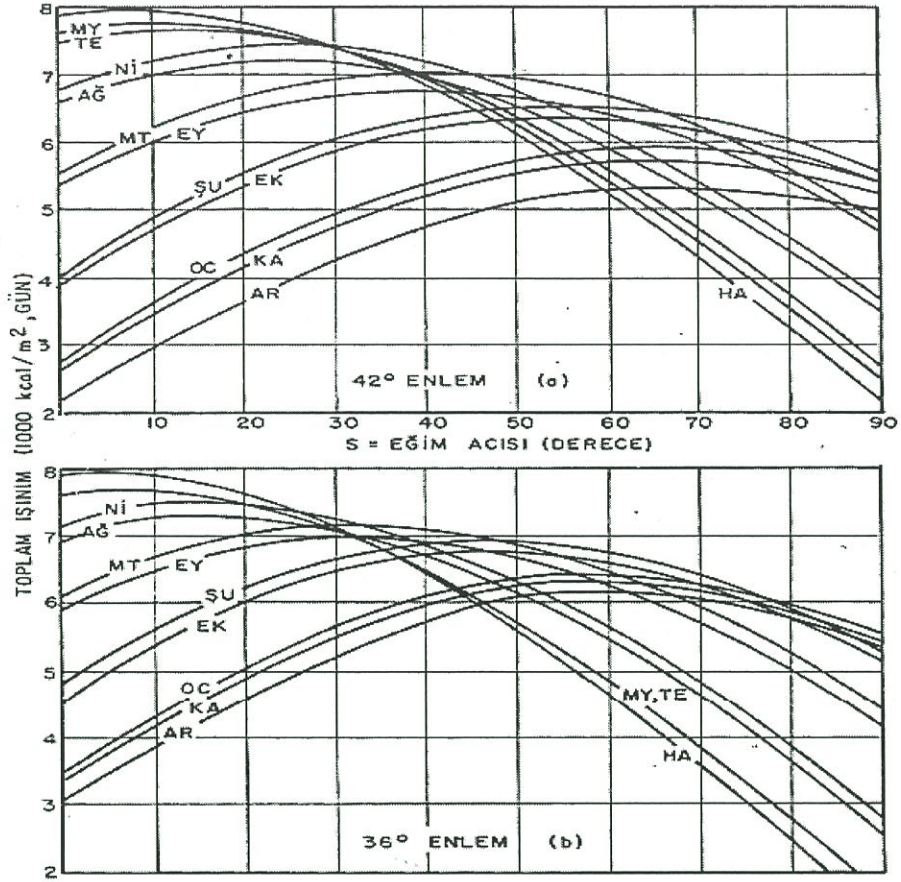
Kollektörden maksimum seviyede verim elde etmek için kollektör yüzeyinin, tam güney yönüne vrilmesi gereklidir

Kollektör düzeneğinin olması gereken eğim açısı, genellikle sistemin kurulduğu alanın enlem derecesine eşit olmalıdır. Eğer kollektör uygulaması yaz mevsiminde kullanılacak ise, kollektör sisteminin kurulduğu alanın enlem derecesinden 15° değerinden düşük olması, kış mevsiminde ise enlem derecesinden 15° fazla olmalıdır. Bu şartlarda kollektör sistemi kurulduğunda kollektörden iyi bir verim sonucu alınabilir [7].

Kollektörün yatayla yaptığı eğim açısı için, istenilen bir mevsim şartlarına göre ve yıllık olarak ortalama bir eğim açısı değeri hesaplaması yapılarak, uygun bir eğim açısı tercih edilir. Yararlanılan enerji değerini artırmak için;

- Çevreye olan ısı kayıpları değerinin en az seviyeye düşürülmelidir.
- Yüzeyin soğuruculuk özeliğinin artmasının sağlanmasıdır.
- Kollektör içindeki akışkana ısı geçişinin sağlanması ve bununla birlikte ısınan suyun değiştirilmesi ve işınımın yoğunlaştırılması işleminin yapılması gerekir.

şekil 35'de aylara göre güneş işını dağılımı grafiği verilmiştir.



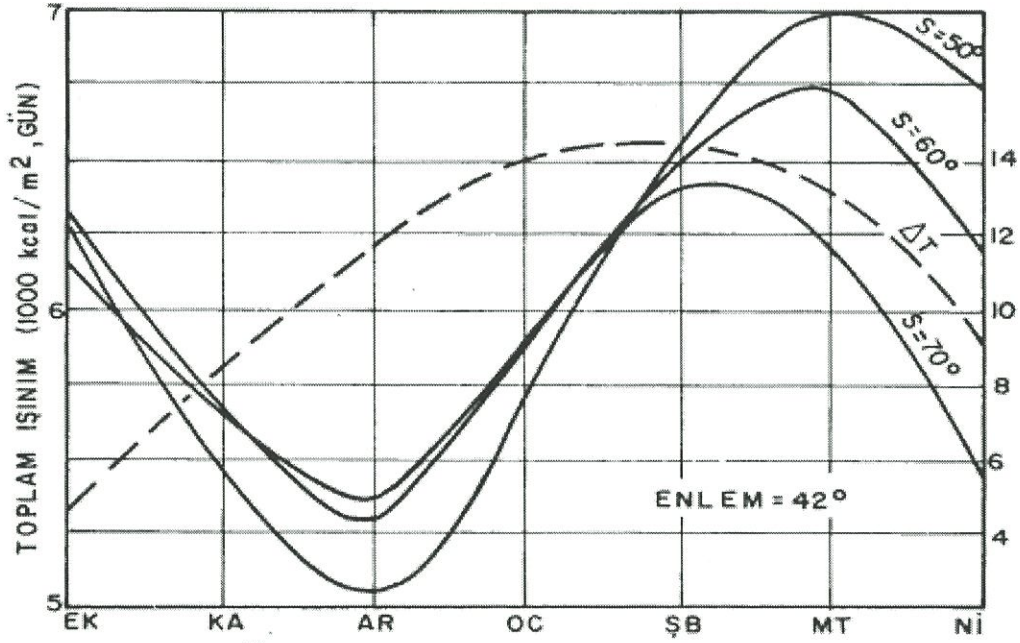
Şekil 35. Türkiye’de aylara göre güneş ışını dağılımı [6].

Tablo 3: Türkiye’de Aylara Göre Uygun Eğim Açısı Tablosu [44].

Aylar	Yıl içindeki gün sayısı	En uygun eğim açısı ($^{\circ}$)
Ocak	17	$0.89\phi + 29^{\circ}$
Şubat	47	$0.97\phi + 17^{\circ}$
Mart	75	$\phi + 4^{\circ}$
Nisan	105	$\phi - 10^{\circ}$
Mayıs	135	$0.93\phi - 24^{\circ}$
Haziran	162	$0.87\phi - 34^{\circ}$
Temmuz	198	$0.89\phi - 30^{\circ}$
Ağustos	228	$0.97\phi - 17^{\circ}$
Eylül	258	$\phi - 2^{\circ}$
Ekim	288	$\phi + 12^{\circ}$
Kasım	318	$0.93\phi + 25^{\circ}$
Aralık	344	$0.87\phi + 34^{\circ}$

Yukarıdaki tablo 3' de aylara göre en uygun eğim açıları verilmiştir. Yararlanılan ışınım değerinin yükselmesi için, yüzey sıcaklığı değerinin artarak dışa olan kayıpların engellenmesi gerekir. Bu işlem için de, kollektör levhasının ısı iletim katsayısı ve iç yüzeydeki ısı taşınım katsayısı büyük olmalıdır.

Kollektörün dış yüzeyinde meydana gelen kayıplar, kollektör yüzeyi ile çevre arasındaki sıcaklık farkı değeri kadar, ısı taşınım katsayısı değerine de bağlıdır. Kollektörün dış yüzeyindeki hava hareketini en aza indirmek kollektörün üst kısmına saydam örtü yerleştirilir ve üst ısı kayıplarını azaltılır. Böylelikle arada oluşan havanın ısıl direnci ile ısı kaybı azalması sağlanmış olur. Şekil 36'da kış ve yaz aylarına göre güneş ışını dağılımı grafiği verilmiştir.

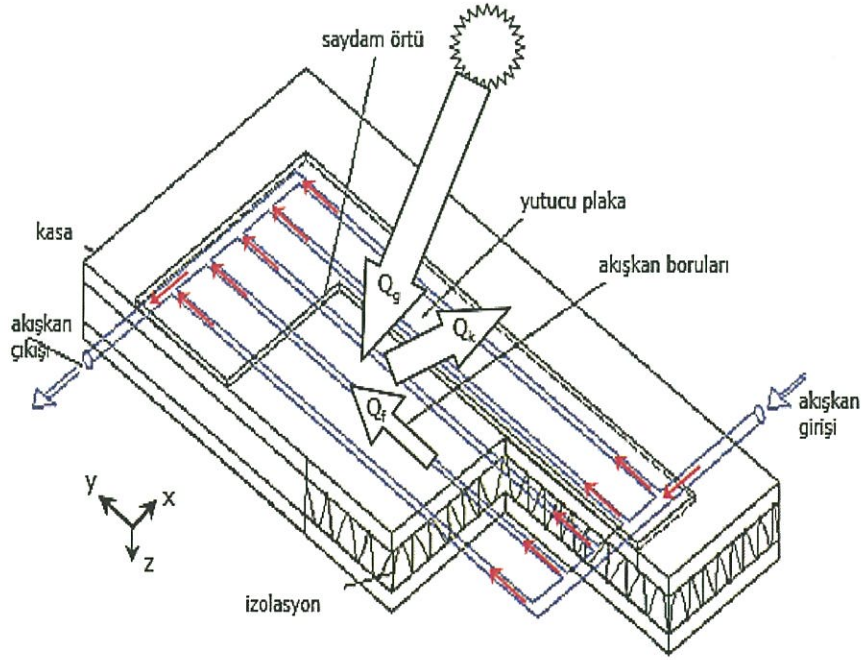


Şekil 36. Kış ve yaz aylarına göre güneş ışını dağılımı [6].

Başka bir taraftan ısınan akışkanın ışınımı görmeyen bölümündeki kayıpların azaltılması için, yalıtım işlemi yapılır. Bütün bölgeleri dış etkenlerden muhafaza etmek için bir kılıf içine alınarak düzlemsel kollektör sistemi oluşturulmuş olur.

5.10 Düzlemsel Kollektör Toplayıcısı Isıl Analizi

Toplayıcı sistemi bir kontrol hacmi olarak gözlemlendiğinde, enerji korunum denklemi gerçekleştirilir. Toplayıcı üzerine gelen yayılı güneş ışınımı kollektör borularından dolaşan akışkana yararlı enerji olarak iletilmektedir. Bu durumda, özellikle sıcaklık değerinde yükselme olduğunda soğurucu plakadan çevreye ısı kayıpları meydana gelmektedir. Bunun sonucunda, güneş ışınımı akışkana iletilir ya da çevreye yayılır. Şekil 37’de düzlemsel kollektör şeması verilmiştir.



Şekil 37. Düzlemsel kollektör [45].

$$Q_{güneş} = Q_{faydalı} + Q_{kayıp} \quad (5.3)$$

Yararlı enerji miktarını hesaplariken, sistemdeki akışkanın giriş sıcaklığı, çıkış sıcaklıkları ve akışkanın debisi ölçülerek hesaplama yapılır:

$$\dot{Q}_{faydalı} = \dot{m}c_p (T_{çıkış} - T_{giriş}) = \rho V c_p (T_{çıkış} - T_{giriş}) \quad (5.4)$$

$Q_{faydalı}$ = Düzlemsel güneş kollektöründen sağlanan faydalı ısı (kW)

\dot{m} = Isı taşıyıcı olan akışkanın kütleli debisi (kg /sn)

c_p = Isı taşıyıcı akışkanının sabit basınç altındaki özgül ısısı (kJ / kg °C)

$T_{çıkış}$ = Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıya çıkış sıcaklığı (°C)

$T_{giriş}$ = Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıya giriş sıcaklığı (°C)

ρ = Akışkanın yoğunluğu (kg/m³)

V = Akışkanın hızı (m/sn)

Toplayıcıdan çevreye ısı kaybının oluşmasının nedeni, genellikle toplayıcı geometrisi, çevre sıcaklığı ve rüzgar hızı gibi etkenlerdir.

