



T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YUTUCU PLAKA ÜZERİNE FARKLI TÜRDE KANATÇIKLARIN
YERLEŞTİRİLDİĞİ BİR HAVALI KOLLEKTÖRÜN
ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ**

Fatih KOÇYAKIT

**Tez Yöneticisi
Doç. Dr. Ebru AKPINAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ ANABİLİM DALI**

ELAZIĞ - 2008

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YUTUCU PLAKA ÜZERİNE FARKLI TÜRDE KANATÇIKLARIN
YERLEŞTİRİLMİŞ BİR HAVALI KOLLEKTÖRÜN
ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ**

Fatih KOÇYAKI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ ANABİLİM DALI

Bu tez,tarihinde, aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /
oyçokluğu ile başarıyla / başarıyla olarak değerlendirilmiştir.

(imza)

(imza)

(imza)

Danışman: Doç. Dr. Ebru AKPINAR

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../..... tarih
ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

TEĞLEKKÖR

Bilimsel anlamda bu alığmaye yöneten ve alığmaların sırasında daima desteğini ve büyük yardımlarına gördüğüm danığman hocam, sayen Doç. Dr. Ebru AKPINARa teğlekkürlerimi ve saygılarına sunarım.

Ayrıca alığmaların süresince telvik ve ilgisini esirgemeyen elim kıl. Yük. Müh. İrmin KOÇYıkkıTöe, ablam Dr. Deniz İLEN KOÇYıkkıTöe, ıllar Bankası 11. Bölge Müdürü Sayen kıl. Müh. H.Relit SALTöa ve İube Müdürü Sayen kıl. Müh. ıhsan ÖNERöe teğlekkür ederim.

KÇKNDKLER

TELEKKÜR	
KÇKNDKLER.....	I
LEKLLER LKSTESK.....	III
TABLÖLAR LKSTESK.....	VI
SKMGELER LKSTESK.....	VII
ÖZET.....	X
ABSTRACT.....	XI
1. GKRL.....	1
2. LKTERATÜR ÖZETK.....	5
3. GÜNEİ.....	9
3.1. Güneİ Sabiti.....	9
3.2. Güneİ İİñnasē ile İlgili Temel Tanēnlar	10
3.3. Direkt İİñnanēn Yōnū.....	11
3.4. Güneİ İİñlarēnēn Çēİitli Toplayēē Yūzeylerine Geliİ Açēdarē.....	13
4. DÜZLEMSEL GÜNEİ KOLLEKTÖRLERK.....	15
4.1. Saydam Örtū.....	15
4.2. Yutucu Yūzey.....	16
4.3. Yutucu Yūzeyin Kaplanmasē.....	17
4.3.1. Seēici yūzey.....	17
4.3.2. Siyah boyalē yūzeyler.....	20
4.4. Isē Yalāñnē.....	20
4.5. Kollektör Kasasē.....	21
5. GÜNEİ ENERJİK HAVA İSİTİCİLARI.....	22
5.1. Dolgu Malzemesi Kullanāmasē.....	22
5.2. Kanatēēk Kullanēnē.....	24
5.3. Hava Geēİİ Sayēēññ Artāñmasē.....	24
5.4. Absorbere Deēİİİk İēkilleri Verilmesi.....	25
5.5. Hava Akē Kanalēññ Ölēülerinin Deēİİİtirilmesi.....	26
5.6. Seēici Yūzeyli Absorber Kullanēnē.....	26
5.7. Güneİ Enerjili Hava Isēēēdarēññ Tasarēnē.....	26
6. ENERJİK VE EKSERJİK ANALİKZK.....	28
6.1. Birinci Yasa (Enerji) Analizi.....	28
6.2. İkinci Yasa (Ekserji) Analizi.....	30



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

7.1. Deneý Seçim Kriterleri Ve Kışmları.....	34
7.2. Yeni Tasarlanan Havalı Kolektör.....	36
7.3. Ölçümler Ve Kullanılan Cihazlar.....	39
7.3.1. Sıcaklık ölçümü.....	39
7.3.2. Hız ölçümü.....	40
7.3.3. İlgün ölçümü.....	40
7.3.3.1. Kipp-Zonen Piranometresi.....	40
7.4. Ölçülen Değerlerin Hata analizi.....	42
7.5. Deneylerin Yapılması.....	44
8. SONUÇLAR VE ANALİZ.....	45
9. SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	

.....n her bir kütlelel debide $\eta_1\ddot{o}$ in zamanla değilimi	50
Ėekil 8.11. Tip 4 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_1\ddot{o}$ in zamanla deęilimi.....	50
Ėekil 8.12. $\dot{m}=0.0074$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_1\ddot{o}$ in zamanla değilimi	51
Ėekil 8.13. $\dot{m}=0.0052$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_1\ddot{o}$ in zamanla değilimi.....	51
Ėekil 8.14. $\dot{m}=0.0016$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_1\ddot{o}$ in zamanla değilimi.....	52
Ėekil 8.15. Tip 1 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_1\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile deęilimi	52
Ėekil 8.16. Tip 2 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_1\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile deęilimi	53
Ėekil 8.17. Tip 3 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_1\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile deęilimi	53
Ėekil 8.18. Tip 4 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_1\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile deęilimi	53
Ėekil 8.19. $\dot{m}=0.0074$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_1\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile değilimi	54
Ėekil 8.20. $\dot{m}=0.0052$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_1\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile değilimi	54
Ėekil 8.21. $\dot{m}=0.0016$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_1\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile değilimi	54
Ėekil 8.22. Tip 1 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in zamanla deęilimi	57
Ėekil 8.23. Tip 2 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in zamanla deęilimi	58
Ėekil 8.24. Tip 3 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in zamanla deęilimi	58
Ėekil 8.25. Tip 4 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in zamanla deęilimi	59
Ėekil 8.26. $\dot{m}=0.0074$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_2\ddot{o}$ nin zamanla değilimi	59
Ėekil 8.27. $\dot{m}=0.0052$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_2\ddot{o}$ nin zamanla değilimi	60
Ėekil 8.28. $\dot{m}=0.0016$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_2\ddot{o}$ nin zamanla değilimi	60
Ėekil 8.29. Tip 1 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile deęilimi	61
Ėekil 8.30. Tip 2 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile deęilimi	61
Ėekil 8.31. Tip 3 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile deęilimi	61
Ėekil 8.32. Tip 4 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile deęilimi.....	62
Ėekil 8.33. $\dot{m}=0.0074$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_2\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile değilimi.....	62
Ėekil 8.34. $\dot{m}=0.0052$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_2\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile değilimi	63
Ėekil 8.35. $\dot{m}=0.0016$ kg/s için her bir Tip durumunda $\eta_2\ddot{o}$ in (T_f-T_e)/I ile değilimi	63
Ėekil 8.36. Tip 1 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla deęilimi...�� �� �� �� �� �� �� �� ��	�� 65
Ėekil 8.37. Tip 2 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla deęilimi	66
Ėekil 8.38. Tip 3 yutucu yūzeyi için her bir kŭtlelel debide Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla deęilimi.....	66



PDF

Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features

zamanla değeri..... İlekil 8.40. $\dot{m}$ =0.0074 kg/s için her bir Tip durumunda Boyutsuz Ekserji Kaybõ nñ zamanla değirimi..... İlekil 8.41. $\dot{m}$ =0.0052 kg/s için her bir Tip durumunda Boyutsuz Ekserji Kaybõ nñ zamanla değirimi İlekil 8.42. $\dot{m}$ =0.0016 kg/s için her bir Tip durumunda Boyutsuz Ekserji Kaybõ nñ zamanla değirimi.....	için her bir kütleel debide Boyutsuz Ekserji Kaybõ nñ 67 67 68 68
---	--

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Bölgelere göre yıllık ortalama günlük yağış ve yıllık güneşlenme süreleri.....	1
Tablo 1.2. Enerji ve Ekserji kavramlarının karşılaştırılması.....	4
Tablo 3.1. Çeşitli izleyici yüzeyler için günlük yağışların geliş açısı ($\cos \theta$).....	14
Tablo 4.1. Çeşitli saydam örtü malzemelerinin özellikleri.....	15
Tablo 4.2. Yutucu yüzey malzemelerinin bazları.....	17
Tablo 4.3. Baz seçici yüzeylerin özellikleri.....	19
Tablo 4.4. Çeşitli Yalıtım malzemelerinin özellikleri.....	21
Tablo 7.1. Deneyler sırasında meydana gelen toplam hata miktarları.....	43
Tablo 8.1. I. Yasa veriminin (η_1) zamanla değişimini açıklayan ampirik denklem ve regresyon katsayıları.....	56
Tablo 8.2. I. Yasa veriminin (η_1) ($T_f - T_e$)/I ile değişimini açıklayan ampirik denklem ve regresyon katsayıları.....	56
Tablo 8.3. II. Yasa veriminin (η_2) zamanla değişimini açıklayan ampirik denklem ve regresyon katsayıları.....	64
Tablo 8.4. II. Yasa veriminin (η_2) ($T_f - T_e$)/I ile değişimini açıklayan ampirik denklem ve regresyon katsayıları.....	64
Tablo 8.5. Boyutsuz ekserji kaybının zamanla değişimini açıklayan ampirik denklem ve regresyon katsayıları.....	69

A	: Kolektör alanı (m ²)
A _c	: Kolektör yüzey alanı (m ²)
a ₁	: Termo eleman çiftlerinden kaynaklanan ortalama hata (°C)
a ₂	: Zaman ölçerden kaynaklanan hata (dk)
a ₃	: Akı sensörünün hassasiyetinden kaynaklanan hata (m/sn)
a ₄	: Fiziksel özelliklerin okunmasından kaynaklanan hata (%)
B	: Güne bağlı güneş açısı
b ₁	: Bağlantı elemanları ve noktalardan kaynaklanan ortalama hata (°C)
b ₂	: Periyodik olarak sıcaklık değerlerinin okunmasında yapılabilecek (dk)
b ₃	: Debi kaçaklarından kaynaklanan hata (m/sn)
β	: Eğim
C _p	: Çalışma akısı kanı özgül ısı (J/kg°C)
c ₁	: Kolektör girişinde sıcaklığın ölçülmesinde yapılacak ortalama hata (°C)
c ₂	: Periyodik olarak rüzgar hızı değerlerinin okunmasında yapılabilecek hata (dk)
c ₃	: Hız değerinin Anemometre cihazında okunması sırasında ortaya çıkabilecek hata (m/sn)
d ₁	: Kolektör yüzey sıcaklığının ölçülmesinde yapılacak ortalama hata (°C)
E	: Zaman denklemi
$\dot{E}_{\text{çıkış}}$	: Çıkış enerjisi (kJ/sn)
$\dot{E}_{\text{giren}}$	: Giren enerjisi (kJ/sn)
$\dot{E}_{\text{x çıkış}}$	: Çıkış ekserjisi (kJ/sn)
$\dot{E}_{\text{x giren}}$	: Giren ekserjisi (kJ/sn)
$\dot{E}_{\text{x kayb}}$	: Ekserjisi kaybı (kJ/sn)
E_{D}	: Boyutsuz ekserjisi kaybı
e ₁	: Kolektör çıkışında sıcaklığın ölçülmesinde yapılacak ortalama hata (°C)
F _m	: Kolektör ışıma verim faktörü



	ya da deney ortamı sıcaklığının ölçülmesinde yapılacak
	Ortalama hata(°C)
G_{se}	: Güneş sabiti
h	: Isı taşıma katsayısı (W/m ² K)
h	: entalpi (kJ/kg)
I	: Güneş ışınımı şiddeti (W/m ²)
k	: Isı iletim katsayısı (W/m-K)
L_{st}	: Yerel zaman için standart meridyen
L_{yer}	: incelenen yerin boylamı
$m = 1/\cos\theta_z$	: Hava kütlelerinin ışımanın geliş açısına göre değişimi
$\dot{m}$	: Çalışma akışkanın kütleli debisi (kg/s)
N	: Gün uzunluğu
n	: Yılın günü ($1 \leq n \leq 365$)
P_{ζ}	: Çekilme basıncı (N/m ²)
P_g	: Giriş basıncı (N/m ²)
R	: Regresyon katsayısı
T_{ζ}	: Çalışma akışkanının kolektörden çekilme sıcaklığı (°C)
T_g	: Çalışma akışkanının kolektöre giriş sıcaklığı (°C)
T_e	: Çevre sıcaklığı (°C)
T_f	: Çalışma akışkanının ortalama sıcaklığı (°C)
T_s	: Yüzey sıcaklığı (°C)
t	: Ökle güneşinden itibaren zaman (saat)
U	: Toplam ısı kaybı katsayısı (W/m ² °C)
v_e	: Elektronik nötrino
W_{th}	: Herhangi bir parametredeki toplam hata (°C)
W_{Tkg}	: Kolektör girişinde sıcaklığın ölçülmesinde yapılabilecek toplam hata (°C)
W_{Tky}	: Kolektör yüzey sıcaklığının ölçülmesinde yapılabilecek toplam hata (°C)
$W_{Tkç}$	: Kolektör çıkışında sıcaklığın ölçülmesinde yapılabilecek toplam hata (°C)
$W_{Tç}$	: Çevre ya da deney ortamı sıcaklığının ölçülmesinde yapılabilecek toplam hata (°C)

	lik olarak seçkl�k değerlerinin okunmasından ortaya çıkabilecek toplam hata (dk)
W_{Vs}	: Periyodik olarak hız değerlerinin okunmasından ortaya çıkabilecek toplam hata (dk)
W_v	: Hız �l��m�nden kaynaklanabilecek toplam hata (m/sn)
W_d	: Fiziksel �zelliklerin okunmasından ortaya çıkabilecek hata(%)
ω_s	: Günel in doğul�ndaki saat a���
ω	: Saat a���
θ_z	: Direkt g�nel �������n yatay düzlem normali ile yaptığı açı
θ	: G�nel gelil� a���
θ_z	: Zenit A���
ϕ	: Enlem (ekvatorun kuzey veya güneyindeki a��sal yer)
δ	: Deklinasyon a���
γ	: Y�zey azimut a���
γ_s	: G�nel azimut a���
τ_k	: K��a dalga boylu ������� geçirme oranı
τ_u	: Uzun dalga boylu ������� geçirme oranı
$\dot{Q}_c$	: Yararl����(kJ/s)
$\dot{Q}_s$	: Kolektör yüzeyi taraf�ndan emilen g�nel enerjisi (kJ/s)
$\bar{U}$	: Geçirgenlik katsay��
$\bar{U}$	: Yutucu y�zey yutma katsay��
$\bar{U}_1$	: Birinci dereceden ������� katsay��
$\bar{U}_2$	: İkinci dereceden ������� katsay��
α_s	: G�nel yükseklik a���
α, ε	: Yayma optik değerleri
Ω	: Direnç (ohm)
ψ	: Özgül ekserji (kJ/kg)
Δs	: Entropi
$\pi\alpha$	: Yutma geçirme oranı
'	: Isı verim(%)
η_1	: I. Yasa verimi (%)
η_2	: II. Yasa verimi (%)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YUTUCU PLAKA ÜZERİNE FARKLI TÜRDE KANATÇIKLARIN YERLEŞTİRİLMESİ VE HAVALI KOLLEKTÖRÜN ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ

Fatih KOÇYAK

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

2008, Sayfa : 74

Güneş enerjili hava ısıtıcılar kurutma ya da ortam ısıtma gibi 60 °C'nin altında olan orta ya da düşük sıcaklık uygulamalarında güneş enerjisini kullanarak havaya ısıtmaya yarayan basit cihazlardır. Güneş enerjili hava ısıtıcılarında akış alanına yerleştirilen kanatlar ya da engeller, havanın taşınım katsayısı ve çekim sıcaklığını artırmakta ve böylece kollektör etkinliği de artmaktadır.

Bu çalışmada, üzerinde farklı kanatçık ve dikdörtgen blok şeklinde engeller (Tip I, Tip II, Tip III) bulunan ve engel bulunmayan (Tip IV) yeni geliştirilen düz tip bir güneş enerjili hava ısıtıcının enerji ve ekserji analizini deneysel olarak vermektedir. Deneylerde kollektöre giril, kollektörden çıkan sıcaklık, yutucu plaka sıcaklığı çevre sıcaklığı ve güneş ışınım değerleri ölçüldü. Ayrıca deneyler farklı kütsel debilerde (0.0074, 0.0052, 0.0016 kg/s) tekrarlandı. Farklı kanatçık ve dikdörtgen blok şeklindeki engeller (Tip I, Tip II, Tip III) bulunan ve engel bulunmayan (Tip IV) güneş enerjili hava ısıtıcı birinci yasa (enerji) ve ikinci yasa (ekserji) verimleri ve boyutsuz ekserji kayıp değerleri yönünden birbirleriyle mukayese edildi.

Sonuçların analizinden sonra, tüm çalışma şartları için optimum verim değerleri (enerji ve ekserji) Tip II yutucu yüzeyine sahip güneş enerjili hava ısıtıcı da elde edildi ve engellere sahip yutucu yüzeylere sahip güneş enerjili hava ısıtıcı engelsiz olana göre daha iyi değerler aldı. En büyük tersinmezlik kollektör verimi en düşük olan üzerinde engeller bulunmayan kollektörde meydana geldi. Çalışmanın sonucunda farklı güneş enerjili hava ısıtıcı için enerji ve ekserji bakımları üretildi.

Anahtar kelimeler: Güneş enerjili hava ısıtıcı enerji analizi, ekserji analizi, kanatçık, engel

ABSTRACT

Master Thesis

ENERGY AND EXERGY ANALYSIS OF A SOLAR AIR COLLECTOR WHICH LOCATED IN DIFFERENT TYPE OF FINS ON THE ABSORBING PLATE

Fatih KOÇYAK

Fırat University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Machine Engineering

2008, Page : 74

Solar air heaters are simple device to heat air by utilizing solar energy and employed in many applications requiring low to moderate temperature below 60°C, such as crop drying and space heating. In a solar air heater, the fins or obstacles located in flow area increases the heat transfer coefficient and output temperature of air. Accordingly, collector efficiency increases too.

This paper presents an experimental energy and exergy analysis for a new flat plate solar air heater (SAH) with different obstacles at fin shape and rectangle block (Type I, Type II and Type III) and without obstacles (Type VI). The measured parameters were the inlet and outlet temperatures, the absorbing plate temperatures, the ambient temperature, and the solar radiation. Further, the measurements were performed at different values of mass flow rate of air (0.0074, 0.0052, 0.0016 kg/s). Solar air heater having free (Tip IV) and fixed obstacles at fin shape and rectangle block (Tip I, Tip II, Tip III) is compared to flat-plate solar air heater as well as each other in terms of energy and exergy efficiencies and dimensionless exergy loss ratio.

After the analysis of the results, the optimal values of efficiencies (energy and exergy) is Type II of absorbing plate in flow channel duct for all operating conditions and solar air heater (SAH) supplied with obstacles appears significantly better than that without obstacles (Type IV). The results show that the largest irreversibility is occurring at the flat plate (without obstacles, Type IV) collector in which collector efficiency is smallest. At the end of this study, the energy and exergy relations are delivered for different SAHs.