Toplayıcı verim hesabı ise, yüzeye gelen güneş ışınımının, yararlı enerji olarak akışkana iletilme oranı olarak tanımlanır.

$$\eta_t = \left(\frac{Q_{faydalı}}{Q_{solar}} \right) = \left(\frac{Q_{faydalı}}{I \times A} \right) \quad (5.5)$$

η_t = Anlık verim

$Q_{faydalı}$ = Faydalı Isı (W)

$Q_{güneş}$ = Güneş ısısı (W)

I = Toplayıcı yüzeyine gelen güneş ışınımı (W/m²)

A = Toplayıcı alanı (m²)

5.11 Güneş Enerjisi Kollektörlerinde Yararlı Isı Ve Verim

Güneş enerjisi sisteminde, sisteme gelen enerjinin ve toplayıcıya gelen enerjinin ne kadar miktarının yararlı enerji olarak kullanılmakta olduğunu, ne kadar miktarının da kayıp olduğunu hesaplamak için;

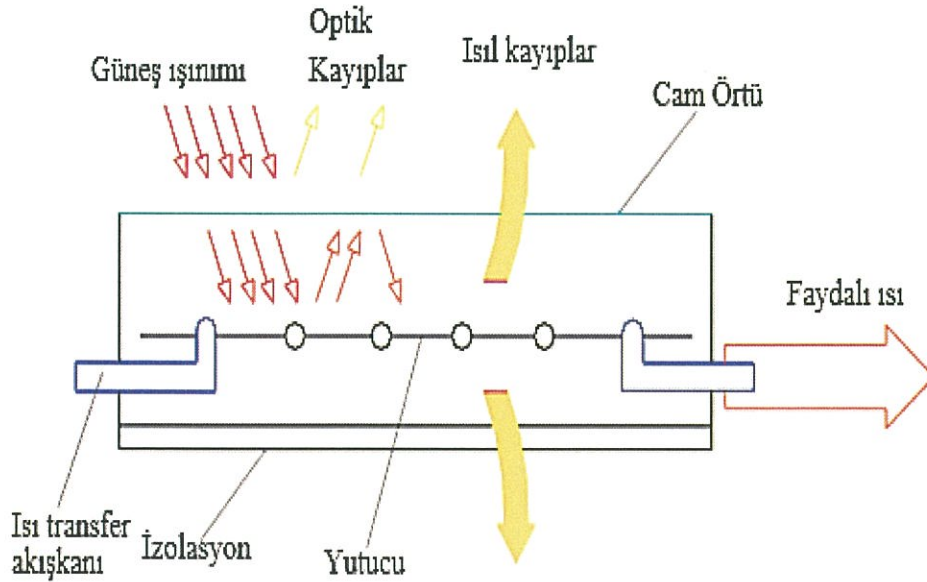
$$\text{Enerji} = \text{Ekserji} + \text{Anerji} \quad (5.6)$$

Denkleminin hesaplanması gerekir.

Ekserji = Kullanılan, faydalı enerji miktarı (kW)

Anerji = Kaybolan, kullanılmayan enerji miktarı (kW) olmaktadır.

Şekil 38’de düzlemsel güneş kolektöründe optik ve ısı kayıplar şeması verilmiştir.



Şekil 38. Düzlemsel güneş kolektöründe optik ve ısı kayıplar [45].

Güneş enerjisi sistemlerinde bu denklemi kullandığımızda, güneş enerjisi kolektörüne gelen toplam enerji Q_{solar} , kullanılan enerji, kolektörün yararlandığı enerji $Q_{faydalı}$ (ekserji) ve verimi etkileyen etkenler nedeniyle kaybolan enerji $Q_{kayıp}$ (aneri) ile gösterilir ise, enerji ifadesi;

$$Q_{solar} = Q_{faydalı} + Q_{kayıp} \quad (5.7)$$

Formülü ile ifade edilir. Burada faydalı enerji (ekserji);

$$Q_{faydalı} = Q_{solar} - Q_{kayıp} \quad (5.8)$$

İfadesi ile hesaplama yapılacağından, kolektörün yüzeyine gelen enerjinin büyük bir bölümünden yararlanmak için kaybolan enerji (enerjiyi) $Q_{kayıp}$ azaltmak gerekmektedir. Bu işlem sonucunda toplayıcı veriminde artma sağlanmış olur.

Düzlemsel tip kolektöre gelen güneş ışınımı ile yüzeye gelen toplam enerjinin birim zamanda gelen güneş ışınım şiddeti ile kolektörün efektif alanına bağlıdır. Bu değer in hesaplanmasının formülü;

$$Q_{solar} = I \cdot A \quad (5.9)$$

Burada;

Q_{solar} = Düzlemsel tip güneş kolektörü enerjisi toplayıcısının efektif alanından sağlanan ısı enerjisi (kW),

I = Bir periyot süresi boyunca ölçülen ışınım şiddeti (W /m²),

A = Düzlemsel tip toplayıcısının efektif alanı (m²)'dir

Düzlemsel tip bir güneş enerjisi kolektörünün termal verimi, toplayıcısının efektif yüzeyi üzerine gelen ışınım şiddeti ile bu ışınım şiddetinden sağlanarak yararlı ısı enerjisine oranı olarak belirtilmektedir. Aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$\eta_k = \frac{Q_{faydalı}}{Q_{solar}} = m \cdot c_p \cdot \frac{(T_g - T_s)}{I \times A} \quad (5.10)$$

Buradaki ifadeler;

η_k :Kollektör verimi (%)

$Q_{faydalı}$:Faydalı ısı (kW)

Q_{solar} : Toplayıcının birim alanından sağladığı ısı enerjisi (W/ m²)

\dot{m} : Isı taşıyıcı akışkanın kütleli debisi (kg / sn)

c_p : Isı taşıyıcı akışkanın sabit basınçtaki altındaki özgül ısısı (kJ / kg°C)

$T_{çıkış}$: Isı taşıyıcı akışkanın toplayıcıdan çıkış sıcaklığı (°C)

$T_{giriş}$: Isı taşıyıcı akışkanın toplayıcıya giriş sıcaklığı (°C)

Güneş kolektörlerinden elde edilen ısı enerjiden en iyi şekilde yararlanmak için imalat aşamasında ve kullanım aşamasında aşağıdaki maddelere dikkat edilmelidir.

- Su boruların tesisatının yapılması esnasında kolektör kasası veya çerçeveye teması olmayacak şekilde tesisat işlemi yapılmalıdır. Su bağlantı alanlarının bulunduğu yerlerde, kaynak işlemi yapılan bölgelerin kontrolü yapılarak zamanla kolektörden sızıntı olması engellenmelidir. Ayrıca yalıtım malzemesinin ıslanmaması gerekir. Borulardaki su hızı 1,2 m/s değerinde sabit tutulmalıdır.
- Kollektörlerde kullanılan yalıtım malzemesi cam yünüdür. Cam yünü neme ve suya maruz kalırsa yalıtım görevini yerine getiremez. Tasarım esnasında ve kolektör veriminin yüksek olması için yalıtıma dikkat edilmelidir. Cam yününün ıslanmaması için gerekli önlemler alınmalıdır. Cam yünü kalınlığı sıcak iklimlerde 5 cm kalınlığında olmalı, soğuk iklimlerde ise bu değer 10 cm kalınlığında olmalıdır.
- Kış mevsiminde ve soğuk bölgelerde, kolektörlerde bulunan suyun donma tehlikesi bulunmaktadır. Suyun donmasını engellemek için kolektör

devresindeki suyun tahliye edilmesi gerekir. Ayrıca diğer alınması gereken önlem ise pompalı kapalı sistem uygulaması yapılmalı ve sistem içerisinde antifirizli su dolaştırılma işlemi yapılabilir. Pompalı açık sistemde donma tehlikesinin olduğu zamanlarda sürekli olarak pompanın çalıştırılması sağlanmalıdır.

- Sistem içerisine akışkanın doldurulma işlemi ve akışkanın tahliye edilmesi esnasında sistemde hava yapabilir. Bu sorunu önleyebilmek için, dik bir şekilde yerleştirilmiş dirsekler kullanılmamalıdır ve uygun bölgelere hava alma muslukları yerleştirilmelidir. Boru dağıtım sisteminin ve kollektör yerleşim sisteminin su hareketi ile aynı yönde çok az bir eğim açısı (1°) ile yerleştirilmelidir. Bu yerleştirme işlemi, sistemde oluşacak havanın önlenmesini sağlayan bir yöntemdir.
- Kollektörün dış etkenlere maruz kalarak tozlu ve rüzgarlı alanlarda bulunduğu durumlarda cam örtünün kirlenmemesi ve kollektörün verimsiz çalışmaması için kollektör camlarının temizlenmesi gereklidir.
- Kollektörün, içerisinde akışkanın olmadığı hallerde olabildiğince güneş ışınları altında kalmamasına önem verilmelidir. Aksi halde yüksek sıcaklığa maruz kollektör camı kırılır. Ayrıca ışınlarına maruz kalan kollektör borularının boyasının kabarak dökülmesine neden olur.
- Kapalı türde genleşme depolu sistemler için, su ısıtıcısı sistemi, aşırı ısınmalar sonucuna ve sistemde buhar oluşması gibi olumsuz sonuçlara karşı bir emniyet sübabı ile korunmalıdır.
- Kollektörün yüksek sıcaklık etkisi ile boyanın içinde bulunan madde ve cam yünü içinde bulunan fenol maddesinin buharlaşması ve cama içeriden etki etmesiyle camın geçirgenlik özelliğinin düşmesi gibi sorunlar oluşabilir. Bu sorunları önleyebilmek için plakaya boyama işlemi yapılır.

- Kollektör sisteminin kullanım ömrünü azaltan faktörlerden biride sistemde kireçlenme meydana gelmesidir. Bu sorunu açık sistemlerde önleyebilmek zordur. Ayrıca ısıtıcı devresinde birbirinden farklı iki metal malzeme kullanıldığında bu parçalar bir tür pil oluşmasını sağlarlar. Kollektörde meydana gelen kireçlenme olayı kollektörün veriminde etki eder. Oluşan kireçlenme aradan çok zaman geçmeden kısa bir süre içinde kollektör verimini düşürmektedir. Kollektör sisteminde kireçlenme oluşmasını engellemek için "siliphos" kullanılması önerilir. Siliphos denilen poly-fosfatlar 60°C dereceye kadar CaCO₃ çökmesini engellemektedir. Kollektör sisteminin soğuk su giriş bölümüne poly-fosfat tankı montaj işlemi yapılarak, su bu sistem üzerinden geçtikten sonra kollektöre verilebilir. Bu şekilde sistemde oluşabilecek kireçlenme olayı engellenmiş olur.
- Su deposunu paslanma gibi olumsuzluklarına karşı önlemek için yapım işlemi esnasında antipas boya ile boyanması gerekmektedir. Kollektör sistemindeki diğer elemanlara da antipas boyanmasıdır.
- Kazanılan enerjinin, sıcak su kullanım ve dağıtım hatlarında kayıpların en az olması için, bu hatlarının yalıtımı çok iyi bir şekilde yapılmalıdır.

5.12 Güneş Kollektörlerinde Enerji Analizi

Güneş enerjili kollektörlerin ısı verimleri aşağıdaki özelliklere bağlıdır.

- Soğurucu plakanın optik verim ve ısı verimlerine
- Hava şartlarına (sıcaklık, nem, rüzgar vb.)
- Kollektör düzlemine gelen güneş ışınımına geliş açısına
- Kollektörün bulunduğu konumun eğim açısına
- Kollektör sistemindeki çalışma akışkanın kütleli debisine

Güneş enerjili kolektörlerin anlık ısı verim değeri, çalışma akışkanından oluşturulan faydalı ışınımın, kolektör yüzeyine gelen güneş enerjisine oranı olarak belirlenir.

$$\eta = \frac{Q_{faydalı}}{(A.I)} \quad (5.11)$$

Burada;

η = ısı verim (%)

$Q_{faydalı}$ = faydalı ısı (kW)

A = kolektörün sahip olduğu alanı (m^2)

I = kolektör düzleminin birim alanına gelen toplam güneş ışınımı şiddetidir (W/m^2)

Faydalı ısı $Q_{faydalı}$ aşağıdaki eşitlikte ifade edilir.

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p (T_{\dot{c}} - T_g) \quad (5.12)$$

Burada;

\dot{m} = çalışma akışkanı kütleli debisi (kg/sn)

c_p = çalışma akışkanı özgül ısısı ($J/kg^\circ C$)

$T_{\dot{c}}$ ve T_{giris} = sırasıyla çalışma akışkanının kolektörden çıkış ve kolektöre giriş sıcaklıklarıdır ($^\circ C$).

Düzlemsel tip güneş kolektörlerinde yapılan ısı verim deneyleri sonucunda alınan ölçüm değerleri kullanılarak yararlı ısı ve çevreye olan ısı kayıpları hesaplanır. Kararlı hal koşullarında çalışan bir düzlemsel tip kolektörünün ısı verimi ortalama akışkan sıcaklığı cinsinden;

$$\eta = F_m(\tau \alpha) - FmU (T_o - T_{\dot{c}}) \quad (5.13)$$

Burada;

F_m = güneş kollektöründen edilen yararlı ısının bütün kollektör yüzeyinin akışkanın ortalama sıcaklığında olması durumunda elde edilebilecek yararlı ısı olarak tanımlanır ve kollektörün ısı verim faktörü olarak isimlendirilir.

U = Toplam ısı kayıp katsayısı ($W/m^2 \cdot C$)

T_c = Çevre sıcaklığı ($^{\circ}C$)

τ = Cam örtü geçirgenlik katsayısı (%)

α = Soğurucu yüzeyin yutma katsayısı (%)

Çalışma akışkanının ortalama sıcaklık değeri (T_o) = akışkan giriş ve çıkış sıcaklıklarının ortalaması olarak alınır.

$$T_o = \frac{(T_c + T_g)}{2} \quad (5.14)$$

Doğrusal yaklaşım yöntemi kullanılarak kollektör ısı verim eğrilerinin meydana getirilmesinde ısı kayıp katsayı değerinin sabit olduğu bilinmektedir. Fakat yukarıda tanımlanan ısı verim eşitliklerinde bulunan toplam ısı kayıp katsayısı değeri sabit değildir. Isıl verim; çevre sıcaklığı, gökyüzü sıcaklığı, rüzgarın hızı ve kollektörün eğimi, soğurucu yüzeyin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu farklılıkların kollektör ısı kayıp katsayısını ve kollektörün ısı veriminide etkiler

Ülkemizde Avrupa standartlarına uygun olarak hazırlanan, yeni düzenlenen Türk standartlarında toplam ısı kayıp katsayısının değişimi dikkate alınarak kollektör ısı verim denklemi aşağıdaki gibidir.

$$\eta = \frac{F_m(\tau\alpha) - a_1(T_o - T_c)}{I} - a_2I[(T_o - T_c)]^2 \quad (5.15)$$

Burada;

α_1 : birinci dereceden ısı kayıp katsayısı (%)

α_2 : ikinci dereceden ısı kayıp katsayısıdır (%)

Isıl verim ikinci dereceden denklem olarak yazıldığında α_2 değeri negatif olmamalıdır.

5.13 Güneş Kollektörlerinde Enerji Analizinin Verime Etkisi

Güneş kollektörleri, güneş enerjisinin enerji fazla olduğu yerlerde kullanılan sistemlerdir. Güneş enerjili düzlemsel kollektörlerin ısı verim değerleri aşağıdaki durumlara bağlı olarak değişir.

- Soğurucu yüzeyin optik ve ısı verim değerlerine bağlıdır.
- Hava koşullarına bağlıdır.
- Kollektör düzlemine gelen ışına bağlıdır.
- Kollektör eğimine bağlıdır.
- Çalışma akışkanının kütleli debisine bağlıdır.

Güneş kollektörlerin anlık ısı verim değeri, çalışma akışkanına transfer edilen enerjinin kollektör yüzeyine gelen güneş enerjisine oranı olarak belirlenir.

Kollektör sistemine aktarılan enerji denklem (4.19) ile hesaplanır. Kollektörün anlık verimi denklem (4.20) ile hesaplanır [54].

$$\dot{Q}_{faydalı} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{çıkış} - T_{giriş}) \quad (5.16)$$

$$\eta = \eta_0 - \frac{\alpha_1(T_m - T_a)}{G} - \frac{\alpha_2(T_m - T_a)^2}{G} \quad (5.17)$$

Q= Transfer edilen ısı miktarı (J/s) (W)

\dot{m} = Kütleli debi (kg/sn)

T_o = Çıkış sıcaklık (°C)

T_i = Giriş sıcaklığı (°C)

c_p = çalışma akışkanı özgül ısısı (J/kg°C)

η = Anlık verim

η_0 = Sıfır ısı kayıp katsayısı

α_1 = Isı kayıp katsayısı (%)

α_2 = Sıcaklığa bağlı ısı kayıp katsayısı (%)

T_0 = Ortalama sıcaklık (°C)

T_∞ = Çevre sıcaklık (°C)

I = Işınım şiddeti (W/m²)

BÖLÜM 6

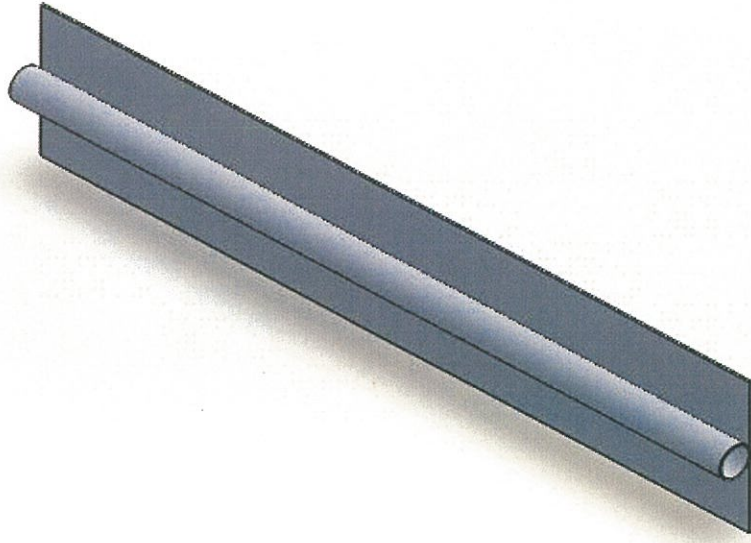
6. SOĞURUCU PLAKAYA TEMAS EDEN DAİRESEL BORU YERİNE ELİPS ŞEKLİNDE BORU KULLANILMASI

Yapılan araştırmalar sonucu benzer çalışmalar yapıldığı gözlemlenmiştir fakat bu çalışma farklı kollektör malzemeleri kullanılarak (alüminyum soğurucu plaka ve boru) alışma yapılmıştır.

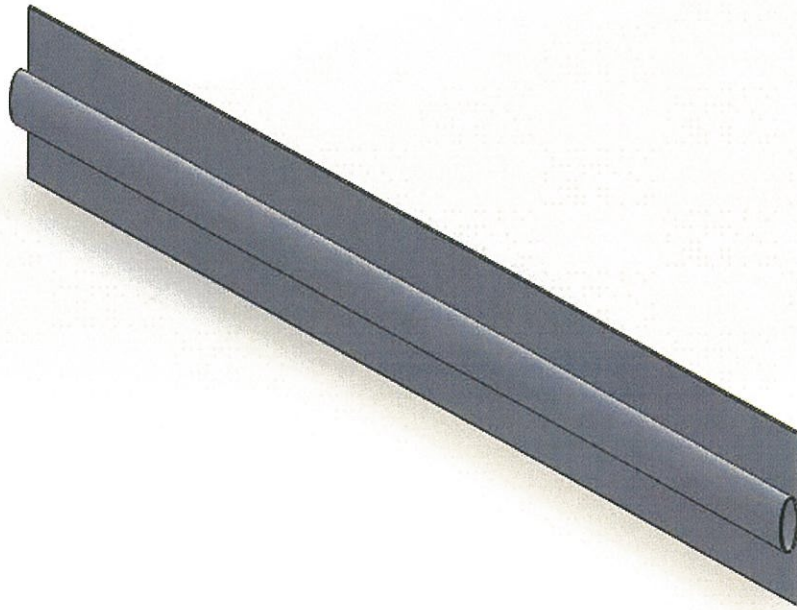
Uygulamada kullanılan güneş kollektörlerinde, soğurucu plakaya temas eden borunun şekli dairesel kesitlidir. Kollektör veriminde artış sağlamak ve güneş enerjisinden en iyi şeklide yararlanmak için; soğurucu plakaya temas eden dairesel borunun yerine elips şeklinde boru kullanılabilir.

Kullanılacak olan elips şeklindeki boru, soğurucu plakaya borunun temas eden yüzey alanını arttırır. Bu sayede yüzeyin alan artışına bağlı olarak soğurucu plakadan akışkana gecen ısı miktarı ve ısı transfer hızı da artar. Böylece akışkan daha kısa sürede istenilen sıcaklığa ulaşır.

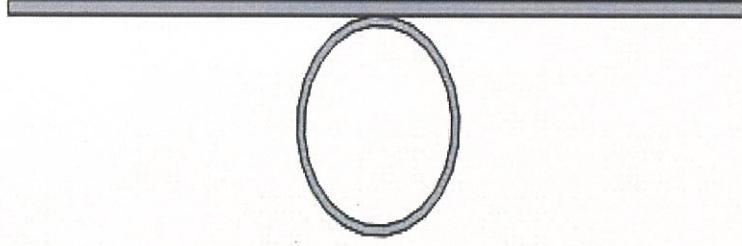
Şekil 39 ve 40'da et kalınlıkları ve çapları aynı olan dairesel ve elips kesitli borunun soğurucu plakaya temas hali gösterilmiştir. Temas eden yüzey alanının kesite göre değişikliği çizimler üzerinde incelendiğinde alan artışı daha iyi anlaşılacaktır.



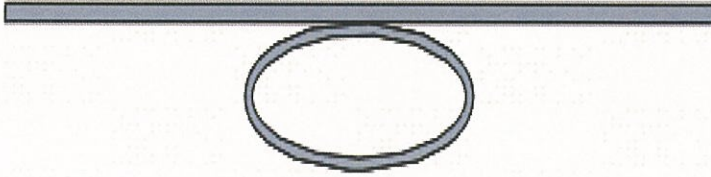
Şekil 39. Dairesel kesitli borunun soğurucu plakaya teması.



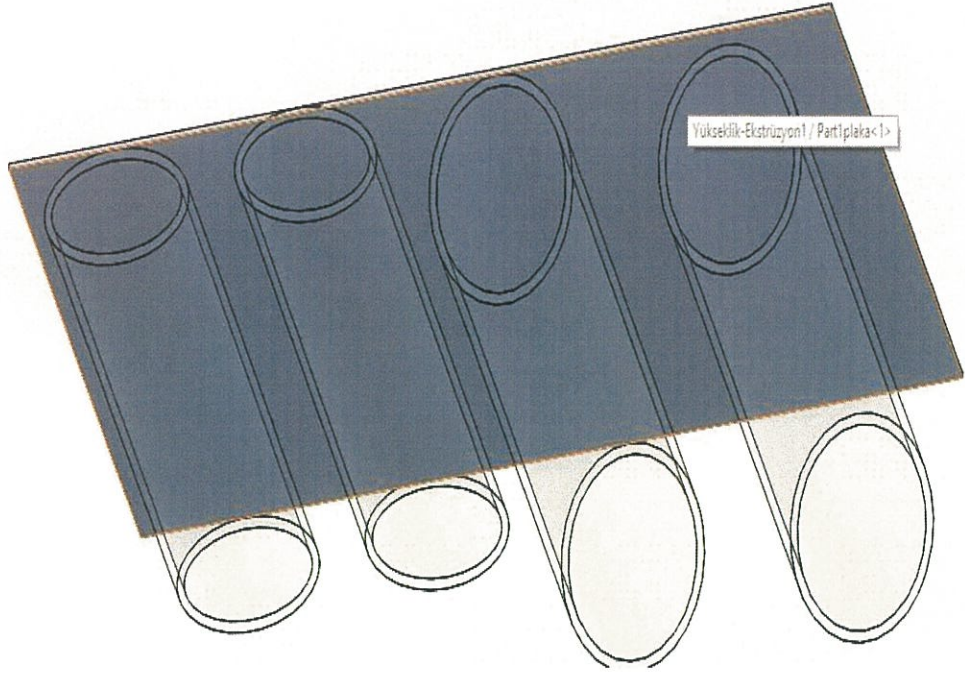
Şekil 40. Elips kesitli borunun soğurucu plakaya teması.



Şekil 41.Dairesel borunun plakaya temasının önden görünüşü.



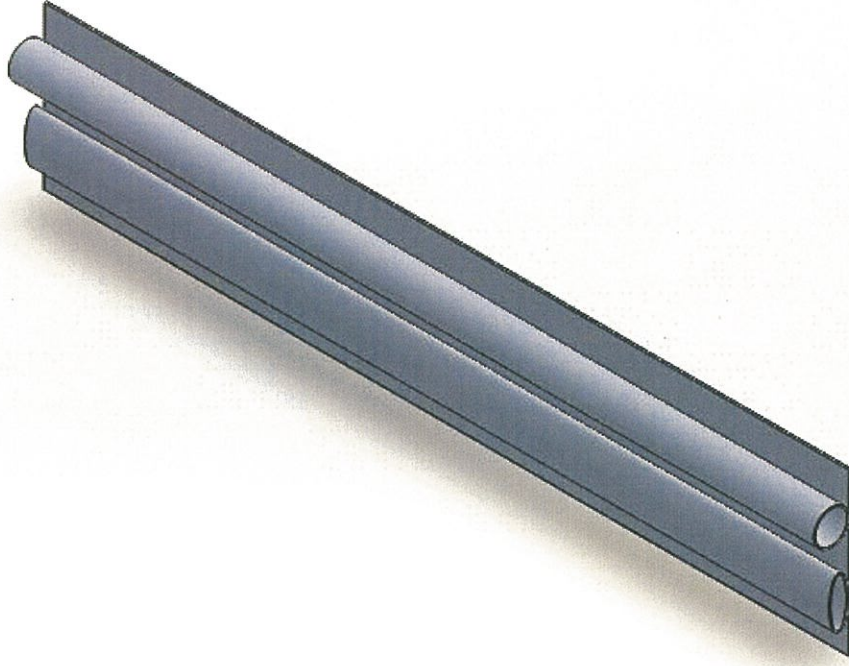
Şekil 42.Elips kesitli borunun plakaya temasının önden görünüşü.