Keywords: Solar air heater, energy analysis, exergy analysis, fin, obstacle

Dünya için sonsuz enerji kaynağı kabul edilen Güneş'ten, bir yılda Dünya'ya aktarılan enerji, Dünya'daki mevcut kömür rezervlerinin enerjisinin 150 katından fazladır [1]. Bu temiz ve tükenmez enerji kaynağından olabildiğince yararlanma fikri, son yıllarda ülkemizin de bulunduğu 45° kuzey ve güney enlemleri arasında yer alan ve Güneş Kuşağı denilen ülkeler başta olmak üzere, bütün dünyada ilgi çekmiştir. Ülkemiz güneş kuşağı adı verilen ve güneş enerjisi zengin bir bölgede yer almasına karşın güneş enerjisinden yeteri kadar faydalanılmamaktadır. Tablo 1.10 de bölgelere göre yıllık güneşlenme süresi ve ışıma değerleri görülmektedir. Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, yıllık güneş enerjisi ışıma lıddeti 1311 kWh/m² olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. 1. Bölgelere göre yıllık ortalama güneş ışıması ve yıllık güneşlenme süreleri [1]

Bölgeler	Yıllık Ortalama Güneş İşması(kWh/m ²)	Yıllık Güneşlenme Süresi (saat)
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	1491.2	3015.8
Akdeniz Bölgesi	1452.7	2923.2
İç Anadolu Bölgesi	1432.6	2726.1
Ege Bölgesi	1406.6	2711.5
Doğu Anadolu Bölgesi	1398.4	2692.5
Marmara Bölgesi	1144.2	2525.7
Karadeniz Bölgesi	1086.3	1965.9

Güneş enerjisinden yararlanma uygulamalarına düşük sıcaklık (20-100°C), orta sıcaklık (100-300°C) ve yüksek sıcaklık (>300°C) olmak üzere üç grupta toplayabiliriz. En yaygın uygulamalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- **Düşük Sıcaklık Uygulamaları**
 - Kullanılan sıcak suyu eldesi
 - Konut ısıtılmasında soğutulması
 - Sera ısıtılması
 - Tarım ürünlerinin kurutulması
 - Yüzme havuzu ısıtılması
 - Güneş ocakları ve fırınları
 - Deniz suyundan tatlı su eldesi
 - Tuz üretimi
 - Sulama

- **Orta Sıcaklık Uygulamaları**
 - Endüstriyel kullanımlar için buhar üretimi
 - Büyük ölçekli soğutma sistemleri
- **Yüksek Sıcaklık Uygulamaları**
 - Güneş fırınları

Pek çok uygulama alanında, farklı sıcaklıklar gereklidir. Güneş enerjisi dönüşüm teknolojileri ise çeşitlidir. En basit güneş toplayıcıları ile birkaç yüz watt, güneş fırınları ile birkaç yüz megawatt kadar enerji elde edilebilmektedir.

Tarım ve endüstri sektörlerinde düşük sıcaklıkta güneş enerjisi uygulamaları için yaygın olarak düzlem toplayıcılar kullanılmaktadır. Isıtıcı olarak hava kullanılan düzlem toplayıcıların verimleri düşük olmasına rağmen, sıcak havanın gerekli olduğu amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde hava ortamında yaygın olarak kullanılan düzlem toplayıcıların hava ortamındaki en büyük dezavantajları olan düşük verimlerini yükseltmek amacıyla, geleneksel sistemler üzerinde birçok değişiklik ve iyileştirme yönünde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Seçici yüzey kullanımı bunlardan birisidir. Yutma katsayısı yüksek, yayma katsayısı düşük seçici yüzeylerin kullanımıyla yutulan güneş enerjisi miktarı artırmaya çalışılmaktadır [2, 3, 4]. Diğer bir değişiklik, soğutma yüzeyleri ile dokrudan temas eden hava akış kanallarına termal difüzyon katsayısı yüksek olan uygun dolgu malzemelerinin yerleştirilmesi yoluyla havaya aktarılan ısı miktarı artırılmaktadır [5]. Hava akış kanalının maksimum ısı transferi koşulunu sağlayacak boyutlarda dizaynı bir diğer verim iyileştirme yöntemi olarak araştırılmaktadır [6]. Hava toplayıcılarının verimini artırmak amacıyla uygulanan bir diğer yöntem de havanın yutucu plaka içinden geçiş sayısının artırılmasıdır. Bu sayede havanın toplayıcı içinde kalış süresi artırmakla dolayısıyla daha fazla ısı yutulması sağlanmaktadır [7, 8]. Verim artırmak için uygulanan bir diğer iyileştirme de yutucu plakaya pürüzlü bir görünüm vererek, güneş enerjisinin yutulduğu yüzeyi artırmak ve içeriden geçen havanın bu yüzeyle daha fazla temasını sağlamaktır [9,10]. Yutucu yüzeye, ısı transfer yüzeyini artırmak için kanatçık yerleştirme, toplayıcı verimini artırmak için denenilen bir diğer iyileştirme yöntemidir. Akış kanalına sıkça yerleştirilen bu kanatlar ile havanın ısı transfer alanı artırılarak transfer olan toplam ısı ve dolayısıyla verimin artırılması sağlanmıştır [11].

Ekserji ve sistem analiz yöntemleri Termodinamiğin I. Yasasına dayandırılmıştır. Termodinamiğin I. Yasası Enerjinin korunumunu, yani bir ısı sisteme elektrik, yakıt veya madde akışı ile giren bir enerjinin korunacağını ve kayıp olamayacağını ifade eder. Genelde enerji dengeleri, ısı sistem sınırından geçen enerjisinin kalitesi veya niteliği hakkında ve iç kayıplar hakkında bilgi vermez. Birinci yasa çok çeşitli hal değişimlerine uygulanabilen yararlı ve gerekli bir ilkedir, ancak, bazı enerji dönüşümleri sadece I. Yasa ile açıklanamaz. I. Yasa ısı ve iş arasındaki bağlantıyı verir, depolanmış enerjinin tanımlanmasını sağlar fakat herhangi bir enerji dönüşümünün mümkün olup olmadığını ne ölçüde gerçekleştirebileceğini ve iç kayıplar hakkında bilgi vermez. Bunun yanında Termodinamiğin II. Yasası ısı sistemlerin analizinde kullanılabilir enerji (ekserji) hakkında bilgi verir. Isı enerjisinin sadece belirli bir kısmının işle çevrilebileceğini, çevrenin iç enerjisinden faydalanılarak iş elde edilemeyeceğini belirtir. Bunun sonucunda bütün doğal olayların tersinmez olduğunu ve enerjinin bir şekilde diğer bir şekilde dönüşümünde faydalanılabilecek kısmının azaldığı sonucuna varılmaktadır. Ekserji, enerji kalitesinin veya niteliğinin bir ölçüsüdür ve ısı sistem içinde kaybolabilir. Yani II. Yasa analizi, bir ısı sisteme elektrik, yakıt veya madde akışı ile giren ekserjinin bir kısmının tersinmezliklerden dolayı sistem içinde kaybolacağını ifade eder [12].

Son yıllarda yapılan çalışmalar sonucunda termodinamik analizin, özellikle ekserji analizinin sistem dizayn, analizi ve optimizasyonu için gerekli bir parametre olduğu görülmüştür. Ayrıca, ekserji analizi bir sistemdeki enerji kaynaklarının tanımlanması konusunda oldukça faydalı olmaktadır. Ekserji; belirli koşullardaki bir sistemin, tersinir hal değişimi sonucunda çevrenin bulunduğu hale getirilmesi sonucunda elde edilebilecek maksimum iş miktarıdır [12, 13]. Ancak; gerçek hal değişimlerinde tersinmezliklerden dolayı toplam entropi artarken toplam ekserji azalmaktadır. Bu bakımdan, ekserji bilançosu, ekserji kayıplarının kaynağının tanımlanmasında faydalı olmaktadır. Ekserji bilançosu, yapılan bir enerji analizinin doğruluğunun kontrolü için de yararlı bir araçtır [13, 16].

Enerji ve ekserji kavramları Tablo 1.2'de açık olarak karşılaştırılmaktadır [17]. Enerji ve ekserji karşılaştırıldıktan sonra ekserji analizi yapmanın önemini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz [17].

a) Enerji kaynakları kullanıldığında çevreye olan etkilerinin en iyi şekilde belirlenmesinde ana bir araçtır.

tasarım ve analizi için Termodinamiğin II. Yasası ile birlikte madde ve enerji korunumu prensiplerini kullanan etkin bir yöntemdir.

- c) Daha fazla verimli kaynak kullanma amaçlı destekleyen uygun bir tekniktir. Belirlenmesi gereken atık ve kayıpların yerleri, tipleri ve gerçek büyüklükleri ortaya çıkarılır.
- d) Mevcut sistemlerdeki verimsizlikleri azaltarak daha verimli enerji sistemlerini tasarlayan nasıl mümkün olup olmayacağını gösteren etkin bir tekniktir.
- e) Sürdürülebilir gelişmenin elde edilmesinde anahtar bir bileşendir.
- f) Enerji politikaların oluşturulmasında kullanılabilecek önemli bir araçtır.

Tablo 1.2. Enerji ve Ekserji kavramlarının karşılaştırılması [17]

Enerji	Ekserji
Sadece madde ya da enerji akış parametrelerine bağlıdır ve çevresel parametrelere bağlı değildir.	Madde veya enerji akışı ve çevresel parametrelerin her ikisine bağlıdır.
Sıfırdan farklı değerleri vardır (Einstein'e göre, mc^2 öyle elittir)	Sıfıra elittir (Çevre ile dengede olarak ölü durumda)
Tüm prosesler için Termodinamiğin I. Yasası ile gösterilir.	Sadece tersinir prosesler için Termodinamiğin I. Yasası ile gösterilir (tersinmez proseslerde, kısmen ya da tamamen yok olur).
Tüm prosesler için Termodinamiğin II. Yasası ile sınırlanır (Tersinir olanlarda dahil).	Termodinamiğin II. Yasası nedeniyle tersinir prosesler için sınırlı değildir.
Hareket ya da hareketi üretme kabiliyetidir.	İş ya da ısı üretme kabiliyetidir.
Bir proses de her zaman korunur; ne vardan yok olur, ne de yoktan var edilir.	Tersinir prosesler de her zaman korunur; ama tersinmez proseslerde her zaman tüketilir.
Miktarın (niceliğin) bir ölçüsüdür.	Niceliğin ve entropi nedeniyle niteliğin (kalitenin) bir ölçüsüdür.

Bu çalışmada, yeni geliştirilen havalı tip bir genel kolektöründe düz bir yutucu yüzeyle birlikte 3 farklı tipte, konumda, açıda dizilmiş kanatçık ve dikdörtgen blok şeklinde engeller içeren yutucu yüzeyin üst kısmı siyaha boyanmış bakır levha ile kaplanmıştır. Bu çalışmanın ana amacı Elazığ ili için bu havalı genel kolektörlerinin I.Yasa (enerji) ve II. Yasa (ekserji) analizini yapmak, verimlerini hesaplamak ve karşılaştırmaktır.

- Kurtbal ve Durmul [18], yeni geliştirdikleri bir hava şşşşşşşşşş enerji ve ekserji analizi üzerinde şalışmışlardır. 0.9x0.4m boyutlu bel gınel toplayışışış kullanmışlardır. Bu toplayışış 1x2 m boyutlarında dırt farklı duruma ayarlanmıştır. Bu nedenle, şşşan akışkanlar en az 4.5 m yer değıştirdikten sonra gınel toplayışışından çıkmaktadır. Toplayışış geometrisine gıre tırbışlans, akışkan akışından meydana gelir ve bu şekilde şış transferi artar. Deneylerin sonuşları şışışış aynı olduğu gınlerde değerlendirilmiştir. Bu dırt toplayışışış verimleri, geleneksel dış levhalı toplayışışlarla karlışalışmıştır. Hava toplayışışışış verimleri, toplayışışış yışzey geometrisine ve hava akış şizgisinin genişlemesine bağlı olarak artmıştır. Yışzey pışızlılığı arttığışa şış transferi ve basışış kaybı artmıştır. Toplayışış veriminin artışına bağlı olarak sistemin ekserji kaybı azalmıştır. Basışış kaybıyla birlikte boyutsuz ekserji kaybı ve şış transferi arasında ters bir ilişki olduğu gışzenilmiştir. Emicilerin şekline ve sayışına bağlı olarak, şış transferi ve basışış kaybında artış olduğu gışrılmıştır.

- Esen [19], emici tabaka üzerinde farklı engellerin olduğu ve hiş engel olmayan çift akışlı bir hava şşşşşşşşşş enerji ve ekserji analizini deneysel olarak incelemiştir. Olışımler, akış kanalında havanın ktle akış hışışış farklı değerleri ve emici tabakanın farklı tipleri için tekrarlanmıştır. Sonuçların incelenmesinden sonra optimum verim değerinin bıtın iletim koşulları için akış kanalında engellerin olduğu çift akışlı toplayışışış (2. tip) engel olmayanlara kıyasla önemli olışıde daha iyi olduğu gışzenilmiştir. şalışmanın sonunda farklı hava şşşışışışış ekserji ilişkileri verilmiştir. Sonuçlar gıstermiştir ki; en bıyık tersinmezlik, toplayışış verimliliğinin en k　ık olduğu engelsiz dış tabakalı toplayışışışışdır.

- Doğu ve diğ. [20], dış toplayışışlarda gınel şışışış enerjisinin şışalışışış akışkana aktarığığış yutucu plakanın şış analizini yapmışlardır. Geliştirilen analitik form　asyonda yutucu plaka tek boyutlu bir kanat olarak incelenilmiştir. Yutucu plaka 　st yışzeyinde gınel ten gelen şışış akışı ve çevreye olan şış kaybı tanınlanırken, alt yışzey ideal olarak yalışışmış kabul edilmiştir. Kanat şış transfer denklemleri analitik olarak şız　lerek, yutucu plaka 　stindeki şışaklığ dağışışış ve plakadan akışkana olan şış geğili verin bağışntılar elde edilmiştir. şışaklığ dağışışış ve şış geğili 　stindeki etkili parametreler temel olarak; geometrik boyutlar, akışkan şışaklığış yutucu plaka malzemesinin şış iletim katsayışışış şışışış şış akışışış çevre şışaklığış ve çevreye olan toplam şış kayıp katsayışışışdır. Bu parametrelerin etkileri metodik olarak incelenilmiştir. İnceleme sonucunda; y　ksek şış iletim katsayışışına sahip yutucu plakadaki şışaklığ seviyesinin ve akışkana geçen şış akışışışış arttığışış tespit edilmiştir. Toplayışışışda elde edilen faydalı şış enerjisinin

Pratik çalışma ıartlarında ulağılabilecek maksimum akđkan sıcaklığı, güneğ ıığın Pradecim fonksiyonu olarak elde edilmiğtir. Elde edilen tđm sonuçlara bağlı olarak, toplayeğ verimi ızerindeki parametrelerin etkileri tespit edilmiğtir. Yđksek ığe iletimli yutucu plaka malzemesi ııeyđ akđkana daha verimli iletmenin yanđnda yutucu plaka sđcaklıđıne da dđlđk seviyelerde tutarak ıevreye olan ığe kayđplarđne azaltılmđtđr. ınce yutucu plakanđn ığe iletim direncini artđrmasđ ve yđkselen plaka sđcaklıđıe ile birlikte ıevreye olan ığe kayđplarđnđn artmasđ sonucu; akđkana aktarđlan ığe enerjisi miktarđnda azalma meydana gelmiğtir. Kalđn yutucu plaka, akđkana ığe aktarđnđ aığığndan daha uygun sonuç vermiğtir. Toplayeğda elde edilen faydalđ ığe enerjisinin kullanđabilirliđini belirleyen, pratik ıalıma ıartlarında ulağılabilecek maksimum akđkan sđcaklıđıe gđnel ıđđnđn ıiddetinin fonksiyonu olarak elde edilmiğtir. Gđnelten yutucu plaka ızerine gelen ıđđnđm miktarđ arttđkça sđcaklık değerinin arttđđe gđzlemlenmiđtir.

- Kabeel ve Mecarđk [21], emici ıekil faktörünün değiliminin toplayeğ performansđ ızerindeki etkisini arađtırmđlardđ. Emici ıekil faktörü diye adlandığılan yeni parametrenin hesaba alđndđđe iki tip kolektör için teorik bir model kurmuđlardđ. Sonuđlarđn, emici ıekil faktörü değerinin değiğtirilmesiyle birlikte hava ıđđđđarđnđn bđtđn tipleri için kullanđabildiđi gđrđlmđtđr. Hava ıđđđđarđn dizaynđnda en önemli parametrenin emici ıekil faktörü olduğu gđzlenmiđtir. ıı kđeli toplayeđnđn optimum aıđıđnđn 50°-60° arasđnda olduğu ortaya ıđkarđılmđtđr.
- Yeh ve diğ. [22], hava ıđđđđarđnđn, hava akđđ anđnda emici tabaka ızerinde ve altđndaki toplayeğ verimliliği ızerine bir ıalıma yapmđlardđ. ıift akđlı bir aygđđn alt veya ıst akđ kanalđnda kđtle akđ hđzđnđn toplayeğ verimliliğine etkisini teorik ve deneysel olarak arađtırmđlardđ. Tek akđlı bir aygđ yerine her iki akđ kanalđnda da kđtle akđ hđzđnđn aynđ olduğu ıift akđlı bir hava ıđđđđarđn kullanđmasđyla, toplayeğ performansđnda dikkate değer geliğme elde edilmiğtir.
- Yeh ve diğ. [23], yukarđ doğru kurulmuğ gđnel enerjili hava ıđđđđarđnđn toplayeğ verimliliğine, toplayeğ gđrđnđl oranđnđn etkisini teorik olarak incelemiğlerdir. Sabit toplayeğ alanđyla birlikte toplayeğ verimliliği toplayeğ gđrđnđl oranđyla artar. Engelli gđnel enerjili hava kurutucularđnđn toplayeğ verimliliği, engelsiz ve kanatsđz dđz tabakalđ ıđđđđarđnkinden bđyđk olmakla beraber toplayeğ gđrđnđl oranđnđn artmasđyla kolektör verimliliğinin geliğimi terstir.
- Karim ve Hawlader [24], geleneksel hava ıđđđđarđnđn performansđnđ geliğtirmek için dđz tabakalđ, kanatlı ve v-kđvrđmlđ hava ıđđđđarđnđ deneysel ve teorik olarak arađtırmđlardđ. Toplayeğ boyutlarđnđ veya maliyetini artđrmadan elde edilebilen verimlilikteki artđđn miktarđnđ

bas modunda test edilmiştir. Singapur'un iklim koşullarında v-kövrümlü toplayıcılar olarak bir dizi deney yürütülmüştür. Her üç toplayıcıların performansları da geniş bir iletim ve tasarım koşulları aralığında incelenmiştir. v-kövrümlü toplayıcıların en verimli toplayıcı ve düz tabakalı toplayıcıların da en az verimli toplayıcı olduğu bulunmuştur. Sonuçlar, v-kövrümlü toplayıcıların düz tabakalı toplayıcıya kıyasla tek geçiş ve çift geçişte sırasıyla %10-15 ve %5-11 oranında daha verimli olduğunu göstermiştir. Üç tip toplayıcıda da çift geçiş çalışmasıyla toplayıcı verimliliğinin arttığı gözlenmiştir. Çift geçiş yöntemiyle verimlilikteki artış, en çok düz tabakalı toplayıcıda, en az da v-oluklu toplayıcıda önem taşıyor olmaktadır.

- Öztürk ve Demirel [25], akışkanlı Raschig zilleriyle kaplanmış güneş enerjili hava ısıtıcılarının termal performans üzerine deneysel bir araştırma yapmışlardır. Isıtıcı 0.9 m genişliğinde ve 1.9 m uzunluğundadır. Alüminyum özlü emici tabaka, sıradan siyah boyayla kaplanmışlardır. Siyah polivinil klorür (PVC) tüpten yapılmış Raschig zilleri, 50 mm çapındadır ve akışkanlıdaki kaplama yatağının derinliği 60 mm dir. Kaplama yatağı güneş enerjili hava ısıtıcılarının verimliliklerini değerlendirmek için enerji ve ekserji analizleri yapılmıştır. Yükleme süresi boyunca ısıtıcıdan elde edilen termal enerji değeri 0.04 ile 8.77 Wm⁻² arasında değişirken ısıtıcıdan elde edilen ısı değeri 9.3 ve 151.5 Wm⁻² arasında değişiklik göstermiştir. Net ekserji verimliliği %0.01-2.16 aralığında değişirken, net enerji verimliliği %2.05 ile 33.78 arasında değişim göstermiştir. Günlük ortalama net enerji ve ekserji verimliliği sırasıyla %17.51 ve 0.91 olarak bulunmuştur. Kaplama yatağı güneş enerjili hava ısıtıcısının enerji ve ekserji verimlilikleri, ısı transfer eden akışkan sıcaklığının artmasıyla yükselmiştir.