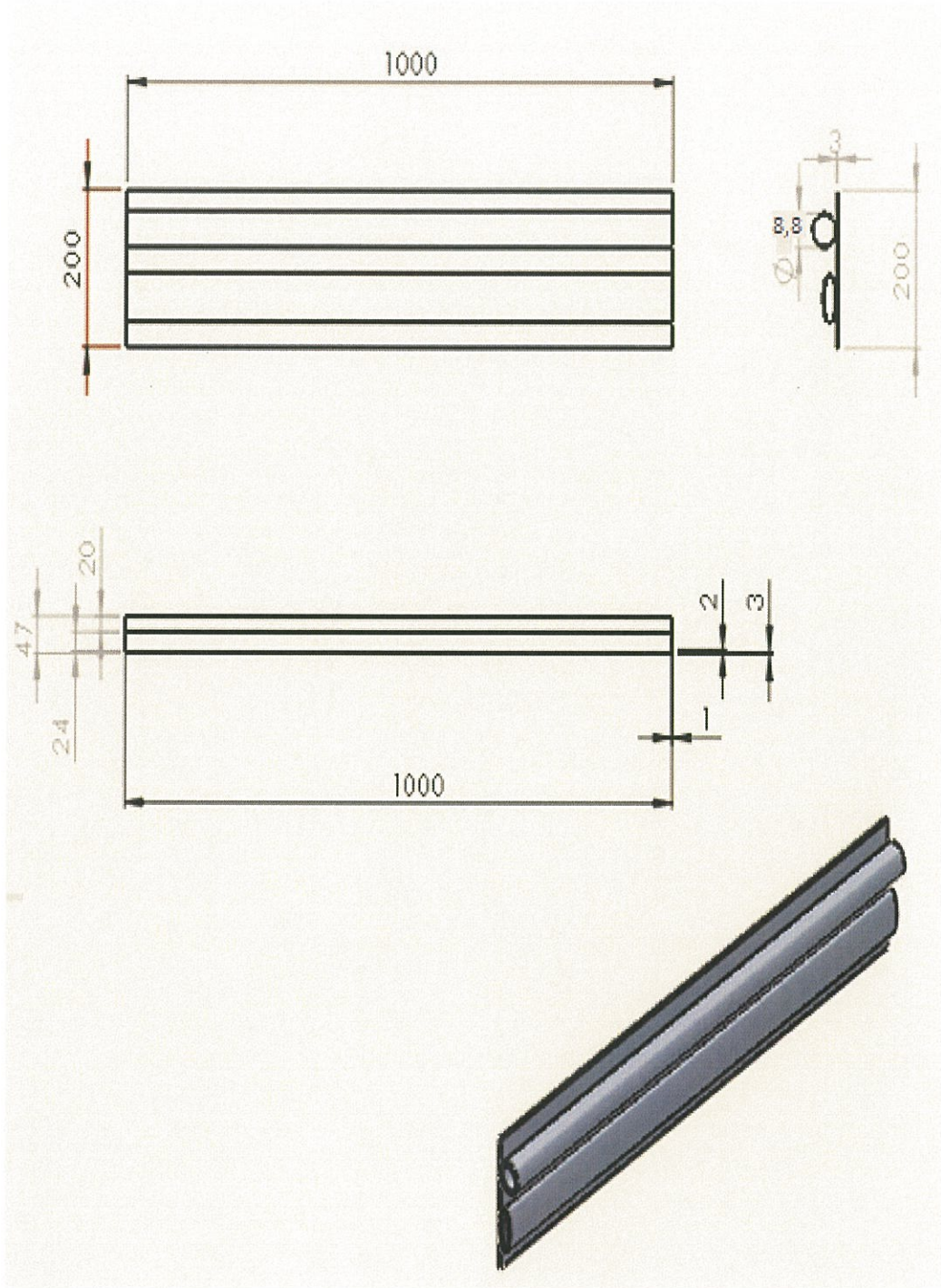
Şekil 43.Dairesel ve elips kesitli borularının plakaya teması (A).



Şekil 44.Dairesel ve elips kesitli boruların plakaya teması (B).

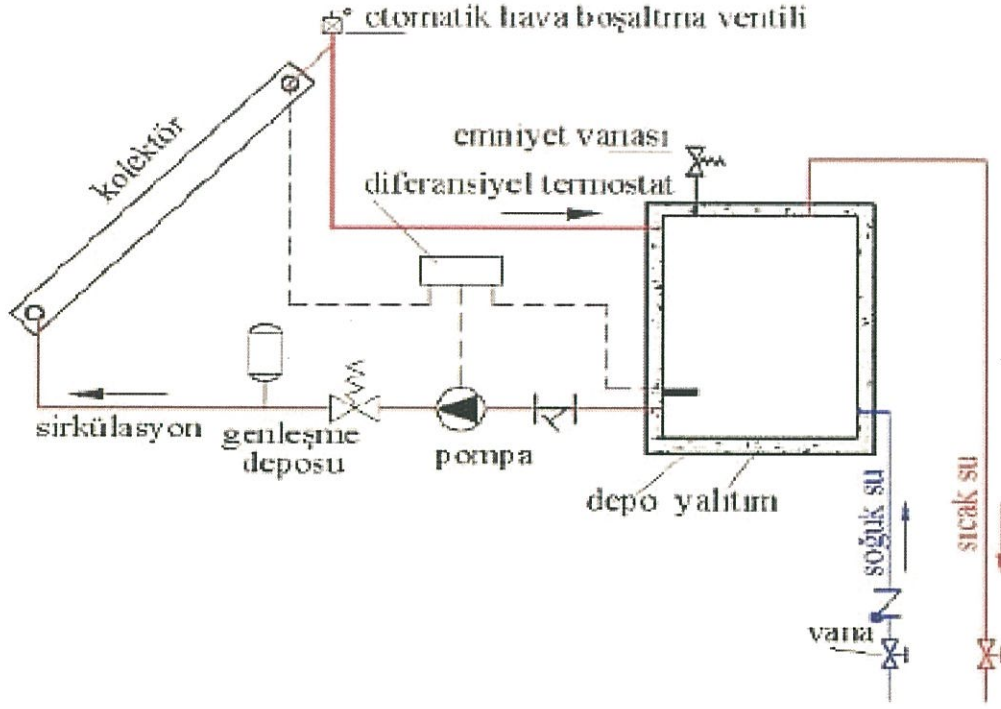


Şekil 45.Dairesel ve elips kesitli boruların plakaya teması (C).



Şekil 46. Dairesel ve elips kesitli boruların plakaya temasının teknik resim ölçüleri (mm).

Şekil 47’de deney düzeneği verilmiştir.

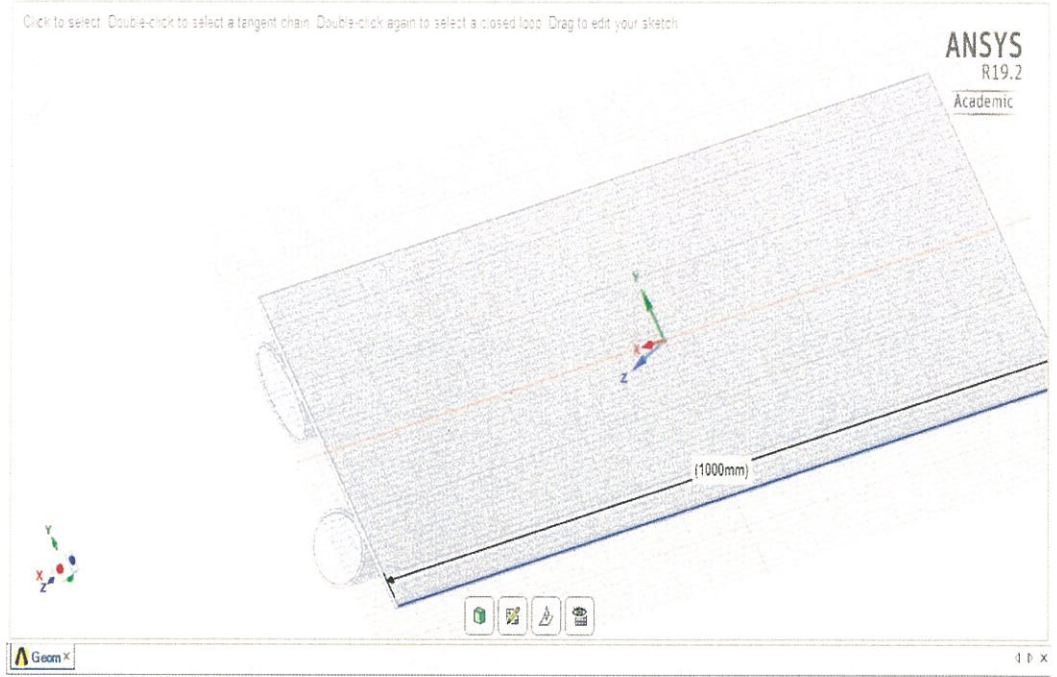


Şekil 47. Deney düzeneği [36].

Bu çalışmada her iki tip güneş kolektörü ANSYS 19.2 programı yardımıyla analiz edilerek ve sonuçları karşılaştırıldı. ANSYS; mühendislik çalışmaların da mühendislerin simülasyon ve analiz yapılabildiği bilgisayar destekli olan bir mühendislik programıdır. ANSYS programı yardımıyla mekanik, yapısal analiz, hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve ısı transferi gibi farklı alanlarda ki çalışmalara olanak verir.

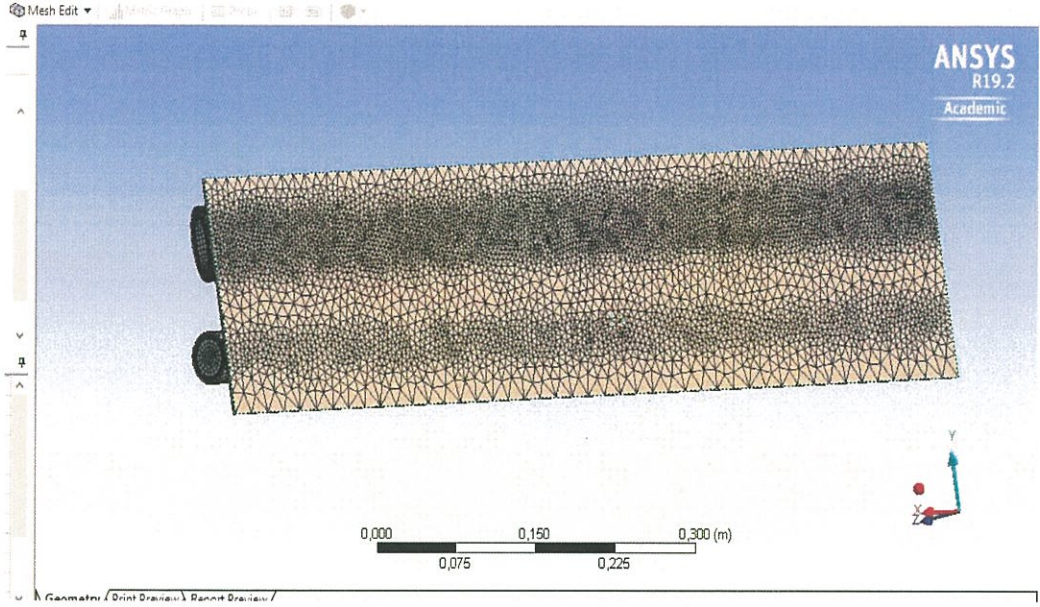
Dünyada ve ülkemizde en çok kullanılan CAE (bilgisayar destekli mühendislik) programlarının başında gelir. ANSYS programı sonlu elemanlar yöntemi ile çalışmaktadır.

Sonlu elemanlar yöntemi sayesinde parça halinde analizi çok zor olan karmaşık şekilde ki cisimlerin küçük ve çok sayıda parçalara bölünerek ayrı ayrı analiz eder. Sonlu sayıdaki elemanın analizi sonucunda elde edilen veriler bütün sonuçlar ile birleştirilerek tek ve tutarlı bir analiz sonucu elde edilir.



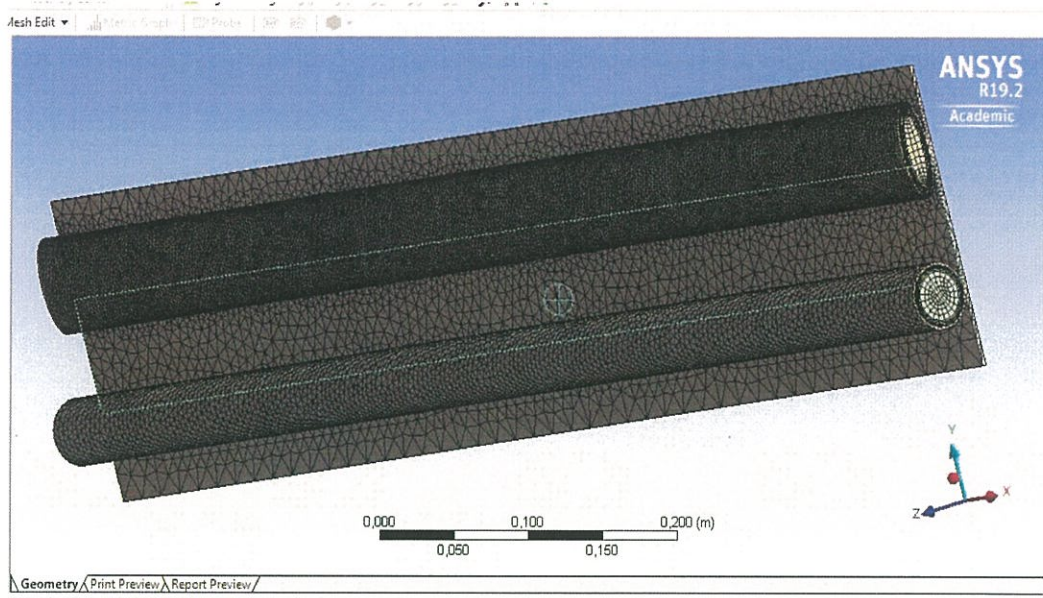
Şekil 48.Geometri tanımlama.