- Karslı [26], yeni tasarladığı güneş enerjili bir hava toplayıcısının kurutmaya uygulanmasını performansla analiz etmiştir. Hava ısıtıcı düz tabakalı güneş enerjisi toplayıcılarının dört farklı tipi: 75° açılı kanatlı toplayıcı, 70° açılı kanatlı toplayıcı, borulu toplayıcı ve tipik basit bir toplayıcı analiz için değerlendirilmiştir. Çalışmada toplayıcılar için verimliliğin birinci ve ikinci yasaları belirlenmiş ve karşılaştırmalar kendi aralarında yapılmıştır. Sonuçlar, verimliliğin güneş ışınımına ve güneş enerjili hava toplayıcılarının yapılarına bağlı olduğunu göstermiştir. Sıcaklık artışı güneş ışınımıyla lineer olarak değiştiği gözlenmiştir. Verimliliğin birinci yasa, tip I toplayıcı için %26 ile %80, tip II toplayıcı için %26 ile %42, tip III toplayıcı için %70 ile %60 ve tip IV toplayıcı için %26 ile %64 arasında değişiklik göstermiştir. Verimliliğin ikinci yasa değerleri ise bütün toplayıcı tipleri için 0.27 ile 0.64 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek toplayıcı verimliliği ve hava sıcaklığı artışına 75° açılı kanatlı toplayıcıda ulaşıldıkça en düşük değerler basit toplayıcıdan elde edilmiştir.

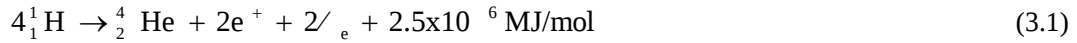
teknikli gnel enerjiyi hava toplayıcılarındaki termal ve ekserji transferi artırıcı teknikleri için elverişli olan daha iyi transfer yüzeyleri temin etmek için yeniden organize edilmiştir. Emici yüzey üzerinde kademeli emici tabakaların ve bağlantılı kanatların olduğu bu gibi gnel enerjiyi hava ısıtıcılarının performansını test edilmiştir. Gnel enerjiyi farklı hava toplayıcıları için ekserji bağlantıları verilmiştir. En büyük tersinmezliğin, toplayıcı verimliliğinin en küçük olduğu geleneksel düz gnel toplayıcılarında meydana geldiği görülmüştür.

- Moumni ve diğ. [28], ilk olarak, gnel enerjiyi hava ısıtıcılarının verimlilik faktörlerini geliştirmek için emici tabaka ile gerideki tahta tabaka arasında gittikçe artan türbülanslı bir akış meydana getirmişlerdir. Bu nedenle, çeşitli şekillerde engeller kullanılmışlardır. Akışa dik bir şekilde yerleştirilmiş dikdörtgen levha şeklinde kanatlar kullanılmışlardır. Akışkan, aynı sıradaki kanatlar arasındaki açıklıklardan akmakta ve bu durum akışkanın güzel bir şekilde yayılmasını sağlamakta ve böylece ölü bölgeler azalmaktadır. Sonuçlar, seçici olan (bakır renginde) ve olmayan (siyah boyalı alüminyum) iki tip emicinin kullanıldığında kanatsız gnel enerjiyi hava toplayıcılarından elde edilenlerle karşılaştırılmıştır.

- Choudhury ve Garg [29], bir farklı biçimdeki dalgalı ve düz tabakalı gnel enerjiyi hava ısıtıcılarının ayrıntılı bir teorik analizini yapmışlardır. Analiz, hava sıcaklığı arttığında hava akış hızının etkilerini (veya hava kanallarının derinliğini), sistem verimliliğini ve farklı hava kanalı uzunlukları ile farklı kütle akış hızlarında akan havayla denenmiş basınç düşüşüyle ilgili araştırmaları kapsamaktadır. Makalede tartışılan tasarımların analizleri ve ekler, tasarımcıya teknik olarak mantıksal hava geçiş boyutlu ekonomik ve verimli gnel enerjiyi hava ısıtıcılarının yapımı için olanak sağlama amaçlarıdır.

Güneş 1.39×10^6 km çapında sıcak gazlardan oluşan bir küredir ve dünyadan ortalama 1.5×10^8 km uzaklıktadır. Güneş yaklaşık 4 haftada bir kendi eksenini etrafında döner. Bununla beraber güneş, katı bir cisim gibi dönmez. Bir dönüşü ekvatorunda 27 gün, kutup bölgelerinde ise 30 gün olarak gözlenir.

Güneş, bileşimindeki gazlar ile sürekli bir füzyon reaktörü durumundadır. Güneş enerjisinin ve bu çok yüksek sıcaklığın kaynağının, füzyon tepkimeleri olduğu düşünülmektedir. Füzyon tepkimesinden oluşan enerjinin büyüklüğünün bilinmesi bakımından bir örnek vermek gerekirse, hidrojen çekirdeğinin (4 protonun) füzyonla helyum çekirdeğine dönüşmesi tepkimesinde 1 mol helyum başına 2.5×10^6 MJ büyüklüğünde bir enerji açığa çıkmaktadır.



Bu tepkimede e^+ pozitif elektronu ve ν_e ise elektronik nötrinoyu göstermektedir. Helyum çekirdeğinin kütlesi 4 protonun kütlesinden daha azdır ve aradaki bu fark güneşin iç katmanlarında söz edilen enerjiye dönüşmektedir. Konveksiyon ve radyasyonla yüzeye transfer olan enerji, buradan uzaya elektromanyetik dalgalar halinde yayılır.

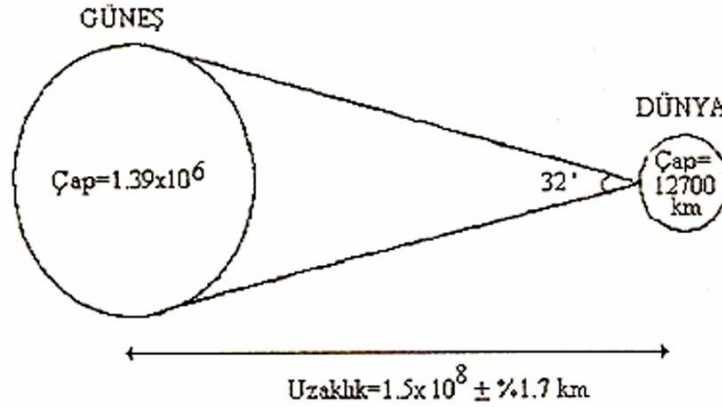
Güneş yoğunluğu, sıcaklığı ve yapış farklı tabakalardan oluşmuştur. Güneş doğuşunda, iç bölgede üretilen enerjiyi önce absorblayan sonra da yayan bu tabakalar yardımıyla olur.

3.1. Güneş Sabiti

Şekil 3.10'de dünya-güneş ilişkisinin geometrisi şematik olarak verilmiştir. Güneş ve dünya arasındaki ortalama mesafe 1.5×10^8 km'dir. Dünyanın güneş etrafındaki dönme yörüngesi eliptik olduğundan dünya-güneş arasındaki mesafe $\pm \% 1.7$ oranında değişir. Bu mesafe 4 Temmuz'da maksimum, 3 Ocak'ta minimum olur. Bu ortalama uzaklıkta, güneş dünyadan 32° dik bir açı ile görünür. Dünya ile güneş arasındaki ortalama uzaklıkta ve atmosferin dışında güneş ışınlarına dik olarak yerleştirilen yüzeyin birim alanına birim zamanda gelen enerji, güneş sabiti olarak adlandırılmakta ve G_{se} simgesi ile gösterilmektedir.

Dünya ile güneş arasındaki mesafenin yıl boyunca sürekli değişmesi nedeni ile bu enerjinin mutlak anlamda sabit kalması düşünülemez, ancak ortalama bir sabit değerden söz

bu amaçla yapılan çalışmalarda dünya atmosferi dışındaki güneş sabiti ortalama değerinin 1367 W/m^2 olduğu saptanmıştır [30].



Şekil 3.1. Dünya-Güneş ilişkisi

3.2. Güneş Işıması ile İlgili Temel Tanımlar

Hava kütlesi m , güneş ışınlarının atmosferi geçerken kat ettiği mesafedir. Işımanın geliş doğrultusuna göre değişir. Deniz seviyesinde güneş tam tepedeyken dikey ışın yolu 1 olarak kabul edilir. Deniz seviyesinde zenit açısı 60° olduğunda ise $m=2$ olur. Hava kütlesi, ışının geliş açısına bağlı olarak aşağıdaki basit formül ile hesaplanır.

$$m = 1/\cos\theta_z \quad (3.2)$$

Burada; θ_z : direkt güneş ışınlarının yatay düzlem normali ile yaptığı açıdır.

Direkt ışın, hiçbir engelle karşılaşmadan atmosferdeki hiçbir partiküle çarpmadan dolayısıyla yön değiştirmeden yeryüzüne ulaşan ışımadır. Çarpımlar yüzeyde ışı enerjisine dönüştürülür. Direkt ışımlar yerkürede çarpımlar yüzeyde geliş açısına bağlı olarak yansımaya uğrarlar.

Diffüz ışın, yansımaya ve saçılmaya ile yönü değiştirilerek yer yüzeyine ulaşan ışımadır. Atmosferdeki gaz ve partiküllere çarptıktan sonra karılarak dağınlar ve gökyüzünün aydınlanmasına oluşturlar. Diffüz ışımlar da çarpımlar yüzeyde ışı enerjisine dönüştürülür.

Işın (W/m^2), yüzey üzerine birim alan başına gelen radyant enerjinin ölçüsüdür.

ilişkilerinin hepsinde kullanılan zamandır ve yerel saat ile standart zamanı günle zamanına çevirmek gerekir. Yerel standart zamanı temel alan meridyen (Greenwich) ile gözlemcinin meridyeni (boylam) arasında boylamdaki farklılık için sabit bir düzeltme vardır. Güneş, 1° boylamı 4 dakikada döner. Bu birinci düzeltmedir. İkinci düzeltme ise zaman denkleminde kaynaklanır. Güneş zamanı ile standart zaman arasındaki fark dakika olarak;

$$\text{Güneş zamanı} - \text{Standart zaman} = 4(L_{\text{st}} - L_{\text{yer}}) + E \quad (3.3)$$

Burada; L_{st} : yerel zaman için standart meridyen, L_{yer} : incelenen yerin boylamı ve E : zaman denklemdir (Batı boylamı için pozitif, doğu boylamı için negatif alınır).

$$E = 229.2 (0.000075 + 0.001868 \cos B - 0.032077 \sin B - 0.014615 \cos 2B + 0.04089 \sin 2B) \quad (3.4)$$

$$B = (n-1)360/365 \quad (3.5)$$

Burada; n : yılın günüdür ($1 \leq n \leq 365$).

3.3. Direkt İlganın Yönü

Herhangi bir anda güneşin yere ve yeryüzündeki bir noktaya göre hareketi güneş açısı ile tayin edilir. Güneş açısı Şekil 3.2'de verilmiştir.

Enlem (ϕ), ekvatorun kuzey veya güneyindeki açsal yerdir ve kuzey pozitifdir ($-90^\circ \leq \phi \leq +90^\circ$); deklinasyon (δ), güneş açısının ekvator düzlemi ile yaptığı açı ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\delta = 23.45 \sin \left(360 \frac{284 + n}{365} \right) \quad (3.6)$$

Burada; n : 1 Ocak'tan itibaren gün sayısıdır.

Eğim (β), çalardan yerin düzlemi ile yatay arasındaki açıdır.

Yüzey azimut açısı (γ), yüzey normalinin yerel meridyenden sapmasıdır. Sıfır noktası güney olduğundan doğu pozitif, batı negatiftir ($-180^\circ \leq \gamma \leq +180^\circ$).

kendi eksenini etrafında saatte 15° dönmesi nedeniyle güneşin yerel meridyenini doğusuna veya batısına doğru açsal sapmasındır. Sabah negatif, öğleden sonra pozitif değerler alır. Aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\omega = 15t \quad (3.7)$$

Burada; t: öğle güneşinden itibaren zamandır (saat).

Geliş açısı (θ), yüzeye gelen direkt ışına ile yüzey normali arasındaki açıdır ve aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\cos\theta = \sin\delta\sin\phi\cos\beta - \sin\delta\cos\phi\sin\beta\cos\gamma + \cos\delta\cos\phi\cos\beta\cos\omega + \cos\delta\sin\phi\sin\beta\cos\gamma\cos\omega + \cos\delta\sin\beta\sin\gamma\sin\omega \quad (3.8)$$

Zenit Açısı (θ_z), direkt güneş ışınlarının yatay düzlem normali ile yaptığı açıdır. Yatay düzlem için aşağıdaki formül ile hesaplanır:

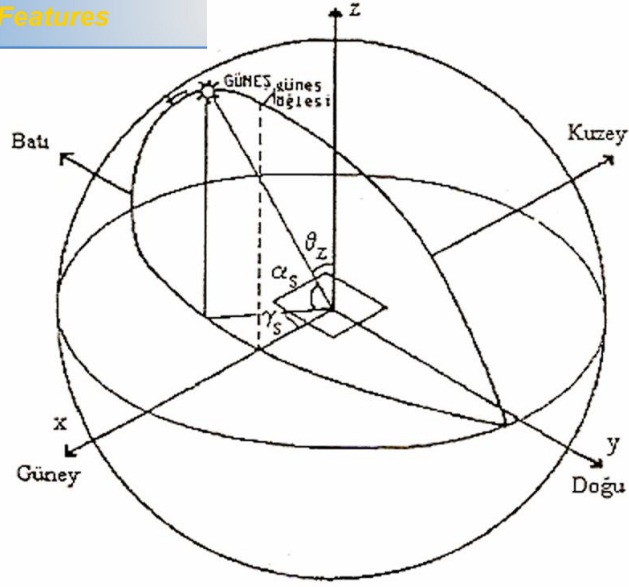
$$\cos(\theta_z) = \cos\phi\cos\delta\cos\omega + \sin\phi\sin\delta \quad (3.9)$$

Güneş yükseklik açısı (α_s), direkt güneş ışınlarının yatay düzlem ile yaptığı açıdır. Aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\sin\alpha_s = \cos\theta_z \quad (3.10)$$

Güneş azimut açısı (γ_s), direkt güneş ışınlarının yatay düzlemdeki izdüşümünün güney doğrultusu ile yaptığı açıdır. Güneyden batıya doğru pozitif, doğu yöne doğru negatif ifareti alır.

$$\sin \gamma_s = \frac{\sin \delta \cos \phi}{\sin \theta_z} \quad (3.11)$$



Şekil 3.2. Güneş açılar

Güneş'in doğu'daki saat açısı (ω_s), aşağıdaki formül ile hesaplanır ($\theta=90^\circ$):

$$\cos \omega_s = -\tan \phi \tan \delta \quad (3.12)$$

Gün uzunluğu N ise güneş'in doğu ile batı arasında geçen süredir ve formülü aşağıdaki gibidir:

$$N = \frac{2}{15} \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \quad (3.13)$$

3.4. Güneş Işıklarının Çeşitli Toplayıcı Yüzeylerine Gelme Açılar

Güneş ışıklarının herhangi bir yüzeye gelme açısı (3.8) elitiğinden hesaplanabilir. Ancak hareketli yüzeylerde bu açı güneş izleme yöntemine bağlı olarak değişir. Bu nedenle güneş ışıklarının yüzeye gelme açısının izleme yöntemlerine göre hesaplamak gerekir. Tablo 3.1'de çeşitli izleme yüzeyleri için güneş ışıklarının gelme açıları ($\cos \theta$) verilmiştir [30].



PDF
Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

yici yüzeyler için güneş ışınlarının geliri açısı ($\cos \theta$)

Dönme Eksen	$\cos \theta$
Her gün için ayrı bir düzeltme yapılarak yatay doğu-batı ekseninde döndürülen plaka	$\sin^2 \delta + \cos^2 \delta \cos \omega$
Sürekli düzeltme ile yatay doğu-batı ekseninde dönen bir plaka	$(1 - \cos^2 \delta \sin^2 \omega)^{1/2}$
Sürekli düzenleme ile kuzey-güney yönünde döndürülen plaka	$(\cos^2 \theta_z + \cos^2 \delta \sin^2 \omega)^{1/2}$
Dikey ekseninde dönen sabit eğimli bir plaka	$\cos \theta_z \cos \beta + \sin \theta_z \sin \beta$
Sürekli düzenleme ile yer küre ekseninde paralel kuzey-güney ekseninde dönen plaka	$\cos \delta$
Her ekseninde sürekli güneş i izleyen plaka	1

Uygulamada kullanılan düzlemsel kolektörler beş ana kışından oluşur. Bunlar:

1. Güneş ışınlarını geçiren ve üstten ısı kaybını önleyen bir veya çok sayıdaki saydam örtü
2. Enerji toplayan yutucu yüzey
3. Isı taşıyıcı kan borular
4. Yutucu yüzeyin güneş almayan kışınlarındaki ısı yalıtımını
5. Kolektör kasası

4.1. Saydam Örtü

Güneş kolektörlerinde, saydam örtünün esas fonksiyonu, hava hareketli sebebiyle meydana gelen ısı iletimini ısı kayıplarını azaltmaktır. Ayrıca, yutucu yüzeyi çevreden gelen tesirlerden (yağmur, dolu, kar, toz, v.s.) korur ve yutucu yüzey tarafından ısıtılan (uzun dalga boyulu) ısı ışımasını geriye yansıtarak ışıma iletimini azaltır. Çeşitli saydam örtü malzemeleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4. 1. Çeşitli saydam örtü malzemelerinin özellikleri [31, 32]

Malzeme	Kalınlık t (mm)	Kırılma indisi, n_k	τ_k	τ_u	Yoğunluk ρ (g/cm ³)	Max.dayanma sıcaklığı T_{max} (°C)
Acrylic (Plexiglass)	3.175	1.49	0.90	0.02	1189	93
Lexan (Polycarbonat)	3.175	1.58	0.84	0.02	1199	121
Teflon	0.050	1.34	0.96	0.25	2148	200
Tedlar	0.101	1.46	0.92	0.20	1379	66
Mylar	0.127	1.64	0.87	0.17	1394	150
Kynar	0.101	1.41	0.93	0.23	1770	-
Marlex	0.101	1.50	0.92	0.81	910	-
Düzgün cam	3.175	1.52	0.79	0.02	2400	730

τ_k : Kısa dalga boyulu ışıma geçirme oranı ($\tau=0.4-2.5$ mm)

τ_u : Uzun dalga boyulu ışıma geçirme oranı ($\tau=2,5-40$ mm)

Birçok yarı saydam plastikler yüksek sıcaklıklarda, hatta orta sıcaklıklarda özelliklerini kaybederler. Isıl genleşme katsayıları büyük olduğundan sızdırma ve bükülme problemleri vardır. Plastikler, uygulamada saydam örtü malzemesi olarak cama göre daha az kullanılır.

Güneş ışınlarını yutan ve ısıyı borularda dolaşan akışkana aktaran yutucu yüzey (levha) güneş kolektörlerinin önemli parçalarından biridir. Yutucu yüzeyin güneş ışınlarını yutma oranı büyük, uzun dalga boylu (ışın) yayılma katsayısı küçük olmalıdır. Işın yutarak ısıyan yüzeyin, ısıyı temas halindeki akışkana iyi iletebilmesi için ısı iletim katsayısı yüksek, ısı geçişinin hızlı olabilmesi için de ince olması istendiğinden yutucu yüzey olarak metal levhalar kullanılır. Bakır, alüminyum, çelik ve paslanmaz çelik gibi metaller yutucu yüzey malzemeleri olarak kullanılır. Polipropilen ve akrilik gibi bazı plastikler siyaha boyanarak yutucu yüzey olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca güneş ışınlarını yutan, renklendirilmiş sızdıran da yutucu yüzey olabilmektedir.

Isı geçişi, yutucu yüzey malzemesinin ısı iletim katsayısına ve akışkanın dolaştığı borular arasındaki mesafeye bağlıdır. Levha ve boruların imalatında, ısı iletim katsayısı yüksek bakır ve alüminyum gibi malzemeler kullanılarak kanattan borulara ısı geçişi sağlanır. Bakır, alüminyuma göre yaklaşık iki kat, çeliğe göre yaklaşık beş kat daha pahalı olmasına rağmen, aynı ısı geçişinin sağlandığı (0,25 mm kalınlığındaki bakır levhaya göre) 1 m² yüzey için bakırdan 2,24 kg, alüminyumdan 1,3 kg ve çelikten 15,3 kg malzeme gerekir. Böylece, ısı geçişi açısından bakıra göre çelik daha pahalı, alüminyum ise daha ucuz olmaktadır. Tablo 4.2'de yutucu yüzey malzemelerin mukayesesi verilmektedir. Akışkanın dolaştığı borular arasındaki mesafe, kullanılan malzemelerin özelliklerine bağlı olarak, yeterli ısı geçişini sağlayacak şekilde belirlenir. Levha ve boruların birbiri ile iyi birleşmesi ve ısı temas yüzeylerinin büyük olması gerekir. Yutucu yüzeylerin ömürleri, iç ve dış korozyon ile sınırlıdır. Yağmur suyunun kolektör kasası içine sızması veya saydam örtü yüzeyinde toplanıp levhada akması da korozyona sebep olur. Çelik levhalar dış korozyona müsaittir. Korozyon ise, ısı taşıyıcı akışkanın ihtiva ettiği çözünmüş oksijen, çelik gibi korozyona dirençli olmayan metalleri alırdır.

Tablo 4.2. Yutucu yüzey malzemelerinin bazları

Malzeme	k (W/m-K)	Malzeme	k(W/m-k)
Bakır	386	Akrilik	0.20
Alüminyum	204	Polietilen	0.35
Çelik	50	Polipropilen	0.20
Paslanmaz Çelik	24	PVC	0.16

Yutucu yüzeyde ışıının geçirilmediğinden belirli bir dalga boyunda yansıma ve yutma oranlarının toplamı birdir. Kirchhoff kanununa göre, ışık denge halinde, belli bir dalga boyunda, yüzeyin ışıının yama (nirretme) ve yutma oranları birbirine eittir. Nirretme ve yutma oranları dalga boyunun fonksiyonlarıdır. Uygulamada, güneş kolektörlerinde kullanılan yutucu yüzey malzemelerinin (bakır, alüminyum, çelik, vs.) yutma oranları düşüktür. Yutucunun üst yüzeyi, güneş ışıını yutuculuğu büyük olan bir malzeme ile kaplanır. İki kaplama tipi mevcuttur. Bunlar:

- Seçici (selektif) kaplama
- Siyah boyalı (seçici olmayan) kaplama

4.3.1. Seçici yüzey

İdeal siyah, yüksek ışıını için gerçek yutucudur. Bütün dalga boylarındaki her açıda gelen ışıının tamamını yutar. Ancak, gerçek maddeler (yüzeyler) ışıının bir kısmını gelip açışına bakılı olarak yansıtır, tamamını yutmaz. İdeal siyah cisim aynı zamanda ışık ışıını için ideal nirredicidir (yayıcıdır). Kolektörlerde kullanılan yutucu yüzeylerin ise, güneş ışıını yutma oranının büyük olması ve nirrediciliğinin (yayıcılığı) olmaması istenir. Kısa dalga boylu ışıının, yani güneş ışıının tamamına yakını yutan ve uzun dalga boylu ışıını nirrediciliği düşük olan yüzlere seçici (selektif) yüzey denir.

Seçici yüzey imalatında, önce kaplanacak yüzey temizlenir, sonra asit banyosuna tabi tutulur. Uzun dalga boylu ışıını yansıma oranı büyük olan metaller, güneş ışıını yutma oranı büyük olan bir madde ile ince bir film halinde kaplanır. Kaplamalar; kimyasal banyo, püskürtme ve elektro kaplama ile gerçekleştirilir. Aşağıda seçici yüzeyler ve özellikleri verilmiştir. Seçici kaplamalar, seçici olmayan (siyah boyalı) kaplamalara göre daha pahalıdır ve ömürleri daha kısadır. Nirretme oranları sıcaklık yükseldikçe artar. Oksitlenme ve yüzeyin yapısındaki değişimler sebebiyle optik özelliklerinde zamanla bozulmalar gözlenmiştir. Çelik veya bakır üzerine yapılan kaplama ile elde edilen seçici yüzeylerin sıcaklığa ve neme karşı dirençleri iyi olduğundan mevcut seçici yüzeylerin en iyisi olarak gösterilmektedir. Tablo 4.3'te bazı seçici yüzeylerin özellikleri verilmiştir.

Seçici yüzey çalışmalarındaki temel amaç, kısa dalga boylu ışıının tamamına yakını absorblanması buna karşılık uzun dalga boylu ışıını yayıcı olarak en aza

İçerikler daha fazla artırılarak akademi kana daha fazla erişilebilirliği artırarak, dolayısıyla topluluğun yükselmesinde daha az eğitimci yayarlar, dolayısıyla topluluğun

Günel enerjisi toplayıcılarında, toplam enerji kazancını artırmak iki yolla mümkün olabilir:

- 3 μm 'den büyük dalga boylarında SiO_2 yansıtan kaplamaya sahip bir cam örtü kullanılabileceği (böylece yutucu yüzeyden SiO_2 aynaya geri gönderilir)
- SiO_2 yansıtıcılığı olan bir seçici yüzey kaplaması

Seçici yzey kaplamalarē 0.3-2.5 μm spektrum aralēında %90’ın zerinde absorbtivite ve 2.5-50 μm infrared bölgesinde %10 civarında yayılacak zellikēi gösterir. Seçici yüzey olarak siyah nikel, siyah krom, siyah bakır, siyah demir, kobalt oksit kullanılmaktadır.

Absorber yüzey kaplamalarē üç sēnēfa ayrēđır:

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|----------------|
| • Seçici kaplamalar | $0 \leq \varepsilon \leq 0.2$ | $\alpha > 0.9$ |
| • Yan seçici kaplamalar | $0.2 \leq \varepsilon \leq 0.5$ | $\alpha > 0.9$ |
| • Seçici olmayan kaplamalar | $0.5 \leq \varepsilon \leq 1.0$ | $\alpha > 0.9$ |

Seçici yüzeyleri hazırlamak için, sputtering, kimyasal buhar depozisyonu, metal spreyi, kimyasal oksidasyon ve elektroliz gibi çeşitli teknikler kullanılır. Bu teknikler arasında elektroliz işlemi gerek basit, gerekse ekonomik olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünyada seçici yüzey kaplaması olarak iki tür kaplama ticari olarak kullanılmaktadır:

1-Alüminyumun anodik oksidasyonu ile oluşturulan poroz yüzeye nikel oksit ile yapılan
renklendirme

2- Bakır üzerine nikel kaplanma yüzeye siyah krom ile renklendirme

Alüminyumun anodik oksidasyonu ile oluşturulan poroz yüzeye nikel oksit ile yapılan renklendirme iki basamaktan oluşur: Birinci basamakta, fosforik asit ile poroz anodik yapı elde edilir. Ancak bu yapıya elde etmeden önce yüzeyin hazırlanması gerekir. Alüminyum levhanın yağı alettikten sonra, sodyum hidroksit ile dâklanır ve sıcak derişik asit ile kimyasal olarak parlatılır. Bu banyonun sıcaklığı 25°C olarak sabit tutulur ve 30V dokru akım uygulanır. İkinci

lanmış nikel sülfat banyosunda 20°C'de alternatif akım uygulaması gerçekleştirilmiştir. Oldukça yumuşak olan bu kaplamanın korunması ve optik özelliklerinin daha da iyileştirilmesi için koruyucu yüzey (kalay oksit vb.) kaplanması gerekir.

Günümüzde siyah nikel kaplamanın yapılacağı malzeme olarak alüminyum tercih edilmektedir. Çünkü alüminyum ucuz ve hafif olup kaplama teknolojisi karışık ve zor işlemler içermemektedir. Ancak siyah nikelin, atmosfere karşı direncini artırmak için mutlaka koruyucu kaplama ile kaplanması gereklidir. Siyah krom, bakır üzerine nikel kaplanmış yüzeyler üzerine kaplanırlar. Bu tipte kaplamalar toplayıcı kullanılan ömründe ve kalite açısından önemli bir değiline neden olmazlar. Paslanmaz çelik üzerine direkt olarak kaplanan siyah krom da aynı özellikleri gösterir. Siyah krom, alüminyum üzerine kaplandığında ara filmlere gerek vardır, imalatları daha zor ve karmaşıktır.

Nikel pigmentli alüminyum oksit kaplamalar alüminyum üzerine kaplanır. Bu öEloksalö adıyla verilen özel bir oksidasyon yöntemidir. Laboratuvar çalışmaları ve ölçümler bu tip kaplamaların toplayıcıda yüksek neme çok duyarlı olduğunu göstermektedir. Kaplamaların kalitesi, birçok faktörlere ek olarak temelde banyoların niteliğine ve kalitesinin korunmasına bağlıdır. Galvanik kaplama yöntemlerinin en büyük dezavantajı imhası zor atıkların ortaya çıkmasıdır. Ek olarak kaplamada gereken enerji göz ardı edilmemelidir. Nikel pigmentli alüminyum oksit, siyah krom kaplamaya göre daha basit yöntemlerle yok edilmesi ve üretim almasında daha az enerjiye gereksinim duyulmasından dolayı tercih edilir.

Tablo 4.3. Bazı seçici yüzeylerin özellikleri

KAPLAMA	ALT TABAKA	Günel Hâle Yutma Oranı	Nelretme Oranı	Çalışma Sıcaklığı °C	Neme Direnci
SİYAH KROM	Bakır	0.95-0.97	0.08-0.14	316	İyi
	Çelik	0.91-0.97	0.07-0.16	427	Zayıf
NİKEL ÜZERİNE SİYAH KROM	Bakır, Çelik	0.90-0.95	0.09-0.15	427	Çok iyi
	Alüminyum	0.95	0.50		Çok iyi
SİYAH NİKEL	Çelik	0.89-0.96	0.07-0.17		?
NİK.ÜZ.SİYAH NİK.	Çelik, Bakır	0.87-0.96	0.07-0.10	288	Değilken
SİYAH BAKIR	Bakır	0.85-0.95	0.10-0.15	200	Zayıf
	Al,Nikel	0.81-0.93	0.11-0.17		?
DEMİR OKSİT	Çelik	0.85	0.08	427	İyi
ALÜMİNYUM OKS.	-	0.85-0.95	0.11-0.34	900	?

- Mukavemet
- Yanma ve genişleme özelliği
- Kararlılık
- Fiyat ve piyasada temin edilebilme imkanı

dikkate alınır. Uygulamada; strafor 74°C'ye, poliüretan köpük 100°C'ye kadar dayanıklıdır. Bu sebeple strafor pek kullanılmaz. Poliüretan köpüğün bazı tedbirler alınarak kullanılması gerekmektedir. Uygulamada en çok kullanılan iltis halinde cam yünü olup 250°C'ye kadar dayanıklıdır. Bazı yalıtım malzemelerinin özellikleri Tablo 4.4'te verilmektedir.

Tablo 4. 4. Yalıtım malzemelerinin özellikleri

Yalıtım Malzemesi	Isı İletim Katsayısı W/m-K	Çalışma Sıcaklığı °C	Yoğunluğu kg/m ³
Cam yünü	0.032	250	15-120
Taı yünü	0.036-0.055	650-1050	
Polystyrene köpük	0.029	70-80	20
Poliüretan köpük	0.023	104	35
PVC	0.035	100-130	40-80
Kalsiyum silikat	0.055	650	
Perlit	0.048	820	
Isocyanurate	0.025	121	
Fenolik köpük	0.033	135	
Gözenekli plastik	0.040	100	

Uygulamada, yalıtım malzemesinin sıcaklığın olumsuz etkisinden korunması için bir hava boşluğunun oluşturulması önerilmektedir.

4.5. Kollektör Kasası

Düzlemsel güneş kolektörlerinin kasaları genellikle alüminyumdan yapılmaktadır. Bunun yanı sıra plastik polipropilen, PVC galvanizli çelik sac ve paslanmaz çelik ile verniklenmiş sac da kullanılmaktadır.

Bu tip          absorblanmış günü enerjisinin transfer edildiği ak  kan, havad  . Sıcak havanın gerekli olduğu alanlarda       nce bir ak  kana ardından havaya aktarmak yerine, direkt olarak havaya aktaran düzeneklerdir.   okunlukla binaların       m   absorpsiyonlu soğutma prosesi veya kurutucu madde yatakları kullanılarak binaların iklimlendirilmesi, tarçın ve sanayi ürünlerinin kurutulması ve seraların       m   i  in kullan    .

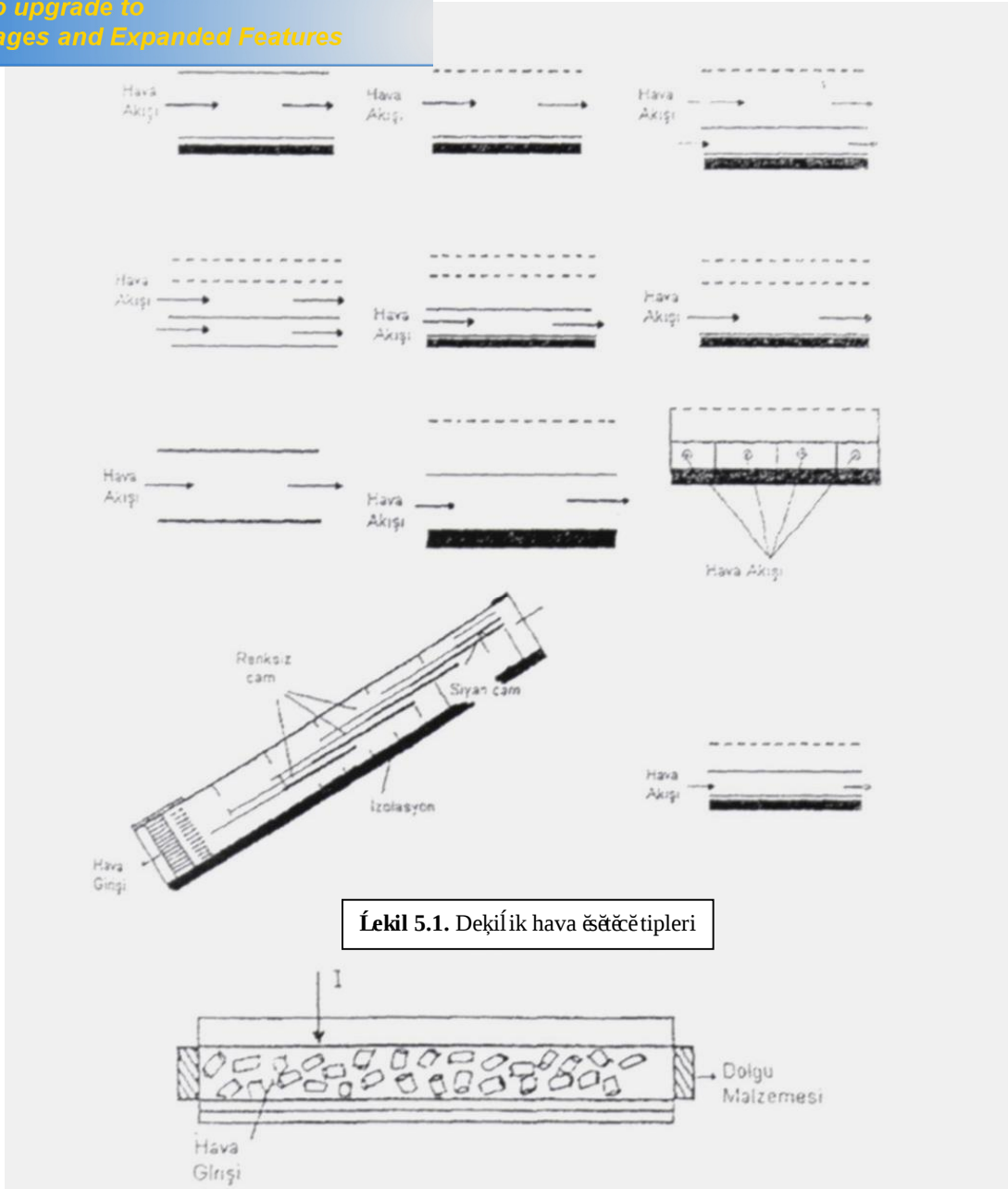
Günel enerjisi ile havanın ısıtılmasında yaygın olarak düzlem toplayıcılar kullanılır. Düzlem toplayıcıların; yapılması kolay, uzun ömürlü, ağırlıkça hafif ve güneşli izleme mekanizmaları olmadıkça için ekonomik olmaları gibi avantajları vardır. Verimlerinin düşük olmasına ve yüksek sıcaklıklara ulaşamamasına rağmen kullanılan kolaylık nedeniyle çok fazla tercih edilirler. Çok değişik şekillerde dizaynları mevcuttur. Şekil 5.16'da değişik hava ısıtıcı tipleri görülmektedir.

Son yıllarda düzlem toplayıcılar da ulaşılan hava sıcaklığına ve verimini artırmak için birçok değişik uygulama yapmaktadır. Bunların içinde en yaygın olarak kullanılanlar; hava akışı kanalına dolgu malzemesi yerleştirme, absorblayıcı plaka altına kanatçık eklenmesi, hava geçiş sayısının artırılması, absorbere değişik yükseklikler verilmesi, hava akışı kanalının ölçülerinin değiştirilmesi ve seçici yüzeyli absorber kullanılmasıdır.

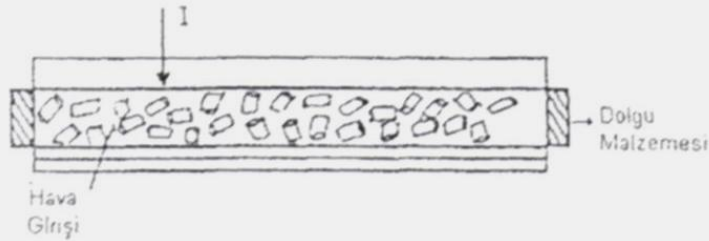
5.1. Dolgu Malzemesi Kullanılması

Hava    mada kulland an düzlem toplay    ar n verimini art rmak amacı ile absorblay    yüzeyin alt ndaki hava akış kanalına    itli dolgu malzemeleri yerleştirilmektedir [33-38]. Genel dizayn  lekil 5.2 de g r lmektedir.

Toplayıcılar da dolgu kullanılmaması durumunda eş transfer alanı artacağından eş transfer hızı da artar. Dolgu olarak kullanılan materyalin termal ve elektriksel yayma özellikleri önemlidir. Toplayıcılar da dolgu malzemesi olarak duyulur eş depolama amaçlı birçok katı materyal kullanılabilir [39, 40].



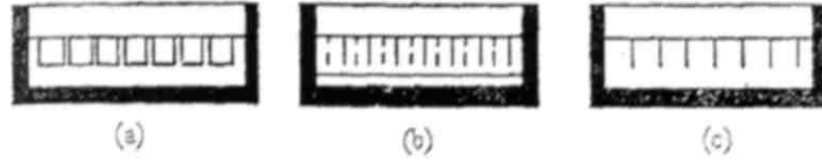
Şekil 5.1. Değişik hava ileticileri



Şekil 5. 2. Dolgu malzemeli toplayıcı

Bugüne kadar yapılan araştırmalarda, termal verimi artırmak için alüminyum folyo, metal yünü ve siyaha boyanmış bakır tel kullanılmış, termal verimlerin klasik düzlem toplayıcılardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca yün, ot ve ağaç kabukları, boncuklar, cam parçacıkları, cam bilye ve alüminyum ve demir talafları gibi farklı şekil ve özelliklere sahip materyaller de denenmiştir.