Bu çalışmada ise ANSYS Fluent programı kullanılmıştır. Fluent ile sıvılar, gazlar ve yarı akışkan haldeki maddelerin simülasyonu kolaylıkla modellenebilir. Çalışmada boru içindeki sıvı akışı ve ısı transferi modellenerek çözülmüştür. Şekil 48’de ANSYS ara yüzünde Solid Works ile çizilmiş soğurucu plaka ve borular montajı yapılmış bir şekilde ANSYS programına aktarılmıştır. Bu işleme geometri tanımlamada denir. Şekil 48’de görüldüğü gibi ANSYS programına geometri tanımlama işlemi yapılmıştır.



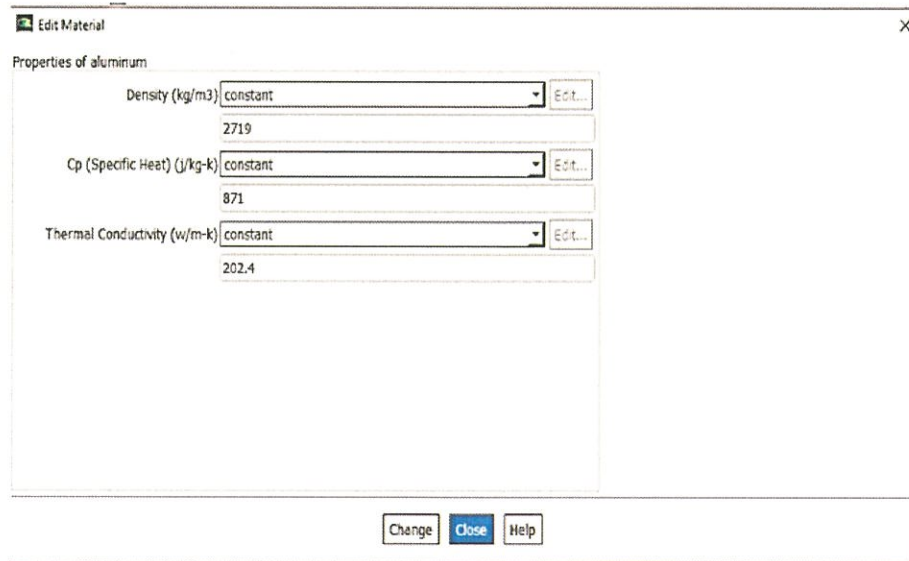
Şekil 49. Mesh işlemi.

Geometri tanımlandıktan sonra aktarılan parçalar mesh işlemine tabi tutulur. Mesh işlemi fiziksel olarak bir tanım aralığının daha küçük elemanlara (aralıklara) bölme işlemi olarak da tanımlanır. Mesh işleminde daha iyi sonuç elde etmek için mesh sayısı artırılır mesh sayısı arttıkça program geometriyi daha küçük parçalara bölerek analiz eder.



Şekil 50. Mesh sayısını arttırılmış olan geometrinin görünümü.

Bu çalışmada soğurucu plaka ve borular alüminyum seçilmiş olup alüminyum için ısı iletkenlik değeri, cp değeri ve yoğunluk değerleri Şekil 51’de belirtildiği gibi materyal özellikleri programa girilmiştir.



Şekil 51. Malzeme özelliklerinin girilmesi.

Programda bu aşamada akışkan olarak su seçilmiş ve suyun özellikleri Şekil 52’de gösterildiği gibi girilmiştir.

Create/Edit Materials

Name: water-liquid
Material Type: Fluid
Chemical Formula: h2o<l>
Fluent Fluid Materials: water-liquid (h2o<l>)
Mixture: none

Order Materials by:
 Name
 Chemical Formula

Properties:

Density (kg/m ³)	constant	Edit...
	998.2	
Cp (Specific Heat) (J/kg-k)	constant	Edit...
	4182	
Thermal Conductivity (w/m-k)	constant	Edit...
	0.6	
Viscosity (kg/m-s)	constant	Edit...

Change/Create Delete Close Help

Şekil 52. Akışkan (su) özelliklerinin girilmesi.

Bu aşamada borulara suyun giriş sıcaklığı yaklaşık 15 °C (288 K) olarak Şekil 53’de gösterildiği gibi programa girilmiştir.

Mass-Flow Inlet

Zone Name: inlet1

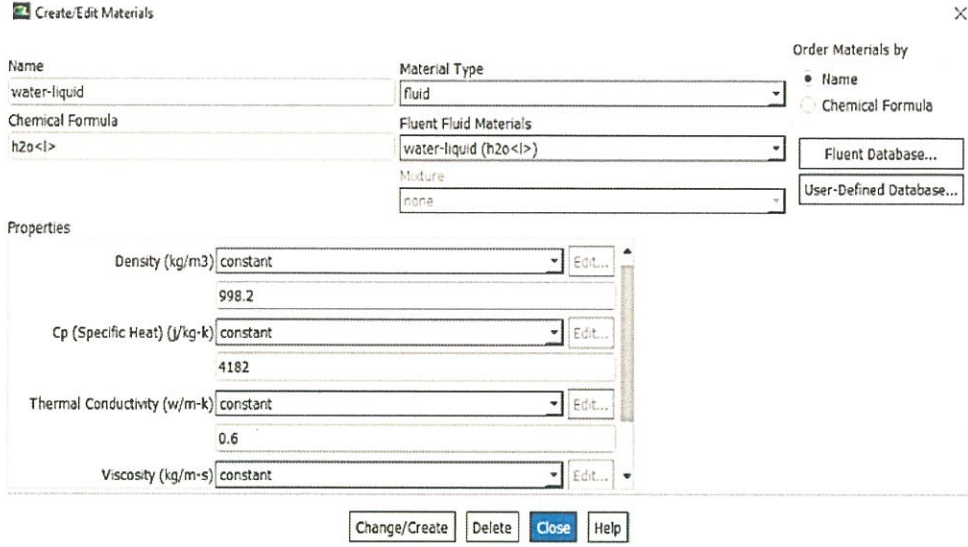
Momentum Thermal Radiation Species DPM Multiphase Potential UDS

Total Temperature (k): 288 constant

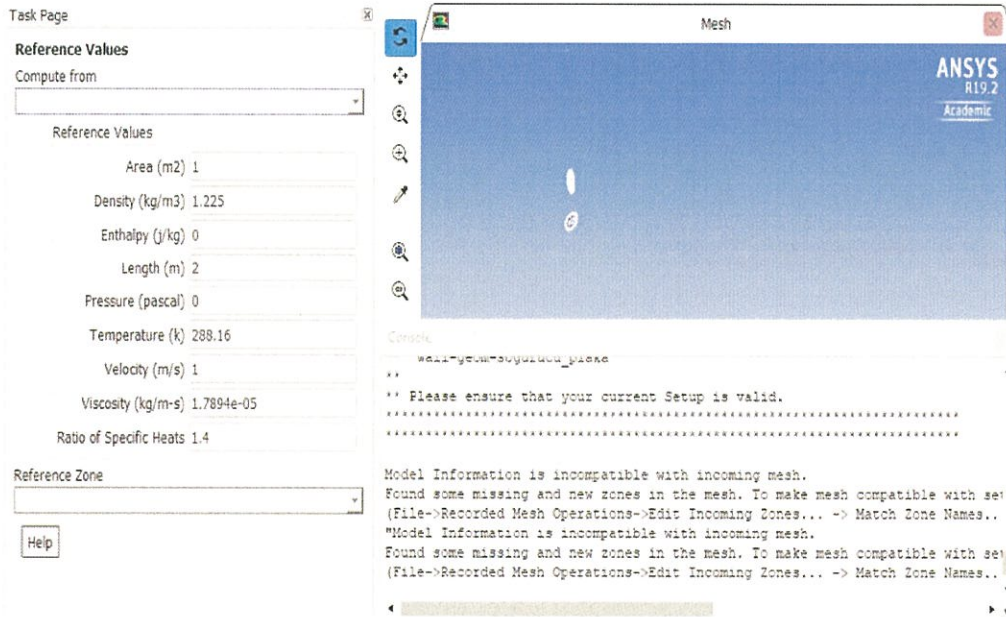
OK Cancel Help

Şekil 53. Suyun borulara giriş sıcaklık değerinin girilmesi.

Programda bu aşamada suyun kütleli debisi ve akış ile ilgili özellikleri Şekil 54’de gösterildiği gibi programa girilmiştir.



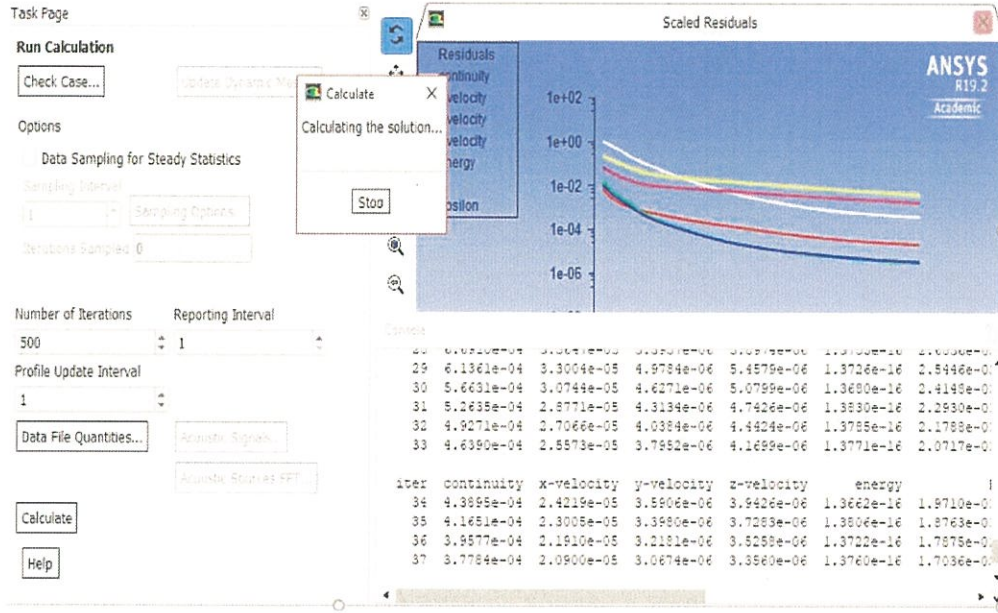
Şekil 54. Debi, ısı iletkenlik ve yoğunluk değerlerinin girilmesi.



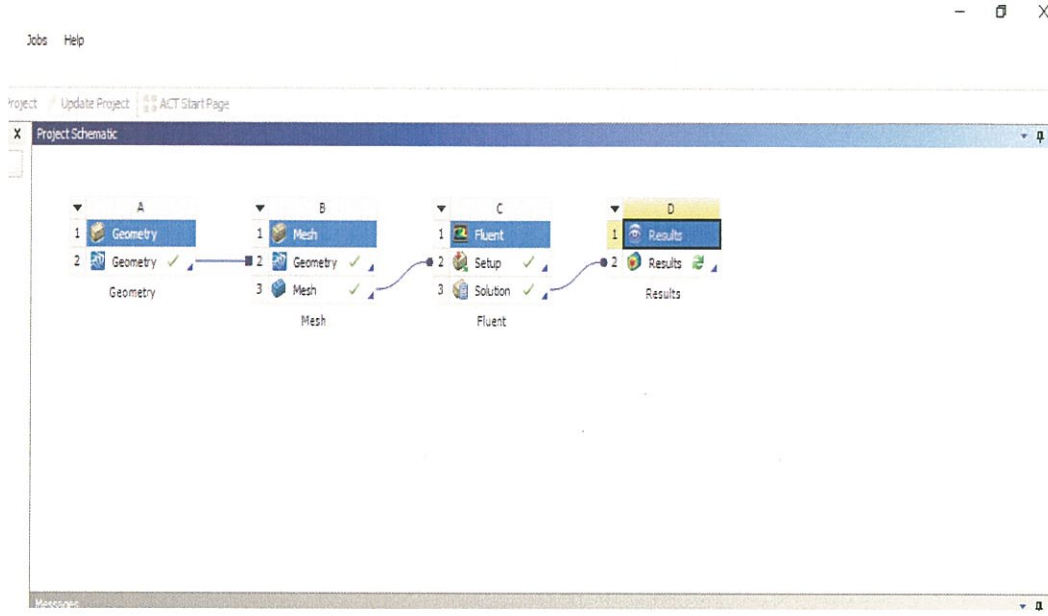
Şekil 55. Referans değerlerinin programa girilmesi.

Bu aşamada akışkanın özellikleri, soğurucu plaka özellikleri ve sistemin bulunduğu ortam koşullarına göre referans değerleri şekil 55' de belirtildiği gibi programa girilmiştir.

Analiz yaparken daha doğru çözüm elde edebilmek için Şekil 56'da gösterildiği gibi programa 500 iterasyon yaptırılarak analiz yapılmıştır. İterasyon sayısı arttıkça sonucun doğru olan değerlere yakınsadığı görülmüştür.