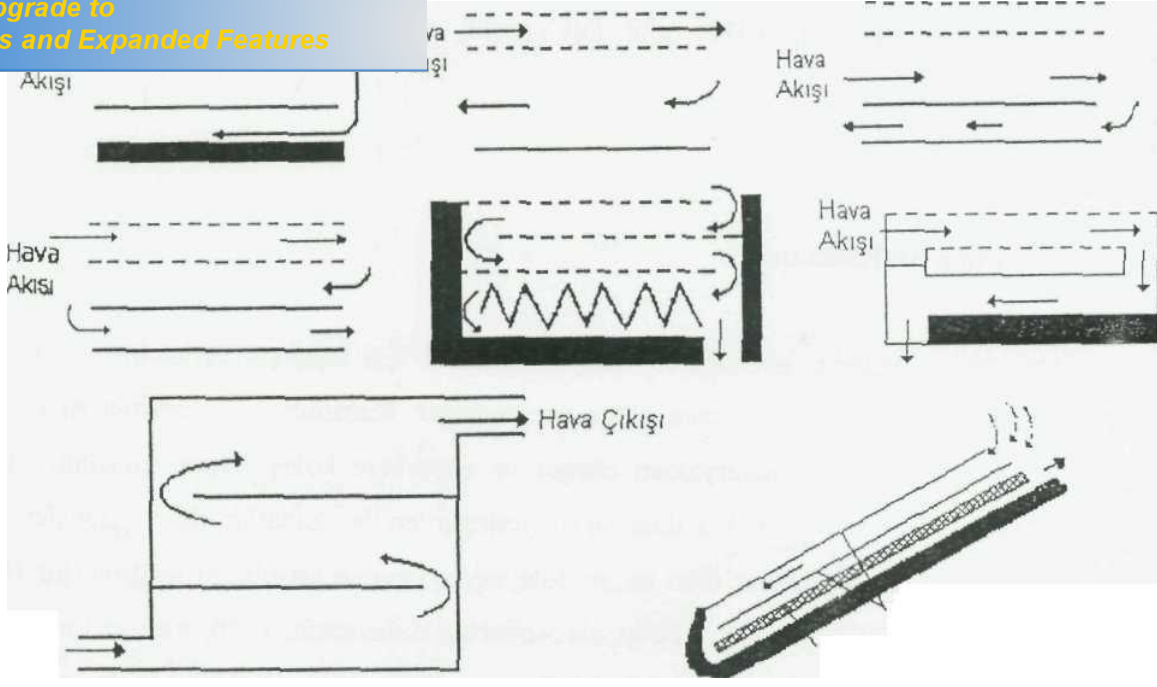
Toplayıcı verimini artırmak için denenen diğer bir metot, absorblayıcı yüzeye eş transfer yüzeyini artırmak için kanatçık yerleştirilmesidir. Kanatçık malzemesinin eş transfer katsayısı yüksek bir materyalden olması ve absorbere kolay monte edilebilir olması gereklidir. Havanın akış kanalına sıkça yerleştirilen bu kanatlar ile eş transfer alanı artırılarak toplam transfer olan eşve dolayısıyla verimin artırılması sağlanmaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Hava akış kanalına kanatçık yerleştirilmesi (a-U kanatlar, b-kaydırılabilir kanatlar, c-dokrusal kanatlar)

5.3. Hava Geçiş Sayısının Artırılması

Toplayıcıya giren havanın, toplayıcı içinde kalış süresini artırarak daha fazla ısıtılmasını sağlayan bir dizayndır. Hava, toplayıcı içinden 2 veya 3 defa veya daha fazla geçirilebilir. Ayrıca havanın geçiş yaptığı kanallardan birine değişik şekillerde katlanabilir absorber veya gözenekli absorber plaka yerleştirilebilir. Çok farklı dizayn şekilleri vardır. Şekil 5. 4'de hava geçiş sayısının artırıldığı toplayıcı tipleri görülmektedir.



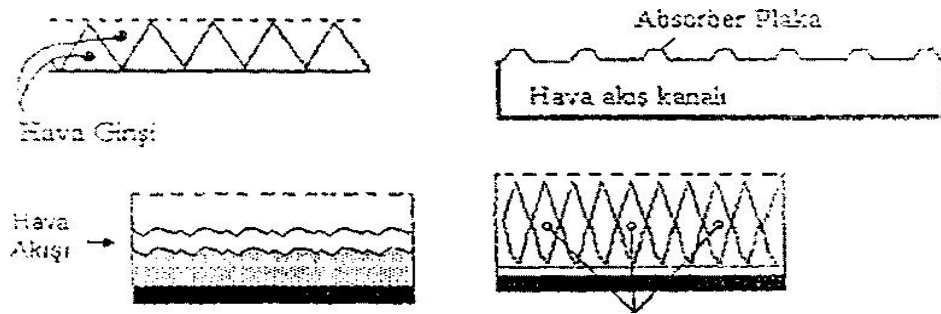
Hava Girişi

Geçirgen kapak
Gözenekli absorber

Şekil 5. 4. Hava geçişi sayısının arttığı çeşitli toplayıcı tipleri

5.4. Absorbere Değişik Şekiller Verilmesi

Düzlem toplayıcıların veriminin artırılması için uygulanan diğer bir yöntem de, absorber plakaya pürüzlü bir görünüm vererek, genel olarak absorberin yüzeyi artırmak, içeriden gelen havanın bu yüzeyle daha fazla temasını sağlamaktır. Yüzeyin pürüzlü olması ısı transfer katsayısını artıran türbülent akıştaki viskoz alt tabakayı bozduğu için daha fazla ısı transferi gerçekleşir. Absorber plakanın akordiyon şeklinde veya daha değişik şekillerde katlanarak toplayıcı içine yerleştirilmesi oldukça yaygındır. Şekil 5. 5'te değişik absorber şekilleri görülmektedir.



Şekil 5. 5. Hava akışı

Derinin Değil tirilmesi

Günel enerjili toplayıcılar da, havanın geğiği kanalın yüksekliği değil tirilerek optimum bir ağıllık oranı bulmaya çalığır ve bunun toplayıcı verimine etkisi aralı tırır.

5. 6. Seçici Yüzeyli Absorber Kullanımı

Günel enerjili hava ısı tırıcıların termal performansını artıran bir yolu da absorbtivitesi yüksek, yayma katsayısı düşük seçici yüzeylerin kullanılmasıdır. En iyi sonuç veren uygulamalardan biri olduğu için yaygın şekilde kullanılır.

5.7. Günel Enerjili Hava Isıtıcıların Tasarımı

Tüm günel enerjisi uygulamalarında ihtiyaç duyulan en önemli parametre, gelen günel ışıması miktarıdır.

Günel ışımasının atmosfer dışında yatay bir yüzeye gelen ışıma miktarı tam olarak hesaplanabilmesine rağmen bu ışımanın yüzüne ulaşırken tam olarak ne kadarının atmosferde soğurulduğu bilinmemektedir. Yeryüzünde yatay bir düzleme bir günde gelen günel ışıması miktarı günel ışıması ölçümü yapan cihazlarla ölçülebilir veya atmosferik parametrelere bağılı olarak geliştirilen, bölgenin kendisine veya benzer iklim ve enlemdeki yakın çevresinde bir bölgeye özgü denklemler varsa, yaklaşık sonuç verecek şekilde hesaplanabilir.

Günel ışımasının miktarı bilindikten sonra genel olarak günel enerjili bir hava ısı tırıcısının dizaynında ulaşmak istenen sıcaklık ve kullanım yerine göre aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır:

- Gerekli enerji akışı hızı,
- Gerekli kütle akışı hızı,
- Toplayıcı boyunca gerekli sıcaklık yükselmesi,
- Uygun absorber malzemesi,
- Isıtıcının müsaade edilen maksimum uzunluğu,
- Akış kanalının optimum derinliği ve genişliği,
- Mevcut pompalama gücünün limiti bilinmelidir.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

İnşaatlarda en önemli parça, güneş enerjisini toplayıp akışkana
dönüştüren ve bu sayede de enerjiyi çeviren toplayıcılardır. Toplayıcı tipi, boyutu, malzemesi,
yoğunlaştırma oranı gibi faktörler güneş enerjili binalarda ulaşılabilecek sıcaklık ve dolayısı
ile kullanım alanını belirleyecektir.

Güneş kolektörleri, enerji yoğunluğunun çok olduğu yani enerjinin bir şekilde mutlaka kullanıldığı illemlerden birisidir. Yapılan bu çalışmada farklı yutucu yüzeyler içeren havalı güneş kolektörünün birinci ve ikinci kanun analizlerini, yani; enerji ve ekserji analizlerini içermektedir.

6.1. Birinci Yasa (Enerji) Analizi

Güneş enerjili düzlemsel kolektörlerin ısı verimleri; yutucu yüzeyin optik ve ısı verimleri ile de iklim özelliklerine (sıcaklık ve rüzgar hızı), güneş ışınımının geliş açısına, kolektör düzlemine gelen güneş ışınımına, kolektör eğimine, çalışmada akışkanın kütleli debisine bağlıdır.

Güneş enerjili düzlemsel kolektörlerin ısı verimi, çalışmada akışkanından elde edilen yararlı ısı kolektör yüzeyine gelen güneş enerjisine oranı olarak tanımlanır.

$$\eta = \frac{\dot{Q}_c}{A \cdot I} \quad (6.1)$$

Burada; η : ısı verim, $\dot{Q}_c$: yararlı ısı, A: kolektör alanı (m^2) ve I: kolektör düzleminin birim alanına gelen toplam güneş ışınımıdır (W/m^2). Yararlı ısı ($\dot{Q}_c$) aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\dot{Q}_c = \dot{m} C_p (T_c - T_g) \quad (6.2)$$

Burada; $\dot{m}$: çalışmada akışkanın kütleli debisi (kg/s), C_p : çalışmada akışkanın özgül ısı ($J/kg^\circ C$), T_c ve T_g : sırasıyla çalışmada akışkanın kolektörden çıkış ve kolektöre giriş sıcaklıkları ($^\circ C$). Düzlemsel güneş kolektörü ısı verim deneyleri için alınan ölçüm değerleri kullanılarak gelen güneş enerjisi, yararlı ısı ve çevreye olan ısı kayıpları belirlenir. Kararlı hal koşullarında çalıştırılan bir düzlemsel kolektörün ısı verimi ortalama akışkan sıcaklığına göre;

$$\eta = F_m (\tau \alpha) - F_m U (T_f - T_e) / I \quad (6.3)$$

olektörden gerçekte elde edilen yararlı ışıının tüm kolektör yüzeyinin alanına ortalama sıcaklığında olması durumunda alınabilecek yararlı ışıya oranı olarak tanımlanır ve kolektör ışı verim faktörü olarak isimlendirilir, U : toplam ışı kayıp katsayısı ($W/m^2\text{°C}$), T_e : çevre sıcaklığı ($^{\circ}C$), U cam örtü geçirgenlik katsayısı ve U yutucu yüzey yutma katsayısıdır.

Çalışma akışkan ortalama sıcaklığı (T_f), akışkan girişi ve çıkış sıcaklıklarının ortalaması olarak alınır.

$$T_f = (T_{\text{ç}} + T_{\text{g}})/2 \quad (6.4)$$

Doğrusal yaklaşım kullanılarak kolektör ışı verim eğrilerinin oluşturulmasında toplam ışı kayıp katsayısının sabit olduğu varsayılmaktadır. Ancak yukarıda tanımlanan ışı verim ilişkilerinde yer alan toplam ışı kayıp katsayısı sabit olmayıp yutucu yüzey, çevre ve gökyüzü sıcaklıkları ile rüzgar hızı ve kolektör eğimi, yutucu yüzeyin özelliklerine bağlıdır. Bu değişkenlerin kolektör ışı kayıp katsayısı ve dolayısıyla kolektör ışı verimi üzerine etkisi ayrıntı olarak incelenmemiştir. Türkiye’de halen geçerli olan ilgili standartlarda rüzgar hızının 5.5 m/s ’nin altında olma ve çevre sıcaklığının $5\text{--}32^{\circ}C$ arasında olma gibi sınır değerler dışında bir verim değerlendirmesi deneyi bulunmamaktadır. Türkiye’de de Avrupa standartlarına uyumlu olarak hazırlanan yeni Türk standartlarında toplam ışı kayıp katsayısının değeri dikkate alınarak kolektör ışı verim denklemi ortalama akışkan sıcaklığı (6. 4) ilişkisi temel alınarak ikinci dereceden denklemle verilmektedir.

$$\eta = F_m(\tau\alpha) - \alpha_1(T_f - T_e)/I - \alpha_2 I [(T_f - T_e)/I]^2 \quad (6.5)$$

Burada; U_1 : birinci dereceden ışı kayıp katsayısı, U_2 : ikinci dereceden ışı kayıp katsayısıdır. İşı verimin ikinci dereceden denklemle ifade edilebilmesi için U_2 değeri negatif olmamalıdır. Ayrıca ışı değeri 800 W/m^2 olmalıdır. Yeni yaklaşım ile halen kullanılmakta olan değerlendirme yöntemi karlı değildir, özellikle denge sıcaklığı ile optik verimlilik değerlerinin doğrusallaştırılması ışı verim eğrisinden elde edilebilecek sonuçlara göre farklı olabilmektedir [12].

Termodinamiğin ikinci kanunu (T.D.2.K), eş enerjisinin sadece belirli bir kısımla ile çevrilebileceğini, çevrenin iç enerjisinden yararlanarak il elde edilemeyeceğini belirterek enerji dönüşümlerini sınırlamakta ve ayrıca, bütün doğal olayların tersinmez olduğuna dikkati çekerek enerjinin bir türden diğer bir türe dönüşümünde veya bir sistemden diğer bir sisteme transferinde, insanların faydalanabilecekleri kısmın azalacağını ve sürekli değer kaybedeceğini ifade etmektedir. O halde bir prosesin tersinmezliği, termodinamiğin ikinci kanunu ile bulunabilir ve entropi üretimindeki artışla ifade edilir.

Enerji, ekserji ve anergi olmak üzere iki kısma ayrılır. Kısaca, enerjinin kullanılabilir kısmına ekserji, enerjinin kullanılmayan kısmına da anergi denir. Ekserji, referans hallerine bağlı olarak bir akışkanın, gazın veya bir kütleli dengede olmayan durumunun bir sonucu olarak; bir gazdaki, akışkanındaki veya kütledeki kullanılabilir il ifade eder. Böylece, ekserji ; bir sistemdeki her bir prosesin enerji dengesinden yararlanarak belirlenebilen diğer özelliklerden hesaplanabilir. Genel olarak ekserji, iç enerjideki değişimleri, entropi değişimini, il değişimini, momentum ve yerçekimi gibi etkileri içerir.

Ekserji analizi, T.D.2.Kö na ve tersinmez durum değişimindeki entropinin genel ifadesine bağlıdır. Başka bir deyişle, T.D.2.Kö nun mühendislik sistemlerine uygulanması ve entropinin yoğun kullanılması gerektirir. Bir sistemin ekserji analizinde amaç, sistemin denge durumundaki ekserji değerini belirlemek ve belli hallerde meydana gelen işlemler için ekserji dönüşümünün nedenini belirlemektir. Bunun için ilk hedef, ekserji kayıplarının bulunduğu yeri, bu kayıpların ne büyüklükte olduğunu, bu kayıpların ne zaman giderileceğini ve böylece sistemin ikinci kanun veriminin nasıl iyileştirileceğini bilmektir. Genel olarak ekserji kayıplarını gerçek sistemlerdeki veya elemanlardaki tersinmez durum değişimlerinde meydana gelen entropi üretiminden kaynaklanır.

Sistemdeki ekserjiyi değerlendirmede iki yaklaşım vardır. Bunlardan biri, yeni sistemler dizayn etmek; diğeri de, mevcut sistemleri değerlendirmektir. Bu durumda, çevre referans alınarak mevcut sistemdeki ekserji girişi-çıkışı ve ekserji kayıplarını kolayca belirlenebilir. Eğer bir işlemde ve/veya sistemde yararlı il yoksa o zaman ekserji de kayıp var demektir. Öyle ki,

ak kullanılması, enerji destekli sistemlerin analizinde ve
analizlerde öneriler için bir çok avantaj sağlamaktadır.

Sonuç olarak; bir sistemin ekserji analizini yapmak, sistemdeki verimsiz ileri, elemanlar ve çalışma durumlarını belirleyerek, ikinci kanun verimini iyileştirmek için gereklidir. İkinci kanun verimini iyileştirmek için, sistemin durum değişimlerindeki ısı, ileri ve kütleli debiye bağlı kayıplardan kaynaklanan ekserji kayıplarının miktarını yerini ve türünü belirlemek gerekir [12].

Farklı yutucu yüzeyler içeren havalı güneş kolektörünün ekserji analizinin tanımlanmasında termodinamiğin ikinci kanunu esas alınır.

Yapılan analizde aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

- Kararlı durum, kararlı akış şartları
- ihmal edilebilir potansiyel ve kinetik enerji etkileri ve kimyasal veya nükleer reaksiyonun olmaması
- Hava, sabit özgül ısıyla ideal bir gazdır ve nem içeriği ihmal edilir,
- Sisteme ısı transferinin ve sistemden ısı transferinin yönleri pozitifdir.

Düzlemsel bir kolektörün ekserji girişi, kontrol hacmine kütle girişi ile, ekserji çıkışı ise kütle çıkışı ile olmaktadır. Ayrıca kolektörün kontrol hacmi atmosferik çevre ile etkileşim halindedir. Yani ölü ortam olarak çevrenin şartları geçerlidir.

Kütle denge denklemi, her türünden aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\sum \dot{m}_{giren} = \sum \dot{m}_{çıkan} \quad (6.6)$$

Burada; $\dot{m}$: kütleli debidir (kg/s).

Kinetik ve potansiyel enerji değişimlerinden dolayı meydana gelen etkiler ihmal edilirse, genel enerji ve ekserji dengeleri her cinsinden aşağıdaki gibi ifade edilebilir [12, 18, 19]:

$$\sum \dot{E}_{giren} = \sum \dot{E}_{çıkan} \quad (6.7)$$

$$\sum \dot{E} x_{kayb\check{e}} \quad (6.8a)$$

veya

$$\dot{E} x_{\check{e}} - \dot{E} x_{if} + \dot{E} x_{k\ddot{u}tle,giren} - \dot{E} x_{k\ddot{u}tle,\check{s}ak\ddot{a}} = \dot{E} x_{kayb\check{e}} \quad (6.8b)$$

Denklem (6.8b) kullanılarak genel ekserji dengesinin h z formu a ağıdaki gibi yazılabilir:

$$\sum \left(1 - \frac{T_e}{T_s} \right) \dot{Q}_s - \dot{W} + \sum \dot{m}_g \psi_g - \sum \dot{m}_{\check{\varsigma}} \psi_{\check{\varsigma}} = E \dot{x}_{kayb\check{e}} \quad (6.9)$$

Burada;

$$\psi_g = (h_g - h_e) - T_e (s_g - s_e) \quad (6.10)$$

$$\psi_{\check{\varsigma}} = (h_{\check{\varsigma}} - h_e) - T_e (s_{\check{\varsigma}} - s_e) \quad (6.11)$$

Denklem (6.10) ve (6.11), Denklem (6.9) da yerine koyulursa, denklem a ağıdaki  ekilde d zenlenir:

$$\left(1 - \frac{T_e}{T_s} \right) \dot{Q}_s - \dot{m} [(h_{\check{\varsigma}} - h_g) - T_e (s_{\check{\varsigma}} - s_g)] = E \dot{x}_{kayb\check{e}} \quad (6.12)$$

Burada; $\dot{Q}_s$: kolektör y zeyi taraf ndan emilen g nel  nerjisidir ve a ağıdaki ifadeyle de erlendirilir:

$$\dot{Q}_s = I(\pi \alpha) A_c \quad (6.13)$$

Kolekt rdeki havanın entalpi ve entropi de ilimleri aşağıdaki gibi ifade edilmi tir:

$$\Delta h = h_{\check{\varsigma}} - h_g = Cp(T_{f,\check{\varsigma}} - T_{f,g}) \quad (6.14)$$

$$- R \ln \frac{P_c}{P_g} \quad (6.15)$$

Denklem (6.13)-(6.15)ö i, Denklem (6.12)ö de yerine koyulmasıyla ağıdaki denklem yazılabilir:

$$\left(1 - \frac{T_e}{T_s}\right) I(\pi\alpha) A_C - mc_p (T_{f,s} - T_{f,g}) + mc_p T_e \ln \frac{T_{f,s}}{T_{f,g}} - mRT_e \ln \frac{P_c}{P_g} = \dot{Ex}_{kayb\check{e}} \quad (6.16)$$

Tersinmezlik olan $\dot{Ex}_{kayb\check{e}}$, direkt olarak ağıdaki denklemden hesaplanabilir:

$$\dot{Ex}_{kayb\check{e}} = T_e S_{\check{u}retimi} \quad (6.17)$$

İkinci yasa verimi ise ağıdaki gibi hesaplanır:

$$\eta_{II} = 1 - \frac{T_e S_{\check{u}retimi}}{[1 - (T_e / T_s)] \dot{Q}_s} \quad (6.18)$$

Boyutsuz ekserji kaybı Eİtlik (6.16)ö nın Eİtlik (6.2)ö deki yararlı ışı değerine bölünmesiyle elde edilmektedir. Yani [18];

$$Ex_D = \frac{\dot{Ex}_{kayb\check{e}}}{\dot{Q}_c} \quad (6.19)$$

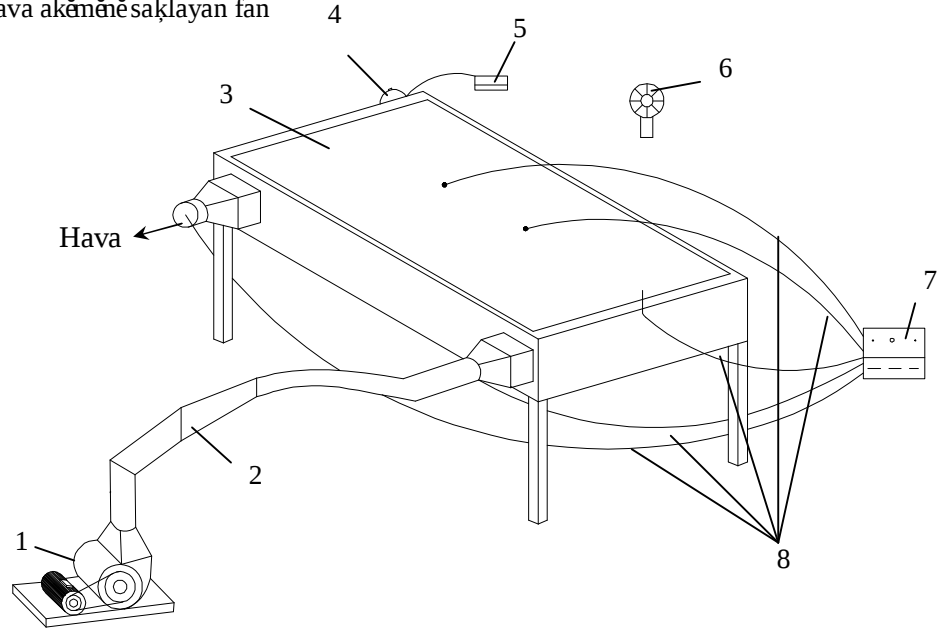
Havanın bütün fiziksel özellikleri, müteakip ortalama kütle sıcaklığına göre seçilmiştir:

$$T_m = (T_g + T_c) / 2 \quad (6.20)$$

7.1. Deney Setinin Tanıtımı, Özellikleri Ve Kısımları

Yeni geliştirilen düzlemsel tip havalı bir güneş kolektörünün enerji ve ekserji analizinin yapılması bu çalışmada, düz bir yutucu yüzey ve 3 farklı tipte, konumlarda, açılarda dizilmiş kanatçık ve dikdörtgen blok şeklindeki engeller içeren yutucu yüzeyin üst kısmı siyaha boyanmış bakır levha ile kaplanmıştır (Şekil 7.1-3). Sistemde kullanılan havayı üfleme için sabit devirli bir fan ($0.0833 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, 0.25 kW , 220 V , 50 Hz , 1380 dak^{-1}) kullanılmıştır (Şekil 7.4). Fanın hava debisi fan girişindeki klape vasıtasıyla ayarlanabilmektedir. Deneyler 2007 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında yapılmıştır (10 Temmuz-05 Ağustos periyodu). Şekil 7. 1 ve 7. 2 ve 7.3'ten görüldüğü gibi deney düzeneği iki ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- Düzlemsel tip havalı kolektör
- Hava akışını sağlayan fan



Şekil 7. 1. Deney setinin şematik gösterimi

- 1) Radyal Fan, 2) Bağlantı Borusu, 3) Düzlemsel tip havalı güneş kolektörü, 4) Piranometre, 5) Solar integratör, 6) Anemometre, 7) Dijital termometre ve kanal seçici, 8) Isı çiftler



PDF
Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



Şekil 7. 2. Deney setinin yandan görünümü



Şekil 7. 3. Deney setinin önden görünümü



Ėkil 7. 4. Radyal fan

7. 2. Yeni Tasarlanan HavalĖKolektĖr

Ėkil 7.5 (a, b, c, d), 7.6 (a, b, c, d)de gĖrĖldĖĖ gibi havalĖkolektĖrler 120x70x12 cm ebatlarĖnda olup boyuna doĖru her iki ucuna (12cm lik kĖşma) 16x5x7 cm ebatlarĖnda havanĖn gĖnel kolektĖrĖne giril ve ćĖĖĖĖ saĖlayan kanallar aćĖmĖtĖr. KolektĖrĖn en Ėnemli elemanĖ olan gĖnel ĖĖĖĖĖĖ absorbe eden yutucu yĖzey siyaha boyanmĖ galvanizli ćelikten yapĖmĖtĖr. Yutucu yĖzey Ėzerinde havanĖ uzun sĖre dolalmasĖnĖ saĖlamak ve dolayĖşyla ĖĖ transfer yĖzeyini artĖrmak farklı geometrik Ėekillerde, diziliĖte kanatćĖk ve dikdĖrtgen blok Ėeklinde engeller yerlĖtirilmiĖtir. Bu engeller alafĖdaki Ėekillerden de gĖrĖldĖĖ gibi ĖĖ transfer yĖzeyini ve yolunu artĖrmak ićin kullanĖmĖtĖr. Bu ćalĖmada Ėzerinde Ėćgen kanatćĖk Ėeklinde engellerin bulunduĖu yutucu yĖzey Tip 1, yaprak kanatćĖk Ėeklinde engellerin bulunduĖu yutucu yĖzey Tip 2, dikdĖrtgen kanatćĖk Ėeklinde engellerin bulunduĖu yutucu yĖzey Tip 3, Ėzerinde herhangi bir geometrik Ėeklin bulunmadĖĖ dĖz olan yutucu yĖzey ise Tip 4 olarak tanĖmlanmĖtĖr. Tip 1 Tip 2 ve Tip 3 yutucu yĖzeylerinde kanatćĖk Ėeklindeki engellere ilave olarak, ićeride dolalan havanĖ bir dalga hareketi yolu izlemesi ve dolayĖşyla daha uzun sĖre kolektĖrde kalmasĖ ićin 10 cm yĖksekliĖinde, 50 cm uzunluĖunda, 2 cm kalĖnlĖĖĖnda dikdĖrtgen blok Ėeklindeki engellerde yerlĖtirilmiĖtir.

Tip 1, Tip2, Tip 3 ve Tip 4 olarak tanĖmlanan yutucu yĖzeylerin fotoĖrafĖ Ėkil 7.5 (a, b, c, d) de, Ėematik resimleri ise Ėkil 7.6 (a, b, c, d) de gĖsterilmektedir.

kanateklar 5x5 cm ebatlarında imal edilmiş ve kanateklar iki kanatek arasė boyuna mesafe 10 cm ve enine mesafe 3.5 cm olacak şekilde yutucu yzey zerine konumlandırılmıştır (şekil 7.5a, 7.6a).

Tip 2: Tip 2 de yaprak şeklindeki kanateklar 5x5 cm ebatlarında imal edilmiş ve kanateklar iki kanatek arasė boyuna mesafe 10 cm ve enine mesafe 3.5 cm olacak şekilde yutucu yzey zerine konumlandırılmıştır (şekil 7.5b, 7.6b).

Tip 3: Tip 3 de dikdrtgen şeklindeki kanateklar 10x10 cm ebatlarında imal edilmiş ve yaklaşık 45°dik ağyla ve iki kanatek arasė 2.5 cm olacak şekilde yutucu yzey zerine konumlandırılmıştır (şekil 7.5c, 7.6c).

Tip 4: Yutucu yzey zerinde herhangi bir geometrik şekil bulunmamaktadır (şekil 7.5d, 7.6d).

Ayrėca tm yutucu yüzeylerin st tarafėda siyaha boyanmış bakır levha ile kaplanmıştır. Böylelikle iki yutucu yzey kullanılmıştır. Değil ik yutucu yüzeyleri deneyebilmek iin kolektör, yan tarafėndan ağabilecek şekilde tasarlanmıştır. Kolektör 39.14° enlem derecesine gre eğimli yerleştirilmiştir.



PDF
Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



Ėekil 7. 5a. Űçgen kanatçĖklĖtip yutucu
yŰzeyin fotoĖrafĖ (TĖP 1)



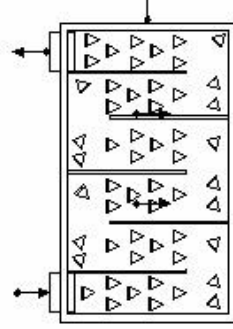
Ėekil 7. 5b. Yaprak kanatçĖklĖ tip yutucu
yŰzeyin fotoĖrafĖ (TĖP 2)



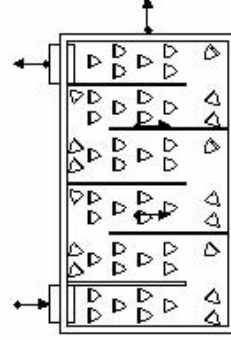
Ėekil 7. 5c. DikdŰrtgen kanatçĖklĖtip yutucu
YŰzeyin fotoĖrafĖ (TĖP 3)



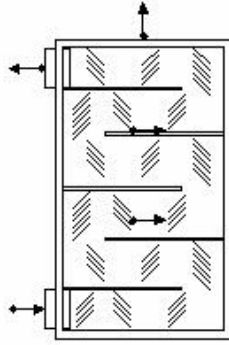
Ėekil 7. 5d. Ėi bolĖ olan yutucu yŰzeyin
fotoĖrafĖ (TĖP 4)



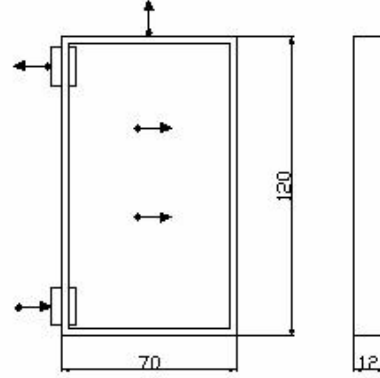
Ėekil 7.6a. Üçgen kanatçıklı tip yutucu yüzeyin Ėematik gösterimi (TıP 1)



Ėekil 7.6b. Yaprak kanatçıklı tip yutucu yüzeyin Ėematik gösterimi (TıP 2)



Ėekil 7.6a. Dikdörtgen kanatçıklı tip yutucu yüzeyin Ėematik gösterimi (TıP 3)



Ėekil 7.6b. İki bolı tip yutucu yüzeyin Ėematik gösterimi (TıP 4)

7. 3. Ölçümler Ve Kullanılan Cihazlar

7. 3. 1. Sıcaklık ölçümü

Deney düzeneğinde sıcaklık ölçümleri, ölçüm yapılacak kesimlere yerleştirilen ısı çifti (termocouple) ile yapılmaktadır. Isı çiftlerinin iki ucu yan yana getirildikten sonra nokta kaynağı yapılmaktadır. Bu kesimler sıcaklık ölçümü istenen noktalara yerleştirilmiştir. Isı çifti yerleştirilen yerler:

- Kolektör girişi,
- Kolektör çıkışı
- Kolektörün yutucu yüzeyi,
- Dış ortam sıcaklığına ölçmek için açık alan.

Çapında demir-constantan kullanılmaktadır. İki çiftlerden elde edilen değerler, elle kumandalı 0.1 °C hassasiyetli yirmi kanallı Elimko 6400 dijital termometre kullanılarak okunmuştur.

7. 3. 2. Hız ölçümü

Havanın sisteme girisi ve çıkışı hızları ve deneyin yapıldığı esnadaki rüzgar hızı değerleri bir anemometre ile tespit edilmiştir. Hava debisi, kanal girişinde bulunan klapeler yardımıyla ayarlanmıştır.

7. 3. 3. 1. İrşın ölçümü

Kolektör verimine etki eden en önemli faktör olan ışıma değerleri, $\pm 0.1 \text{ Wm}^{-2}$ hassasiyetli Kipp -Zonen piranometre ve CC12 model dijital solar integratör ile ölçülmüştür.

7.3.3.1. Kipp-Zonen Piranometresi

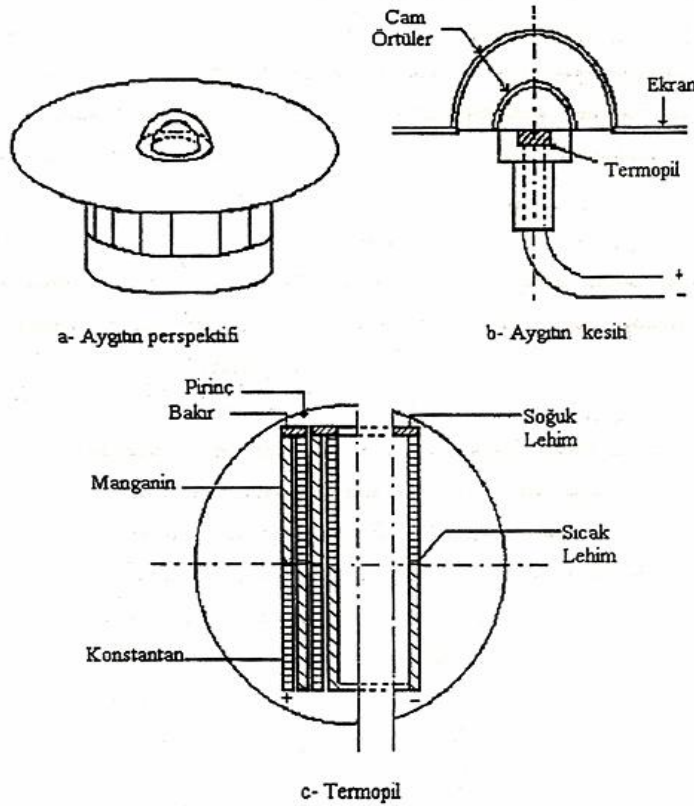
Güneş ışıması ile ilgili yapılan bütün radyometrik ölçümler arasında en çok kullanılan, toplam ışıma ölçümüdür. Bunlardan en çok kullanılanlar, yatay olan alıcı yüzeylere gelen enerjili ışıma ile orantılı olarak mili volt mertebesinde potansiyel farkı (elektromotor kuvvet) oluşturanlardır. Bu küçük elektromotor kuvvet (e.m.f.), ya bir galvanometre veya potansiyometre yardımıyla kaydedilir; ya da daha iyisi bu büyüklük belirli bir zamanda birim yüzeye gelen enerjiye dönüştürülerek elektronik bir ağı yardımıyla toplanır (integrasyon yapılır). Bu tip ağılardan Avrupa'da en yaygın olarak kullanılan piranometre, Kipp -Zonen laboratuvarında yapılmıştır. Şekil 7.7'de Kipp-Zonen piranometresinin perspektifi, kesiti ve termopilin yapısı görülmektedir. Bu ağı esas itibarıyla metalik bir kutucukta bulunan bir termopilden ibarettir. Bunun üstünde 2 mm kalınlığında olan 3 ve 5 cm çaplarında, aralarında 1 cm boşluk bulunan iki yan küresel koruyucu cam örtü bulunur. Termopilin hemen üzerinde bulunan ve onunla ısı alışverişini yapan cam örtünün, içinde bulunduğu ortamla (atmosferle) ısı etkileşimini ve atmosferik etkenlerle (rüzgar, yağış vs.) direkt temasını kesmek için üzerine, arada 1 cm boşluk kalacak şekilde ikinci bir cam örtü konulmuştur. Termopili içeren küçük kutu aşırı bir metalik tálçıcı üzerine monte edilmiştir. Metal kutucuğa, yatay konumda monte edilmiş olan beyaz lake boyalı metalik dairesel bir disk, yerden saçılan ve yandan ışımanın termopile gelmesini engeller. Çapı yeteri kadar büyük olan bu dairesel levha aynı zamanda termik ekran rolü de oynar. Termopil, 14 adet manganin konstantan ısı çiftinden oluşmuştur. Bunlardan her

enişliğinde ve 5 µm kalınlığında ince yapraklardır. Yatay bir düzlemde yan yana yerleştirilerek uçları pirinç bir plakaya baklı olan dikey bakır çubuklara lehimlenir. Hepsi günlük ışınlaşma soğutucu özel mat siyah bir vernik ile kaplanır. Siyah yüzeyden yayılan ışık kışken konduksiyon ile kalan da radyasyon ve konveksiyon ile olur. Konduksiyon akışı iyi bir iletken olan termopil kütesine (pirinç rondelaya) geçer. Tersine olarak ince yapraklar zayıf iletkenliğe sahiptirler. Böylece orta hat ile uç hatları arasında 20°C civarında bir sıcaklık farkı gözlenir. Bu da 500 µV/°C mertebesinde bir potansiyel farkı oluşmasına neden olur. Termopilin karakteristikleri şöyledir:

Kı direnç: 10 Ω

Duyarlılık: 1 mW/cm² ışık şiddeti enerjisi başına 100-130 µV

Piranometre daima yatay konumda kullanılır. Lâyet albedo değerini belirlemek için ters konumda kullanılırsa yeniden seçilmelidir. Albedo, üst ve alt piranometrelerden okunan değerlerin oranına eşittir.



Şekil 7.7. Kipp-Zonen Piranometresi

Genel olarak deneysel hatalar üç grupta toplamak mümkündür. Bunlardan birinci gruptakiler dikkatsizlik ve tecrübesizlikten olabilen hatalardır. Ölçme cihazlarının yanlış seçiminden ve ölçme sistemlerinin yanlış dizaynından ortaya çıkan hatalar bu grup içinde düşünülür. Bu hatalar genellikle ölçülen diğer bulgulardan farklı karakterde olduğundan, tecrübeli bir deneyci tarafından bunlar kolaylıkla tespit edilerek, değerlendirme yapılabilir. İkinci grup hatalar sabit ve sistematik olarak adlandırılan hatalardır. Bunlardan genel olarak tekrar edilen okumalarda görülen ve nedenleri çoklulukla bilinmeyen hatalardır. Üçüncü grup hatalar ise rasgele hatalardır. Bunlar ise deneyi yapan elemanların dekilmesinden, deneyi yapanların dikkatlerinin zamanla azalmasından, elektrik geriliminin dekilmesinden, cihazların ışınlamasından ortaya çıkan elektronik ölçme aletlerindeki salınlardan veya ölçme aletlerindeki histerezis olaylarından kaynaklanabilir. Ölçü aletlerinin imalatının doğru yapıldığı kabul edilirse, hata analizi; sabit ve rasgele hataları belirleyerek bunların deneysel sonuçlar üzerindeki etkilerinin ortaya konulmasıdır [41]. Bu bölümde yapılan deneyler için hata analizi yapılmıştır.

Sıcaklık ölçümünden kaynaklanan hatalar;

- (a₁) Termo eleman çiftlerinden kaynaklanan ortalama hata= ± 0.1 °C
- (b₁) Bağlantı elemanları ve noktalardan kaynaklanan ortalama hata= ± 0.1 °C
- (c₁) Kolektör girişinde sıcaklığın ölçülmesinde yapılacak ortalama hata= ± 0.1 °C
- (d₁) Kolektör yüzey sıcaklığının ölçülmesinde yapılacak ortalama hata= ± 0.1 °C
- (e₁) Kolektör çıkışında sıcaklığın ölçülmesinde yapılacak ortalama hata= ± 0.1 °C
- (f₁) Çevre ya da deney ortamı sıcaklığının ölçülmesinde yapılacak ortalama hata= ± 0.1 °C

Zaman ölçümünden kaynaklanan hatalar;

- (a₂) Zaman ölçerden kaynaklanan hata= ± 0.0003 dakika
- (b₂) Periyodik olarak sıcaklık değerlerinin okunmasında yapılabilecek hata= ± 0.10 dakika
- (c₂) Periyodik olarak rüzgar hızı değerlerinin okunmasında yapılabilecek hata= ± 0.10 dakika

Hız ölçümünden kaynaklanan hatalar;

- (a₃) Akış sensörünün hassasiyetinden kaynaklanan hata= ± 0.03 m/sn
- (b₃) Debi kaçaklarından kaynaklanan hata= ± 0.1 m/sn
- (c₃) Hız değerinin Anemometre cihazında okunması sırasında ortaya çıkabilecek hata= ± 0.01 m/sn

dan hesaplamalarda kullanılan tablo değerlerinin ya da

(a₄) Fiziksel özelliklerin okunmasından kaynaklanan hata= % ± 0.1-0.2 İeinde yazılabilir.