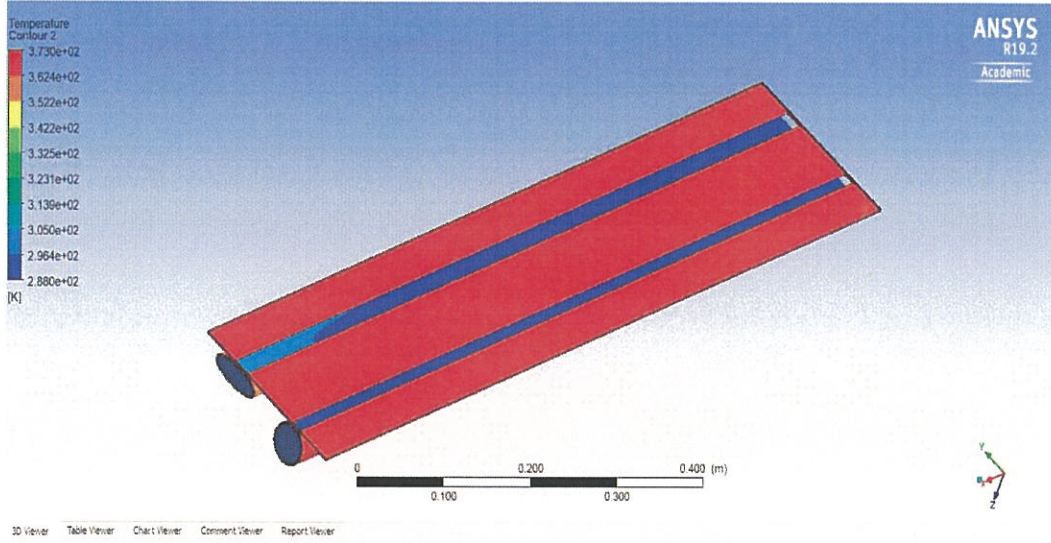


Şekil 56. Analiz işleminin yapılması



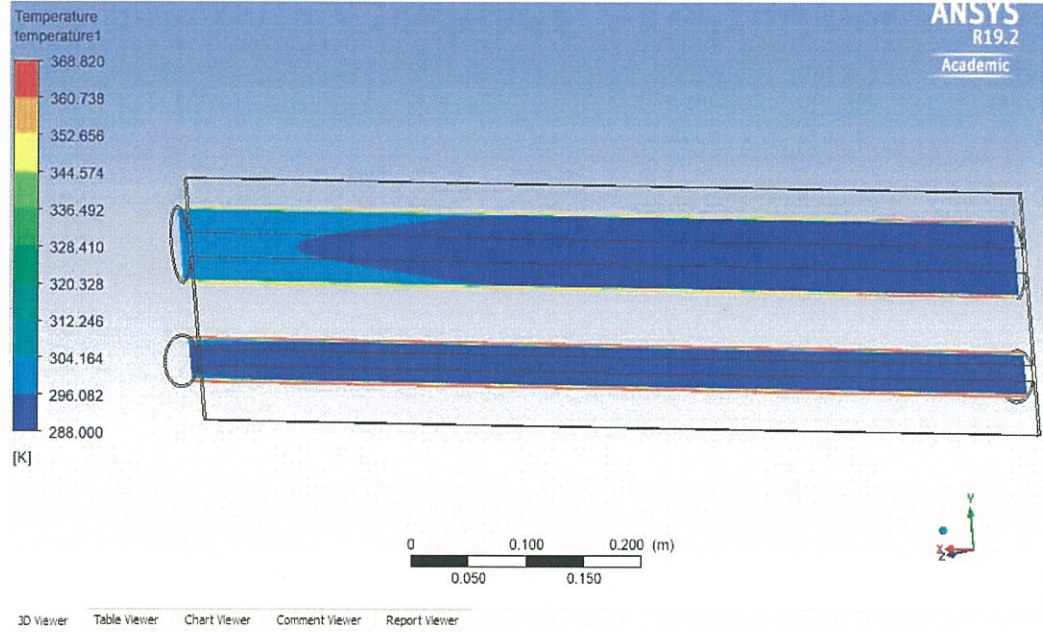
Şekil 57.ANSYS çözüm ekranı ve sonuç görüntüleme

Şekil 58’de soğurucu plaka tamamen ısınmış ve bu yüzden kırmızı renkle gösterilmiştir. Borular akışkanın ısınma seviyesi ise renk dağılımından gözlemlenmektedir.



Şekil 58.Çözüm sonucu soğurucu plaka yüzeyinin sıcaklık dağılımı.

Analiz sonucu Şekil 59 incelendiğinde soğurucu plaka sıcaklığının yaklaşık 368 K ulaştığı ve sıcaklığın soğurucu plakada uniform dağıldığı görülmektedir



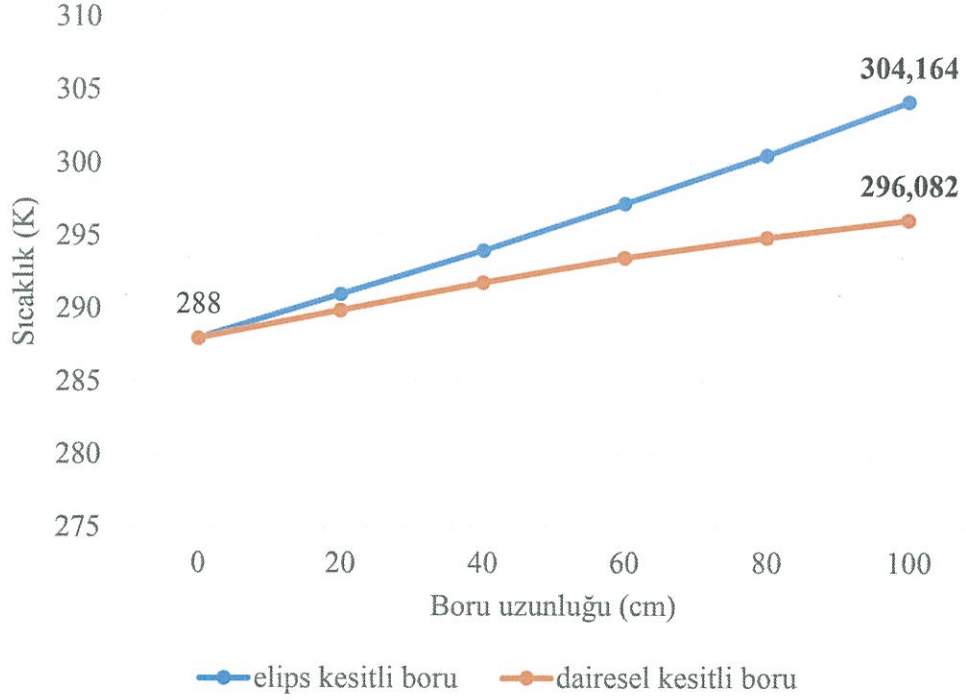
Şekil 59. Boru içindeki akışkanın sıcaklık dağılımı

Şekil 59’da analiz sonuçları daha iyi anlaşılabilmesi için soğurucu plaka şeffaf hale getirilmiş ve sadece borular içindeki suyun sıcaklık değişimine bağlı renk değişimleri verilmiştir. Boru içindeki akışkanın koyu mavi yerlerden açık mavi (turkuaz) olan renklere geçtikçe sıcaklığı artmaktadır. Şekil 59’a baktığımızda elips şeklinde boruda bulunan suyun sıcaklığı çıkışa yaklaştıkça dairesel kesitli boruya oranla daha fazla yükseldiği görülmektedir. Burada yaklaşık olarak elips şeklinde ki boru çıkışındaki su sıcaklığı 304,164 K iken dairesel kesitli boruda suyun çıkış sıcaklığı 296,082 K ‘dir.

Soğurucu plakaya temas eden yüzey alanı arttıkça ısı transfer hızı ve transfer edilen ısı miktarıda artmaktadır. Elips kesitli borudaki suyun sıcaklığının fazlası olmasının temel sebebi soğurucu plakaya temas eden yüzey alanının dairesel kesitli boruya oranla fazla olmasıdır.

Akışkan ısının boru girişinden çıkışına kadar değişimi Şekil 60’da gösterilmektedir. Grafikler incelendiğinde akışkan iki boruya da 288 K ile girmiştir. Borular boyunca

akışkanın sahip olduğu sıcaklık değerlerinin değişimi Şekil 60' da ve tablo 4'te verilmiştir.



Şekil 60.Farklı kesit alanına sahip borularda sıcaklık değişim grafiği.

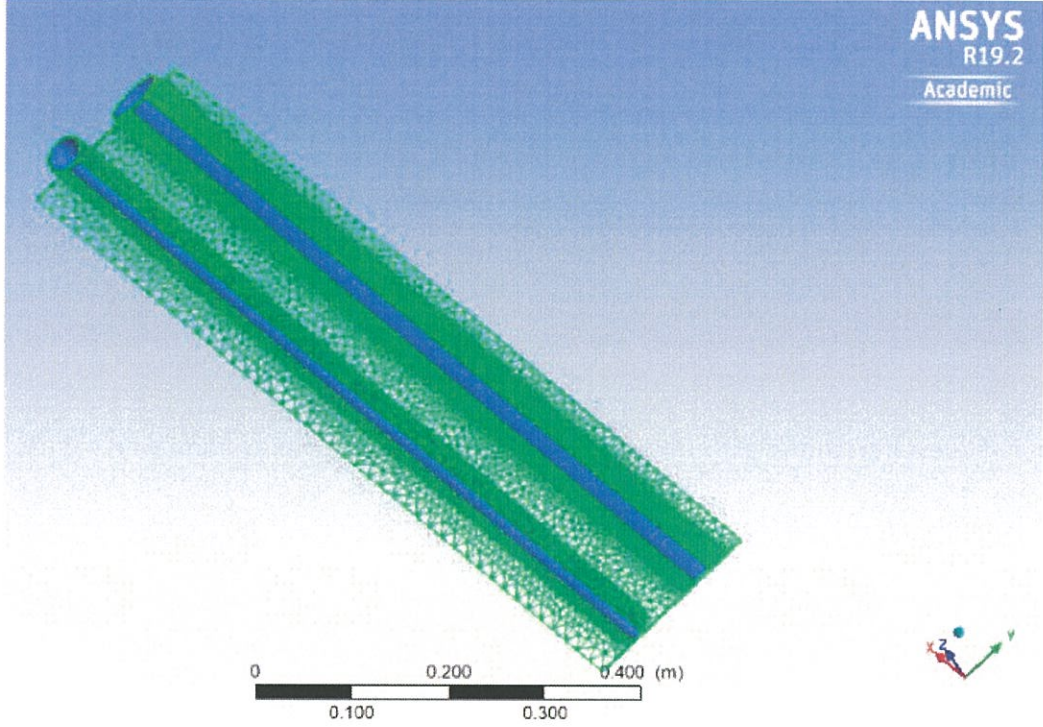
Tablo 4:Farklı kesit alanına sahip borularda sıcaklık değişim tablosu.

Boru uzunluğu (cm)	0	20	40	60	80	100
Elips kesitli boru içindeki akışkan sıcaklığı (K)	288	291	294	297,2	300,5	304,164
Dairesel kesitli boru içindeki akışkan sıcaklığı (K)	288	289,9	291,8	293,5	294,89	296,082

Yukarıdaki sonuçlara iredelendiğinde yaklaşık 281,082 K (8,082 °C) bir artış söz konusudur. Elips kesitli boru dairesel kesitli boruya oranla % 8.078 daha verimlidir.

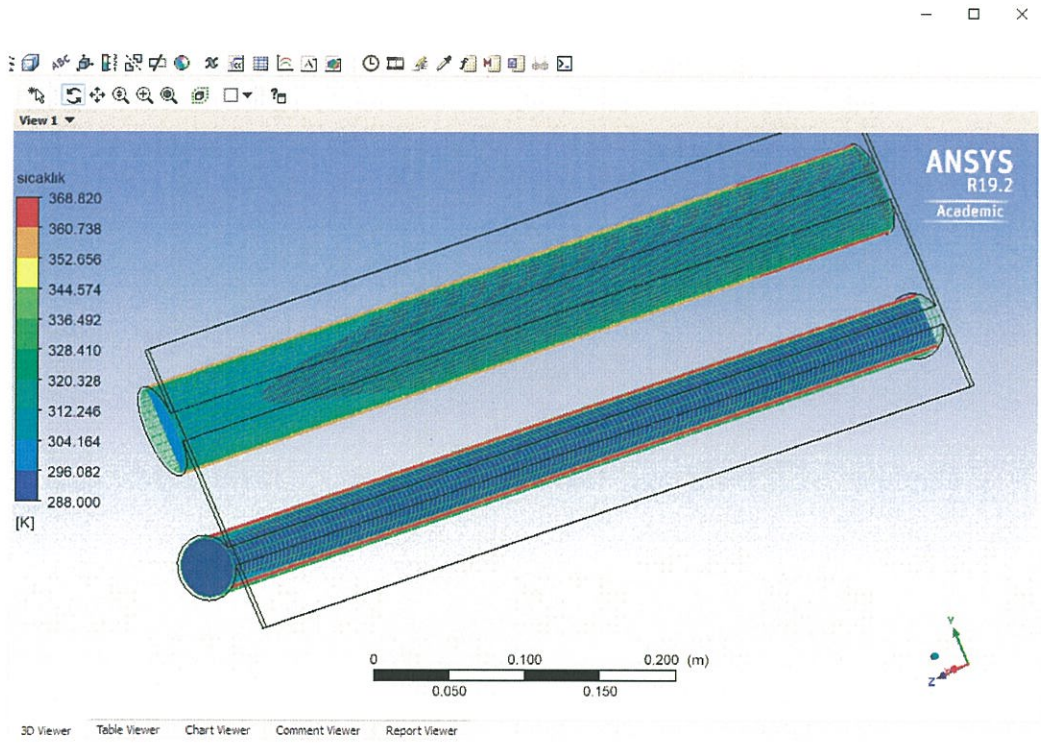
Bu sistemde yaklaşık 8 °C'lik artış tek bir boru üzerinden hesaplanmıştır. Boru sayısı arttıkça depolanan sudaki ısı miktarında daha fazla olacaktır. Bu artışın en temel nedeni

soğurucu plakaya temas eden yüzey alanının artmasıdır. Soğurucu plakaya temas eden yüzey alanları Şekil 61 incelendiğinde daha iyi anlaşılacaktır.