Herhangi bir parametredeki toplam hatanın belirlenmesi için sabit hataların, imalat hatalarının ve rasgele hataların dikkate alınmasıyla toplam hata değeri,

$$W_{th} = [(x_1)^2 + (x_2)^2 + \dots + (x_n)^2]^{1/2} \quad (7.1)$$

eliteliği ile hesaplanabilir. Bu elitliğe göre yukarıda belirlenen hata miktarları kullanılarak Tablo 7.1de görülen kurutma deneyleri sırasında meydana gelen toplam hata miktarları hesaplanmıştır.

Tablo 7.1. Deneyler sırasında meydana gelen toplam hata miktarları

Hata oluşturan parametreler	Kullanılan denklem	Toplam hata
Kolektör girişinde sıcaklığın ölçülmesinde yapılabilecek toplam hata (W _{Tkg})	$W_{Tkg} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (c_1)^2]^{1/2}$	±0.173 °C
Kolektör yüzey sıcaklığının ölçülmesinde yapılabilecek toplam hata (W _{Tky})	$W_{Tky} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (d_1)^2]^{1/2}$	±0.173 °C
Kolektör çıkışında sıcaklığın ölçülmesinde yapılabilecek toplam hata (W _{Tkç})	$W_{Tkç} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (e_1)^2]^{1/2}$	±0.173 °C
Çevre ya da deney ortamı sıcaklığının ölçülmesinde yapılabilecek toplam hata (W _{Tç})	$W_{Tç} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (f_1)^2]^{1/2}$	±0.173 °C
Periyodik olarak sıcaklık değerlerinin okunmasından ortaya çıkabilecek toplam hata (W _{Ts})	$W_{Ts} = [(a_2)^2 + (b_2)^2]^{1/2}$	±0.1 dakika
Periyodik olarak hız değerlerinin okunmasından ortaya çıkabilecek toplam hata (W _{vs})	$W_{vs} = [(a_2)^2 + (c_2)^2]^{1/2}$	±0.1 dakika
Hız ölçümünden kaynaklanabilecek toplam hata (W _v)	$W_v = [(a_3)^2 + (b_3)^2 + (c_3)^2]^{1/2}$	±0.104 m/sn
Fiziksel özelliklerin okunmasından ortaya çıkabilecek hata	W _d	±0.1-0.2 %

Deneyler 10 Temmuz 2007-05 Ağustos 2007 periyodunda yapılmıştır. Deneylere sabah 9:00'da başlanmıştır, öğleden sonra 17:00'de son verilmiştir.

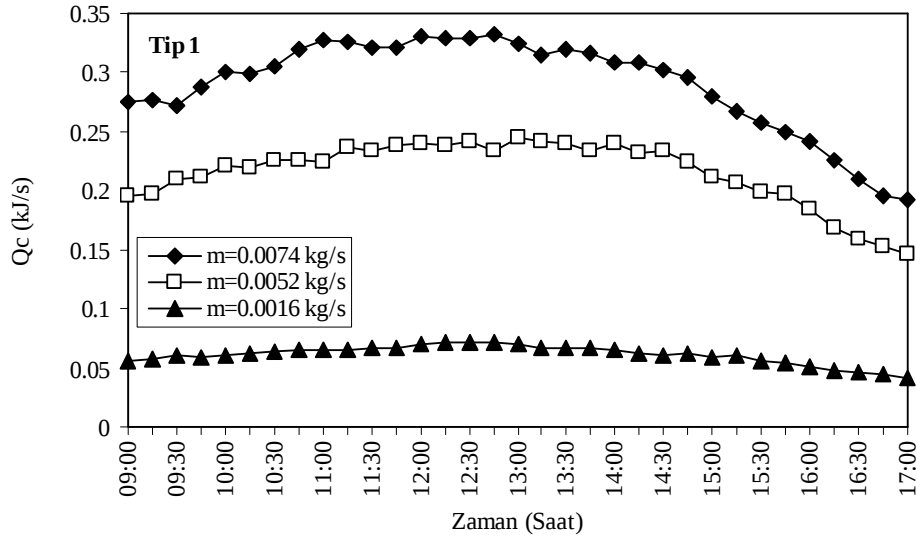
Deneylerde havanın kütleli debisi 0.0074 kg/s, 0.0052 kg/s ve 0.0016 kg/s olacak şekilde, debi miktarı fan çıkışındaki klape ile ayarlanmıştır.

Deneyler boyunca havanın kolektöre giril sıcaklığı kolektörden çıkış sıcaklığı yutucu yüzeyin sıcaklığı ile çevre havası sıcaklığı, rüzgar hızı, günlük ortalama değerleri 15 dakikalık periyotlarla ölçülmüştür.

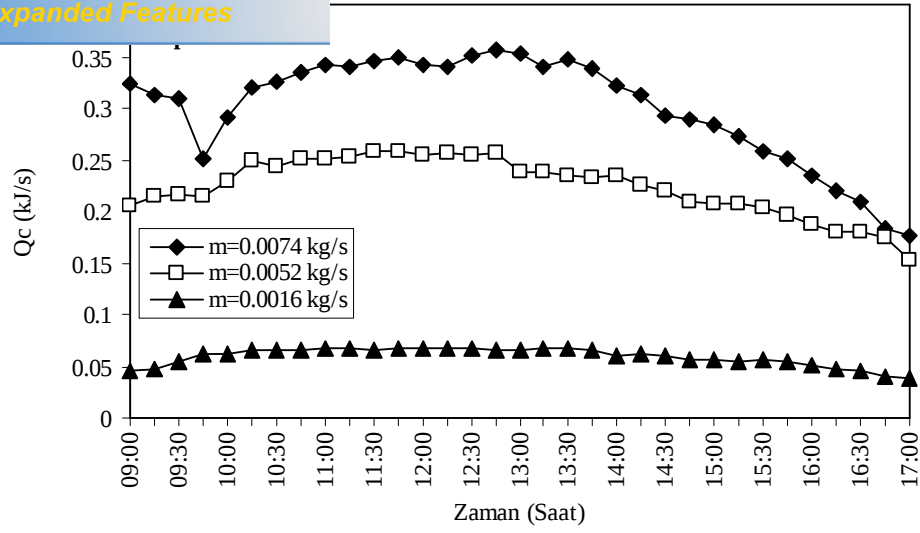
Bu bölümde, düz bir yutucu yüzey ve 3 farklı tipte, konumlarda, açılarda dizilmiş kanatçık ve dikdörtgen blok İleklinde engeller içeren, yutucu yüzeylerin üst kısmı siyaha boyanmış bakır levha ile kaplandığı yeni geliştirilen havalı tip bir güneş kolektörünün, Elazığ ili için I.Yasa (enerji) ve II. Yasa (ekserji) analizi yapılarak ve sonuçlar grafiklerle açıklanmıştır.

Grafiklerin çiziminde yutucu yüzey tipleri (Tip 1, Tip 2, Tip 3 ve Tip 4) ve havanın kütesel debisi ($\dot{m}=0.0074$ kg/s, $\dot{m}=0.0052$ kg/s ve $\dot{m}=0.0016$ kg/s) ana değişken parametreler olarak seçilmiştir.

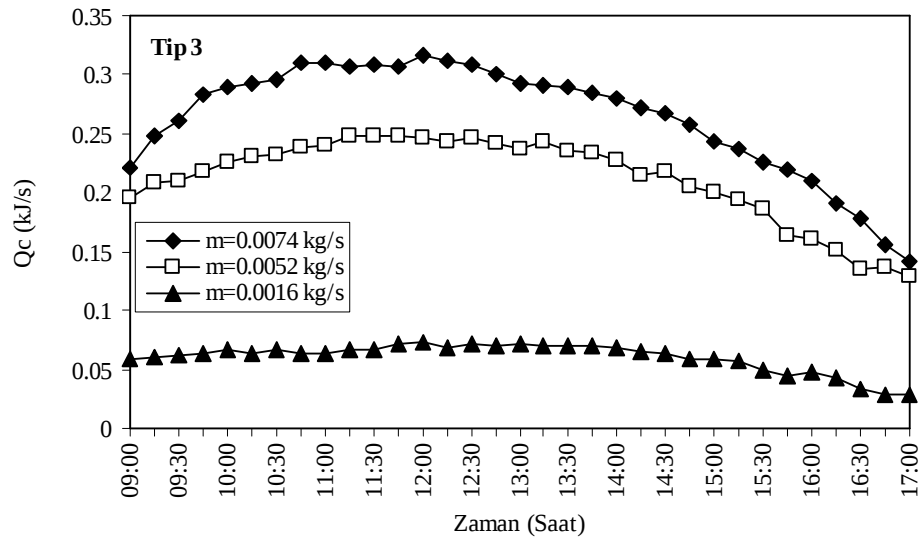
İletlik (6.2) kullanılarak her bir tip ve kütesel debi için yararlı ışı değerleri hesaplanmış Yararlı ışıının zamanla değişimi her bir Tip için İlekl 8.1-8.4 de, her bir kütesel debi için İlekl 8.5-8.7de gösterilmiştir. İlekl 8.1-8.4 incelendiği zaman en yüksek yararlı ışıının Tip 2 yutucu yüzeyinde debinin $\dot{m}=0.0074$ kg/s değerinde elde edildiği görülmüştür. Bu durum için yararlı ışı değeri 0.32 ile 0.17 kJ/s değerleri arasında değişim göstermiştir. En düşük $\dot{Q}_c$ değeri ise Tip 4 yutucu yüzeyinde $\dot{m}=0.0016$ kg/s olduğu durum için, 0.039-0.022 kJ/s arasında değişim göstermiştir.



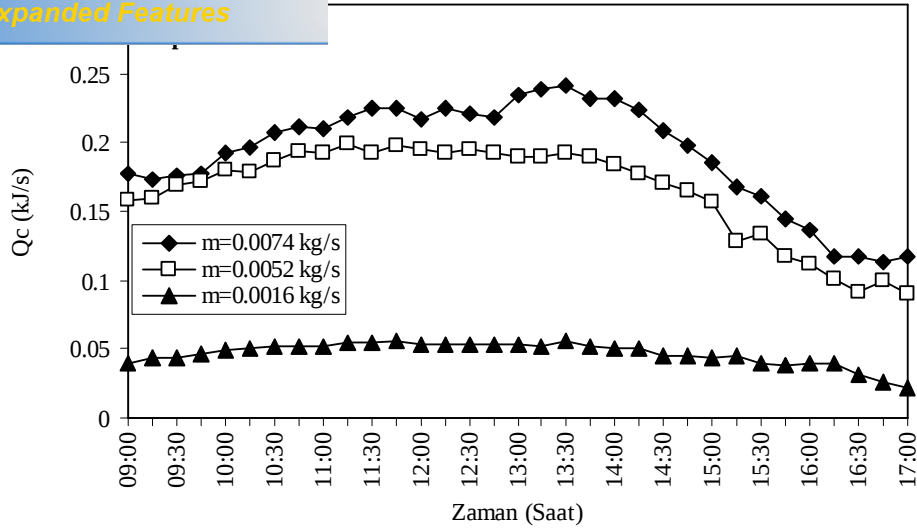
İlekl 8. 1. Tip 1 yutucu yüzeyi için her bir kütesel debide $\dot{Q}_c$ önin zamanla değişimi



Şekil 8.2. Tip 2 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide $\dot{Q}_c$ önin zamanla değili

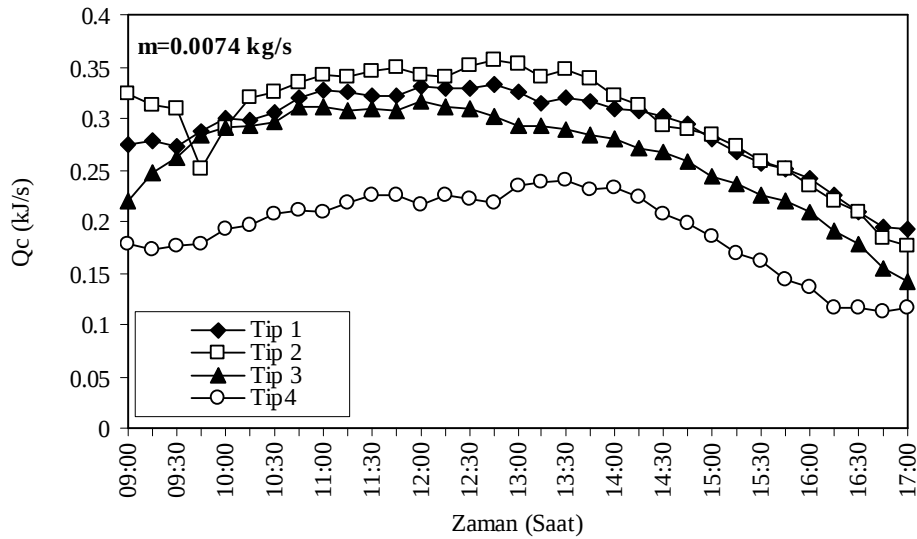


Şekil 8.3. Tip 3 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide $\dot{Q}_c$ önin zamanla değili

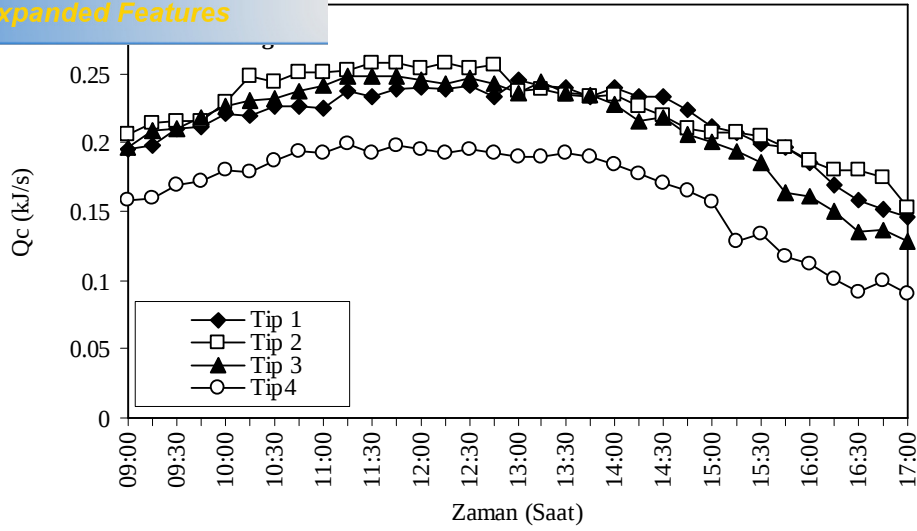


Şekil 8. 4. Tip 4 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide $\dot{Q}_c$ önin zamanla değili

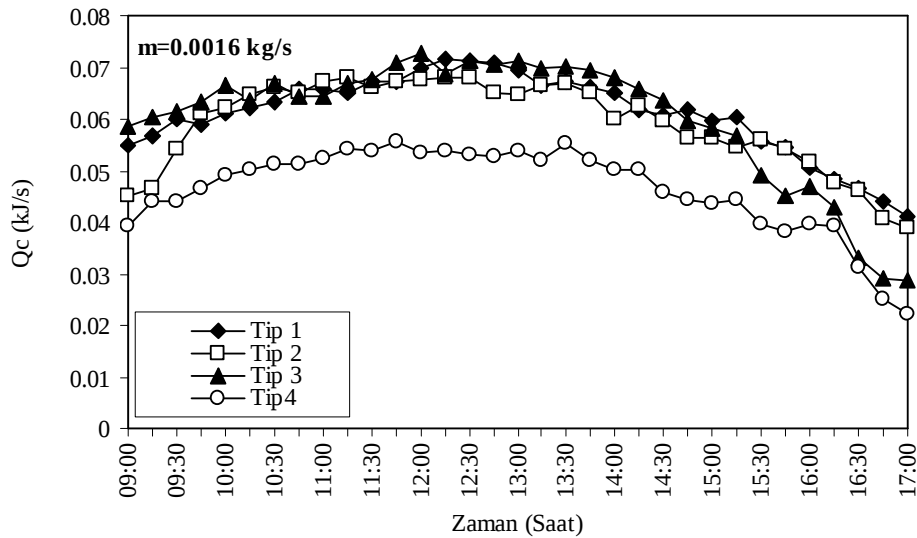
Yararlı     n zamanla değili her bir kütleli debi için, tiplerin mukayesesi yapılarak Şekil 8.5-8.7de gösterilmiştir. Bu Şekillerden bir sıralama yapılacak olunursa her bir kütleli debide en fazla yararlı Şekil 2, Tip 1, Tip 3 ve Tip 4 olacak Şekilde elde edilmiştir. Tip 2 ve Tip 1   n yararlı Şekil değeri hemen hemen bir birine yakın değeri göstermiştir.