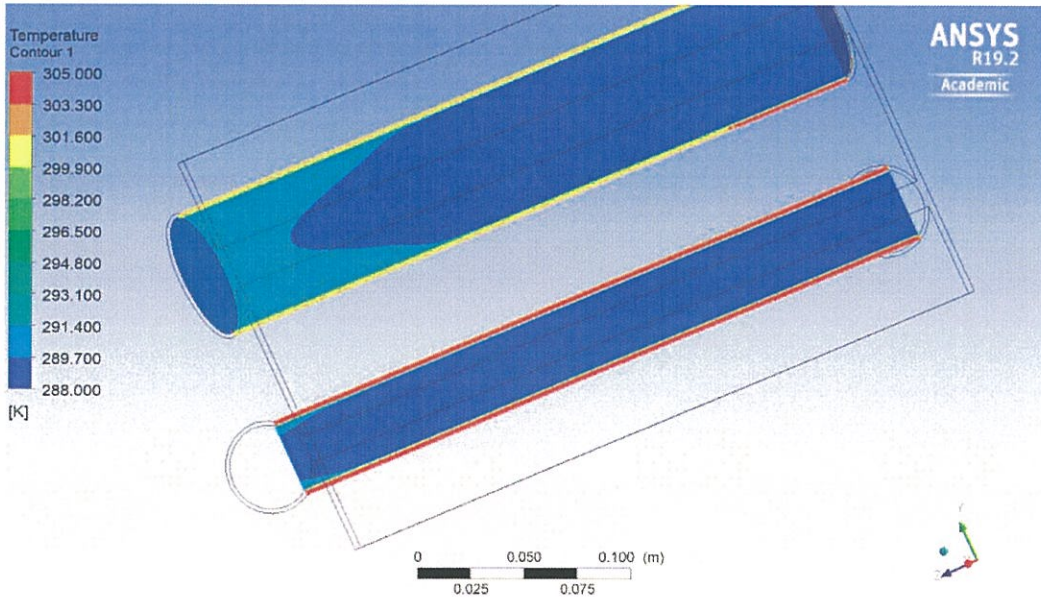


Şekil 61.Soğurucu plakaya temas eden yüzey alanları.

Şekil 61 dikkatli incelendiğinde aynı tip iki güneş kollektöründe sadece soğurucu plakaya temas eden boru şekilleri değiştirildiğinde plakaya temas eden yüzey alanında değiştiği görülmüştür. Elips kesitli boru soğurucu plakaya daha fazla yüzey alanıyla temas ettiği için ısı transferi daha fazla olmuştur.

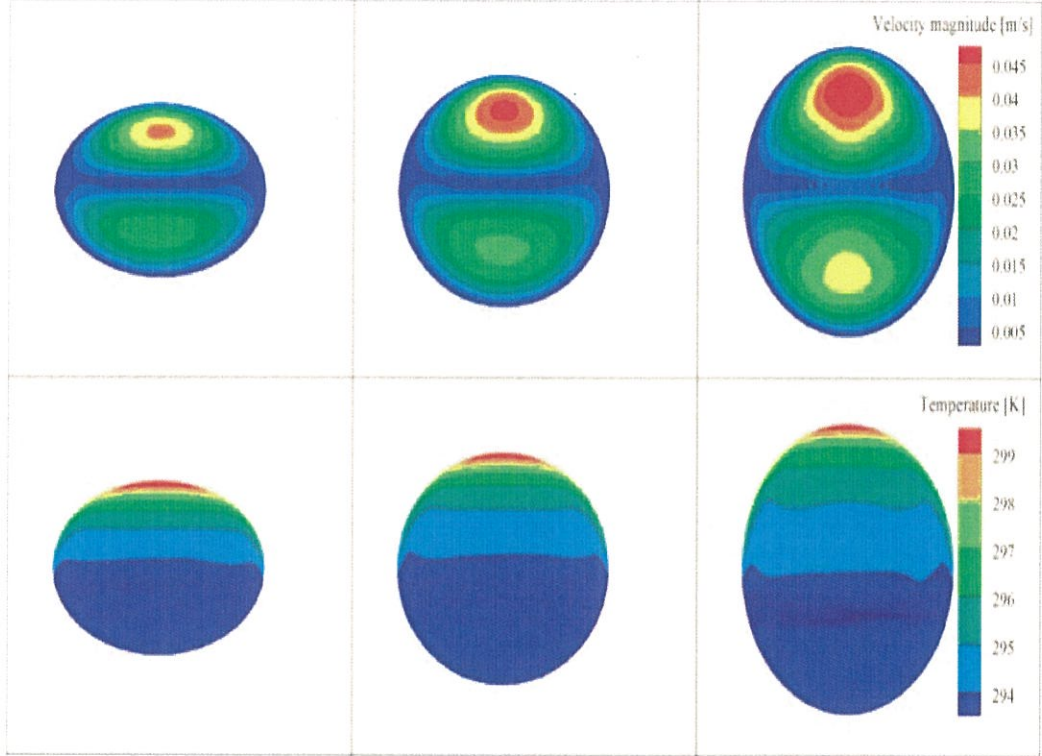


Şekil 62. İterasyon sayısı artırılarak yapılan analiz sonucunda borulardaki sıcaklık dağılımı 1.



Şekil 63. İterasyon sayısı artırılarak yapılan analiz sonucunda borulardaki sıcaklık dağılımı 2.

Şekil 62 ve 63 incelendiğinde iterasyon sonucu arttırılarak yapılan analizde elips kesitli boru da suyun çıkış sıcaklığı Şekil 64’de 305 K ulaşırken, dairesel kesitli borudaki suyun çıkış sıcaklığı şekil 63’de 296,082 K ulaşmıştır. İki sıcaklık arasında ki fark ise 281,918 K (8,9 °C) ulaşmıştır. Yapılan analizde iterasyon sayısı arttıkça elde edilen sonuçların yakınsadığı görülmektedir.Şekil 64’de farklı kesit alanına sahip borularda hız ve sıcaklık değişimi verilmiştir.



Şekil 64. Farklı kesit alanına sahip borularda hız ve sıcaklık değişimi [46].

BÖLÜM 7

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında tükenmekte olan enerji kaynaklarına çözüm olarak yenilebilir enerjinin kaynaklarının öneminden bahsedilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, çevre dostu ve ülkemiz açısından yüksek potansiyele sahip olmasından ve maliyet bakımından uygun olması nedeniyle güneş enerjisi ön plana çıkmaktadır. Bu tez çalışmasında güneş kolektörlerinden en iyi verim elde etmek için çalışılmıştır.

Yapılan bu çalışmada güneş enerjili su ısıtma sistemlerindeki kullanılan akışkan borularının farklı şekillere sahip tasarımının, verime olan etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada, eşit kolektör alanına ve eşit depo kapasitesine sahip olacak şekilde tasarlanan ve aynı çevre şartlarında çalışan dairesel kesitli boru şekline sahip güneş kolektörü ve elips kesitli boru şekline sahip güneş kolektörünün ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Elips kesitli boru şekline sahip olan güneş kolektörünün verim değerinin, dairesel kesitli boru şekline sahip olan güneş kolektörünün verimine oranla göre % 8.078 daha yüksek verime sahip olduğu görülmüştür

Güneş kolektörlerinde verimi arttırmak için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan tez içeriğinde detaylı bir şekilde bahsedilmiştir. Verimi arttırmak için çeşitli yöntemler denenmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu tezde ise kolektör verimini arttırmak için soğurucu plakaya temas eden dairesel boru yerine elips şeklinde boru kullanılarak plakaya temas eden yüzey alanını artırmanın verime etkisi incelenmiştir.

Yüzey artışına bağlı olarak ısı transferi hızını arttırarak akışkana daha fazla ısı geçmesi sağlanmıştır. Bu çalışma yapılmadan önce birçok kaynak incelenmiş ve yöntemler irdelenmiştir. Tez içeriğinde güneş kolektörlerinde enerji analizi, sistem verimi ve ekserji analizi nasıl yapılacağı anlatılmıştır.

ANSYS Fluent programında yapılan analizler sonucu elips şeklindeki borunun içinde bulunan suyun sıcaklığı çıkışa yaklaştıkça dairesel kesitli boruya oranla daha fazla yükseldiği görülmüştür. Burada yaklaşık olarak elips şeklindeki borudaki suyun çıkış sıcaklığı 304,16 K iken dairesel kesitli boruda suyun çıkış sıcaklığı 296,082 K'dir. Yaklaşık 281,082 K (8,082 °C) bir artış söz konusudur.

Sonucu doğrulamak için iterasyon sayısı arttırılmış ve çözüm tekrar yapılmıştır. Yapılan bu çözümde yaklaşık 0,9 °C 'lik bir artış meydana gelişmiştir. İterasyon sayısı arttırıldıkça değerin 8,9 °C yakınsadığı görülmüştür.

7.1 ÖNERİLER

Günümüzde enerji ve enerji kaynakları toplumlar için oldukça önemlidir. Yeryüzünde kullanılan birçok enerji kaynağı gelecekte tükenme tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu yüzden yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Bu tez çalışmasında yenilebilir enerji kaynaklarından yüksek verimde yararlanmak için güneş kolektörlerinde soğurucu plakaya temas eden dairesel kesitli boru yerine elips kesitli boru kullanılmıştır. Yapılan analizler ve karşılaştırmalar sonucunda soğurucu plakaya temas eden dairesel boru yerine elips şeklinde boru kullanılarak plakaya temas eden yüzey alanını artırmanın kolektör verimini de arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Genellikle sıcak su elde etmek için doğalgazdan, elektrikli şofben ve ısıtıcıdan ya da kazanlardan sıcak su sağlanmaktadır. Doğalgaz, elektrik ve kazanlardan sıcak su elde edilme yöntemi daha güç ve maliyetli olduğunu düşündüğümüz takdirde güneş kolektörleri ile elde edilen sıcak su hem ekonomik yönden hem de pratiklik yönünden avantajlar sağlamaktadır. Güneş kolektörlerinin kullanımını günümüzde yaygınlaştırmalıyız. Çünkü elektrik kesintilerinin çok sık görüldüğü yerlerde ihtiyaç duyulan sıcak su güneş kolektörleri sayesinde elde edilerek bu gibi sorunlara çözüm sağlanabilmektedir. Ayrıca güneş kolektörleri çevre dostu olma özelliğiyle de tercih edilmelidir.

Kolektör sistemlerinin uzun ömürlü olması, dayanıklı olması, bakımlarının düşük maliyet ve işçilikle yapılabilir olması ve işletme kolaylığı gibi sağladığı avantajlar nedeniyle tercih edilmelidir.

Yapılan bu tez çalışması deneysel olarak tekrarlandığında verim artışı yüksek olursa dairesel kesitli boru şekline sahip güneş kolektörleri yerine elips boru şekline sahip güneş kolektörleri kullanılabilir. Üretilen elips kesitli boru şekline sahip güneş kolektörlerinin maliyet ve imalat kolaylığını araştırabilir. Yapılan çalışmalar ve elde edilen verim değerleri yüksek olursa ve güneş kolektörünü maliyeti düşük ve imalat kolaylığı üretimde sağlanırsa güneş kolektörlerinde yeni bir dönem başlayabilir. Bu sayede aynı güneş enerjisinden daha yüksek bir verimle kullanıcılar yararlanabilir.

Yapılan bu tez çalışması deneysel olarak da tekrarlanmalıdır. Deneysel çalışmada model 1 (dairesel kesit borulu kollektör), model 2 (elips kesit borulu kollektör) kullanılarak iki farklı kollektör verim açısından karşılaştırılacaktır. Deney aşamasında model 1 ve model 2 kollektörlere yerleştirilen termokupl aracılığıyla günün belirli saatlerinde kollektör giriş çıkışları, kollektör yüzeyleri, depodaki su sıcaklığı ve çevre sıcaklığı ölçülerek data logger vasıtasıyla kayıt altına alınacaktır. Sıcaklıklar dışında model 1 ve model 2'nin basınçları ve sistemde dolaşan su debisi de kayıt altına alınacaktır. Alınan bu veriler sonrasında iki model için verim hesaplanacak ve karşılaştırma yapılacaktır. Çalışmada elips kesite sahip güneş kollektöründe verim artışı amaçlanmaktadır. Fakat asıl merak edilen konu ise verim artışının ne kadar olacağıdır. Bunu en sağlıklı şekilde öğrenebilmek için bu çalışma içerisinde bahsedilen deney düzeneğini kurmak ve alınan verilere göre sistem verimini hesaplamak gerekir. Verim artışının yüksek olması durumunda, mevcut güneş kollektörlerinin tümünde elips kesitli boru kullanılarak güneş enerjisinden daha yüksek verimle faydalanılabilir.

KAYNAKÇA

- [1] <https://www.mektepci.com/gunesin-yapisi-ve-ozellikleri.html> (09.10.2018).
- [2] <https://eitimciyiz.blogspot.com/2011/11/gunesin-ozellikleri-nelerdir-gunes.html>(10.10.2018).
- [3] <https://www.muhendisbeyinler.net/gunesin-yapisi-ve-ozellikleri/>, (08.10.2018).
- [4] <https://www.sosyalnet.com/2008/12/25/g-iar-atmosferde-da/>, (02.11.2018).
- [5] <https://www.fenbilim.net/2017/07/5-sinif-isigin-yansimasi.html>, (07.12.2018).
- [6] Kıncay Olcay “Güneş Enerjisi Ders Notları”
- [7] Tırıs Mustafa ve Tırıs Çiğdem, “Düzlemsel Güneş Kollektörlerinin Verimini Arttıran Parametreler”
- [8] Ramani, B.M., Gupta, A., Kumar, R., 2010. Performance of a double pass solar air collector. Solar Energy, 84, 1929-1237.
- [9] Özkaya, M., Variyenli, H., Korkmaz, M., “Politeknik Dergisi”, Cilt 10, Sayı 2, 2007
- [10] Furbo, S. , Chen, Z. , Perers, B. , Fan, J. , Andersen, E. , Wang, Z. And Kong, W. Investigation Of Thermal Performance Of Flat Plate And Evacuated Tubular Solar Collectors According To A New Dynamic Test Method. Energy Procedia, 30(30): 152-161, (2012).
- [11] Omar, M., Sertkaya, A., 11-13.09.2017, “Farklı Kesitlerdeki Boruların Düzlemsel Güneş Kollektörüne Etkisinin İncelenmesi”. Uluslararası Mühendislik Araştırmaları Sempozyumu (Umas’2017).
- [12] Acar, Ö., Öz, E., Ve Gedik, E., 11.12.2006, “Ayrık Ve Birleşik Isı Borulu Kollektör Verimlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 23, No 2, 425-429, 2008
- [13] Dağ, H. Güneş Enerji Sistemlerinde Kullanılan Dairesel Borulu Kollektör ile Oval Borulu Kollektörlerin Deneysel İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 44-69, (2005).

- [14] Taze, G. Düz Güneş Kollektörü Verimini Etkileyen Bazı Parametrelerin Deneysel İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 35-110, (2010).
- [15] Ammari, H.D., 2003. A mathematical model of thermal performance of solar air heater with slats. *Renewable Energy*, 28,1597-615.
- [16] Assari, M.R., Tabrizi, H.B., Jafari I., 2011. Experimental and theoretical investigation of dual purpose solar collector. *Solar energy*, 85, 601-8.
- [17] Gill, R.S., Single, S., Singh, P.P., 2012. Low cost solar air heater . *Energy Conversion and Management*, 57,131-42.
- [18] Aktaş, M. Güneş enerjili sistemlerde ısı değiştirici yüzeyin ve akışın ısı performans üzerindeki etkileri. *Politeknik Dergisi*, 12(4): 243-246, (2009).
- [19] Maldonado, R. D. , Huerta, E. , Corona, J.E. , Ceh, O. , Leon, A. I. and Henandez, I. Design and contruction of a solar flat collector for social housing in Mexico. *Energy Procedia*, 60(57): 2159-2166, (2014).
- [20] Değirmenci, H. Düzlemsel Güneş Kollektörlerinde Su Dolaşım Miktarının Kollektör Verimine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 20-68, (2006).
- [21] Özdemir B. ve Yatarkalkmaz M.” Farklı Tipteki Kollektörlerin Enerji, Ekserji ve Ekonomi Analizi”
- [22] Öztürk Hüseyin H. “Yenilenebilir Enerji Kaynakları”
- [23] Öztürk Hüseyin H. “ Güneş Enerjisi Ve Uygulamaları”
- [24] http://www.solarantalya.com/?page_id=129, (21.10.2018).
- [25] <http://www.nevatech.com.tr/urun.php?id=21>, (25.10.2018).
- [26] <http://adra-sun-enerji.com/nasil-calisir/>, (01.12.2018).
- [27] Üçgül, i., Selbaş, R.,“İsparta Valiliği İçin Pv Üretim Tesisleri Teknik Raporu”,2013, Isparta .

- [28] <http://www.acsenerji.com/>, (17.11.2018).
- [29] <http://www.smsenerji.com/tr/icerik/fotovoltaik-sistemler/sebekeden-bagimsiz-sistemler>, (11.10.2018).
- [30] Çetiner C., Ve Bulut H. “Güneş Enerjisi Laboratuvar Föyü”
- [31] <http://www.gunessistemleri.com/zorlanmis.php>
- [32] www.gunessistemleri.com/teknik.php,(15.12.2018).
- [33] <https://www.tesisat.org/vakum-tuplu-gunes-enerjisi-kollektorleri.html>, (28.12.2018).
- [34] <http://yenidoganenerji.com/gunes-enerjisi-sistemleri.html>,(03.02.2019).
- [35] <http://www.bodrummekanik.com/?newUrun>.
- [36] Abuşka, M., “ Güneş Enerjisi ve Uygulamaları Dersi Notları II”
- [37] Avcıoğlu Onurbaş Ayten, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri Dersi”
- [38] <https://www.tesisat.org/duz-yuzeyli-gunes-enerjisi-kollektorleri.html>, (09.02.2019).
- [39] Sancar, İ. , Bulut, H., “Mahal Isıtmasında Kullanılan Havalı Güneş Kollektörleri ve Adıyaman Şartlarında Performansının İncelenmesi”, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- [40] <https://www.aterstore.com.tr> (19.2.2019).
- [41] <http://www.izocam.com.tr/f2-tasyunu.html> (20.2.2019).
- [42] <http://www.ema.gen.tr/poliuretan-nedir/> (20.02.2019).
- [43] Tezcan, M., “Düzlemsel Güneş Kollektörlerinde Verim Hesaplama”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001.
- [44] Ağı, S., Ve Günerhan, H., “Sıvılı Düzlemsel Güneş Kollektörlerinde Verim Arttırma Olanakları” Vı. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ver Sergisi

- [45] <https://panel.kku.edu.tr/Content/makine/linkler/labfoy2.pdf> (1.03.2019).
- [46] Vishal G. Shelke, Prof. Chinmay V. Patil 2015. “Analyze the Effect of Variations in Shape of Tubes for Flat Plate Solar Water Heater ”, International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER) Volume 3 Issue 4, April 2015
- [47] Şener, M., “Etkin Bir Havalı Güneş Kollektörünün Tasarımı ve Optimizasyonu Yüksek Lisans Tezi ”, Hitit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
- [48] Dağ, H., “Güneş Enerji Sistemlerinde Kullanılan Dairesel Borulu Kollektör ile Oval Borulu Kollektörlerin Deneysel İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 44-69, (2005).
- [49] Kelkar, K.M. and Patankar, S.V., Numerical prediction of flow and heat transfer in a parallel plate channel with staggered fins, J. Heat Transfer, 109, 25-30, 1987.
- [50] Liou, T. M., Hwang, J. J., 1992. Turbulent heat transfer augmentation and friction in periodic fully developed channel flows. ASME Journal of Heat Transfer, 114, 56-64.
- [51] Herman, C., Kang, E., 2002. Heat transfer enhancement in a grooved channel ith curved vanes. International Communications in Heat and Mass Transfer, 45, 3741–3757.
- [52] Luo, D. D., Leung, C. W., Chan, T. L., Wong, W. O., 2005. Flow and forced convection characteristics of turbulent flow through parallel plates with periodic transverse ribs. Numerical Heat Transfer, Part A, 48, 43-58.
- [53] Layek, A., Saini, J. S. Ve Solanki, S. C., 2007. Heat transfer and friction characteristics for artificially roughened ducts with compound turbulators. International Communications in Heat and Mass Transfer, 50, 4845-4854.
- [54] Korichi, A., Oufar, L., 2007. Heat transfer enhancement in oscillatory flow in channel with periodically upper and lower walls mounted obstacles. International Journal of Heat and Fluid Flow, 28, 1003-1012.

- [55] Bilen, K., Cetin, M., Gul, H. Ve Balta, T., 2009. The investigation of groove geometry effect on heat transfer for internally grooved tubes. *Applied. Thermal Engineering*, 29, 753–761
- [56] Gupta, M.K., Kaushik S.C., 2009. Performance evaluation of solar air heater for various artificial roughness geometries based on energy, effective and exergy efficiencies. *Renewable Energy*, 34, 465-476.
- [57] Maldonado, R. D. , Huerta, E. , Corona, J.E. , Ceh, O. , Leon, A. I. and Henandez, I. Design and contruction of a solar flat collector for social housing in Mexico. *Energy Procedia*, 60(57): 2159-2166, (2014).
- [58] Kaan, Ö. Düzlemsel Kollektörlerde Performans Artırma Yöntemlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi ve Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 13-71, (2006).
- [59] Tırıs Mustafa ve Çiğdem, “Tübitak- Mam, Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü”
- [60] Özdemir B. ve Yatarkalkmaz M. “Farklı Tipteki Kollektörlerin Enerji, Ekserji ve Ekonomi Analizi”
- [61] K. Sivakumar, N. Krishna Mohan, and B. Sivaraman 2012. “Theoretical and Experimental Investigation of Elliptical Heat Pipe Flat Plate Solar Collector”, *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 4, No. 1, February 2012
- [62] Mustafa Bahadır Özdemir1, Mehmet Mustafa Yatarkalkmaz ve Gökay Dağlı 2016. “Farklı Soğurucu Yüzey Tiplerine Sahip Düzlemsel Kollektörlerin Deneysel Analizi” Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Ankara Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [63] Anna Demianiuk And Sławomir Adam Sorko 2012. “Analysis Of Flow And Thermal Phenomena In Evacuated Tube Collectors” Faculty Of Environmental Engineering, Department Of Heat Engineering, Bialystok University Of Technology, Ul. Wiejska 45 E, 15-351 Białystok, Poland

- [64] A. Rostamzadeh, M. Adim and S. Sabzi 2011. “Experimental and Numerical Study of Forced Circulation Solar Water Heaters (SWHs)” Proceedings of the Global Conference on Global Warming 2011 11-14 July, 2011, Lisbon, Portugal
- [65] Gedik, E., Keçebaş, A., Ve Öz, E.,2008. “Havalı Güneş Kollektörlerinde Farklı Tip Emici Plakaların Performansa Olan Etkisi” Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ. Cilt 23, No 4, 777-784, 2008
- [66] Erek, A., 2002. “Kanatlı Bir Boru Etrafındaki Faz Değişimi” Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 35100-Bornova/İzmir
- [67] Mehmet Tezcan 2002. “Düzlemsel Güneş Kollektörleri Ve Verim Hesaplamaları” İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [68] Günerhan Hüseyin, “Güneş Kollektörlerinin İşletme Yönetimi Koşulları ve Güneş Kollektörleri İçin Pratik Bilgiler”
- [69] [http://eng.harran.edu.tr/~ccetiner/gunes_enerjisi_3.pdf_\(01.04.2019\)](http://eng.harran.edu.tr/~ccetiner/gunes_enerjisi_3.pdf_(01.04.2019)).
- [70] Maldonado, R. D. , Huerta, E. , Corona, J.E. , Ceh, O. , Leon, A. I. And Henandez, I. Design And Construction Of A Solar Flat Collector For Social Housing In Mexico. Energy Procedia, 60(57): 2159-2166, (2014).
- [71] Şahin, B., “Güneş Enerjisi”, Erzurum Teknik Üniversitesi, Erzurum

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Volkan HAMDEMİR
Doğum Yeri ve Tarihi : KARS, 05.11.1990
Yabancı Dili : İNGİLİZCE
İletişim (e-posta) :vollkanhamdemir@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Alpaslan Lisesi /Kars

Lisans : Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine
Mühendisliği Bölümü/ Erzurum

Yüksek Lisans : Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine
Mühendisliği Anabilim Dalı/Kars

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Karayolları 18. Bölge Müdürlüğü / 2016-devam
ediyor.

Yayınları (SCI ve diğer) :

Güneş Kollektörlerinde Verimi Etkileyen Önemli Bölümlerin İncelenmesi (Kongreye
gönderildi).

Güneş Kollektörlerinde Kullanılan Yüzey Kaplamalarının Karşılaştırılması
(Kongreye gönderildi).