Şekil 8. 5. $\dot{m} = 0.0074$ kg/s için her bir Tip durumunda $\dot{Q}_c$ önin zamanla değili



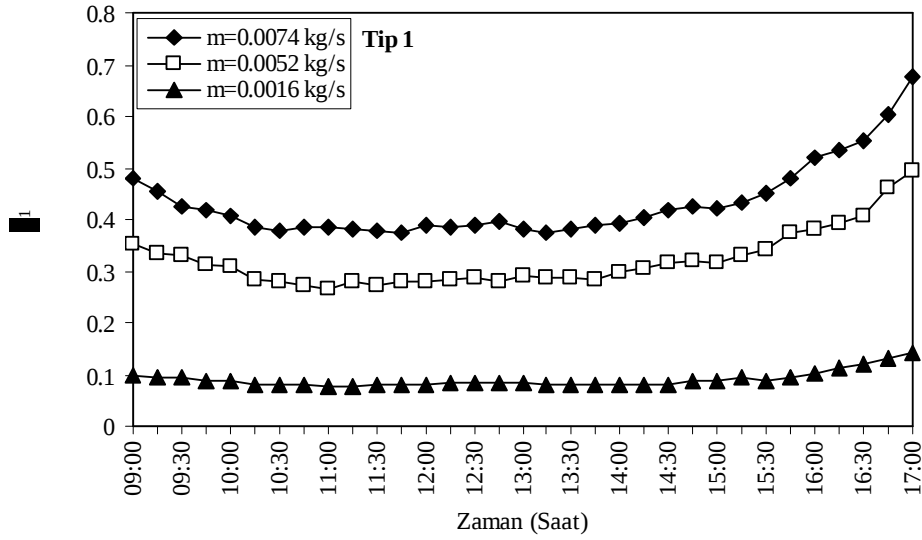
Şekil 8. 6. $\dot{m} = 0.0052 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda $\dot{Q}_c$ önin zamanla değili



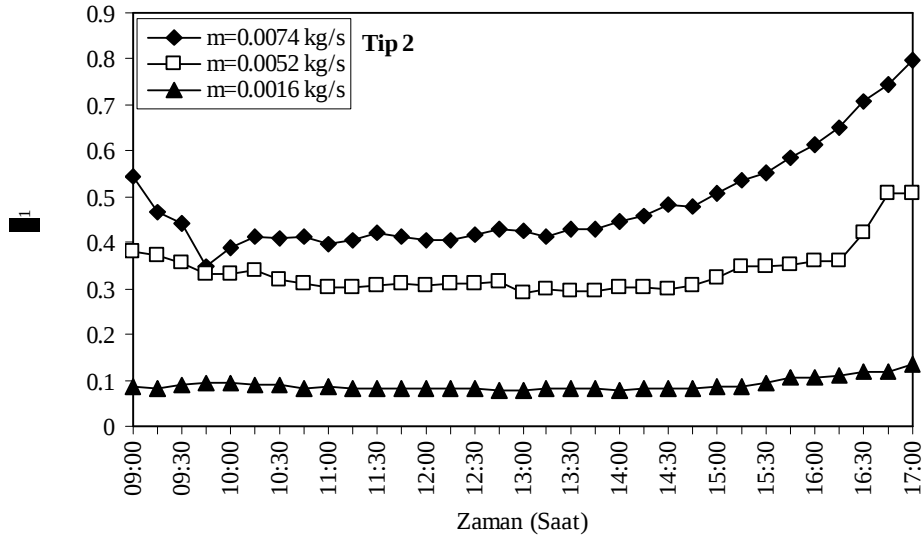
Şekil 8. 7. $\dot{m} = 0.0016 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda $\dot{Q}_c$ önin zamanla değili

I. yasa (enerji) verimi değeri Elitlik (6.1) kullanılarak hesaplanmıştır. I. Yasa verimi değeri zamanla değili her bir Tip için Şekil 8.8-8.11 de, her bir kütleli debi için Şekil 8.12-8.14 de gösterilmiştir. Tip 1 için $\dot{m} = 0.0074 \text{ kg/s}$ de η_1 değeri 0.37 ile 0.67, $\dot{m} = 0.0052 \text{ kg/s}$ de 0.26 ile 0.49, $\dot{m} = 0.0016 \text{ kg/s}$ de 0.075 ile 0.14, Tip 2 için $\dot{m} = 0.0074 \text{ kg/s}$ de η_1 değeri 0.34 ile 0.79, $\dot{m} = 0.0052 \text{ kg/s}$ de 0.29 ile 0.50, $\dot{m} = 0.0016 \text{ kg/s}$ de 0.077 ile 0.13, Tip 3

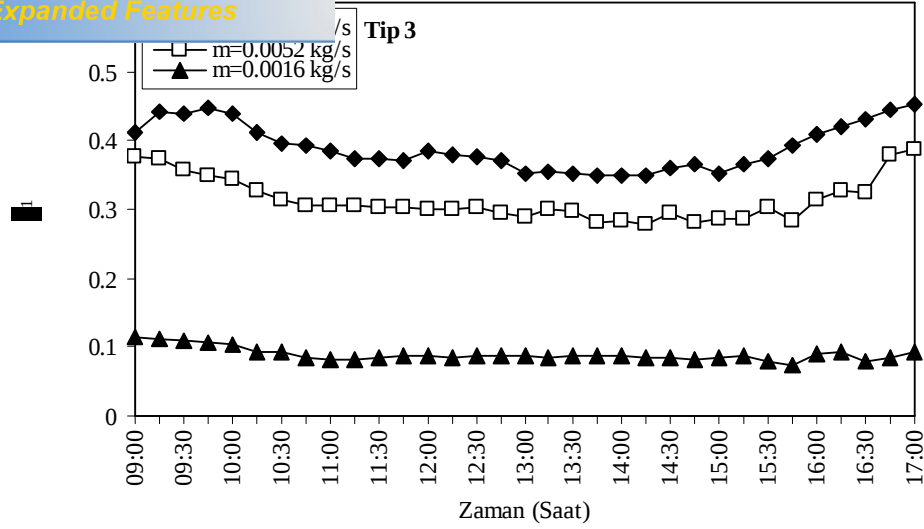
0.34 ile 0.45, $\dot{m}=0.0052$ kg/s'de 0.27 ile 0.38, $\dot{m}=0.0016$ kg/s'de 0.074 ile 0.11, Tip 4 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s'de η_1 değeri 0.26 ile 0.35, $\dot{m}=0.0052$ kg/s'de 0.20 ile 0.31, $\dot{m}=0.0016$ kg/s'de 0.061 ile 0.085 arasında değişim göstermiştir. Kütlesel debi miktarının artması ile I. yasa veriminin arttığı gösterdiği şekillerden görülmektedir.



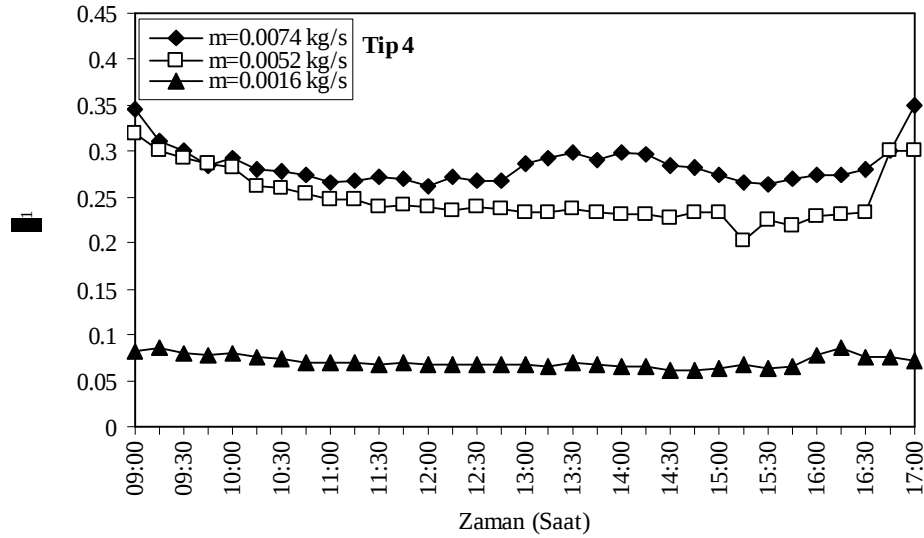
Şekil 8.8. Tip 1 yutucu yüzeyi için her bir kütledebide η_1 'in zamanla değişimi



Şekil 8.9. Tip 2 yutucu yüzeyi için her bir kütledebide η_1 'in zamanla değişimi

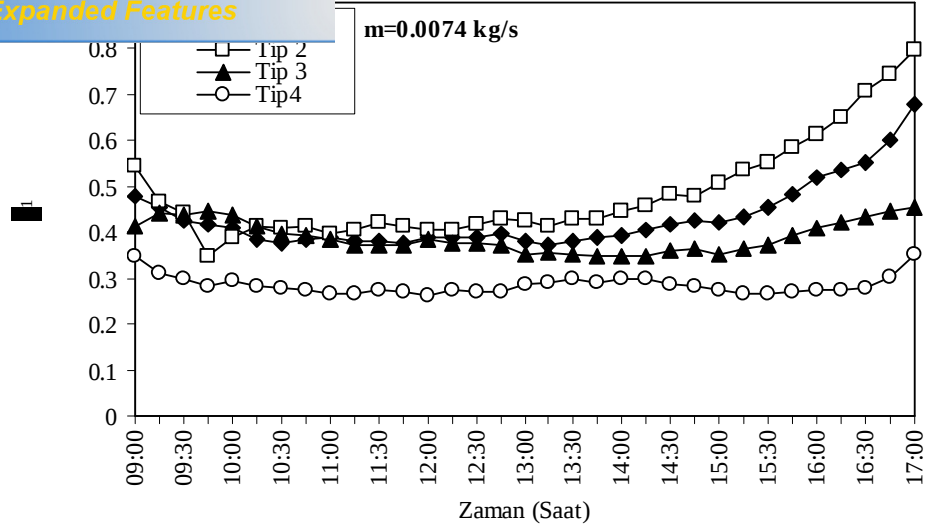


Şekil 8.10. Tip 3 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_1 'in zamanla değışimi

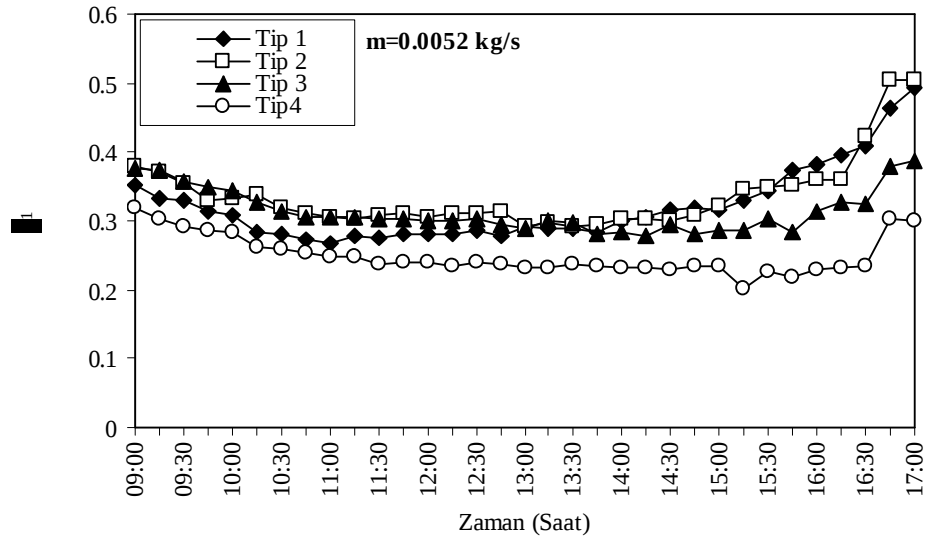


Şekil 8.11. Tip 4 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_1 'in zamanla değışimi

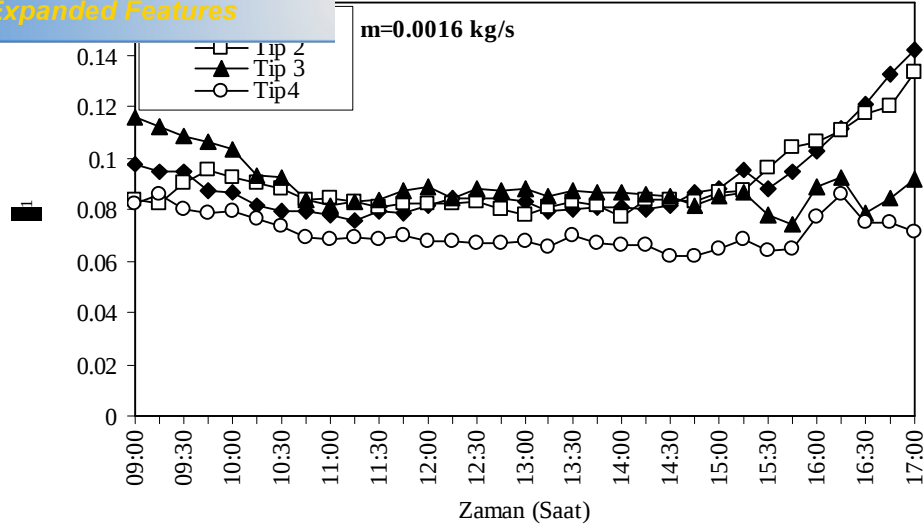
I. Yasa veriminin (η_1) zamanla değışimi her bir kütleli debi için, tiplerin mukayesesi yapılarak Şekil 8. 12 - 8. 14'de gösterilmiştir. Bu Şekillerden bir sıralama yapılacak olunursa her bir kütleli debide en fazla I. yasa verimi Tip 2, Tip 1, Tip 3 ve Tip 4 olacak şekilde elde edilmiştir. Tip 2 ve Tip 1'ın verim değerleri hemen hemen bir birine yakın değerler göstermiştir.



Şekil 8. 12. $\dot{m}=0.0074 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda $\eta_{1\ddot{o}}$ in zamanla değışimi

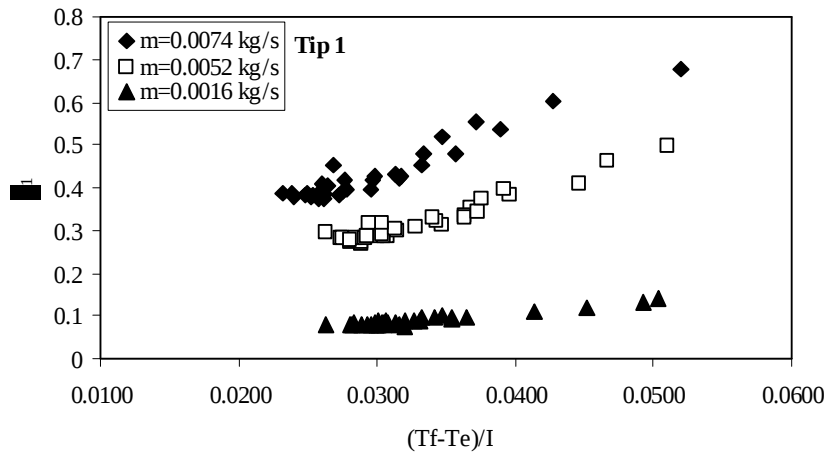


Şekil 8. 13. $\dot{m}=0.0052 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda $\eta_{1\ddot{o}}$ in zamanla değışimi

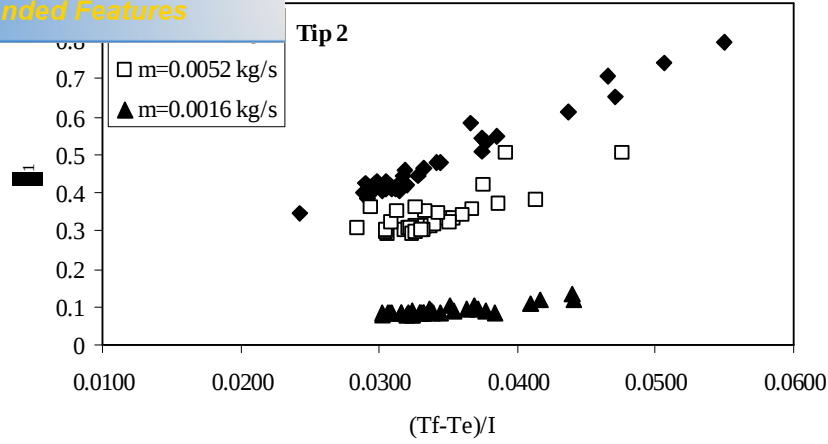


Şekil 8. 14. $\dot{m}=0.0016$ kg/s için her bir Tip durumunda η_1 'in zamanla değilişimi

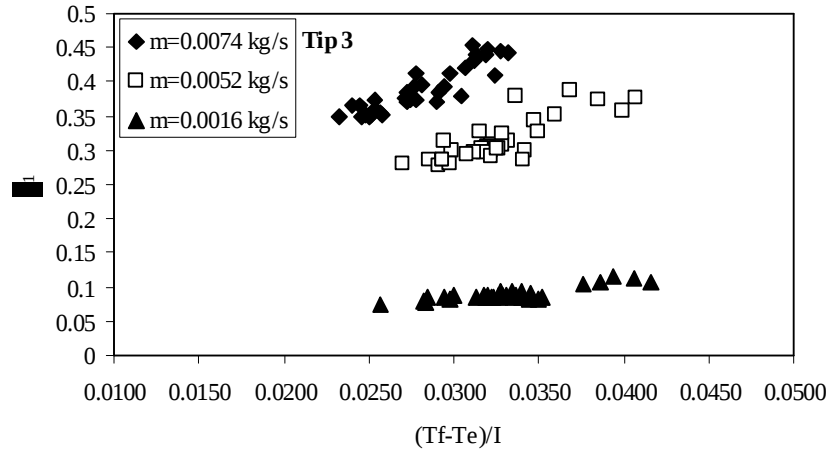
Ayrıca I. Yasa verimi değerlerinin $(T_f - T_e)/I$ ile değilişimi her bir Tip için Şekil 8.15 - 8.18 öde, her bir kütleşel debi için Şekil 8.19 - 8.21öde gösterilmiştir. Şekil 8.15 - 8.18 öden $(T_f - T_e)/I$ oranının ve kütleşel debinin artması ile I. yasa veriminin artışı gösterdiği görölmektedir. En fazla I. yasa verim değerinin Tip 2 den elde edildiği, Tip 1 ve 2 nin I. yasa verimlerinin birbirine yakınlık gösterdiği Şekil 8.19 - 8.21öden de anlaşılmaktadır.



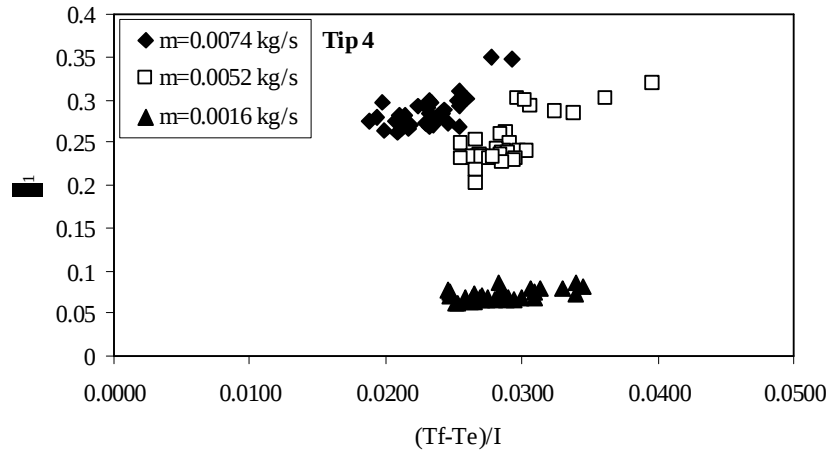
Şekil 8.15. Tip 1 yutucu yüzeyi için her bir kütleşel debide η_1 'in $(T_f - T_e)/I$ ile değilişimi



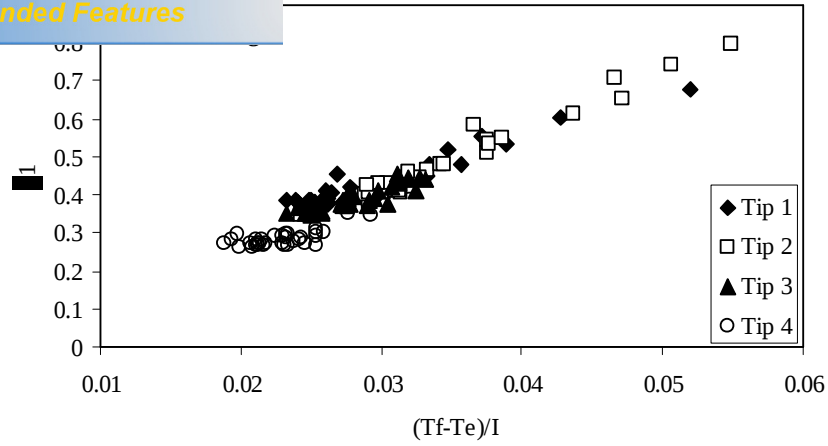
Şekil 8.16. Tip 2 yutucu yüzeyi için her bir kütledebide η_1 'in $(T_f - T_e)/I$ ile değili



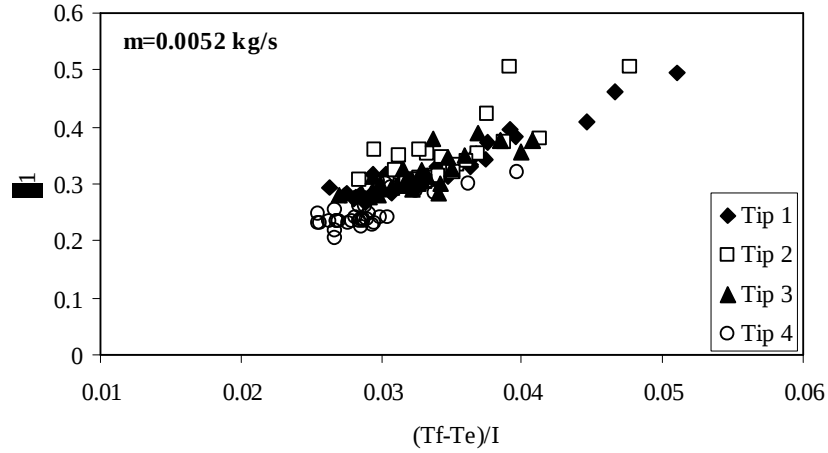
Şekil 8.17. Tip 3 yutucu yüzeyi için her bir kütledebide η_1 'in $(T_f - T_e)/I$ ile değili



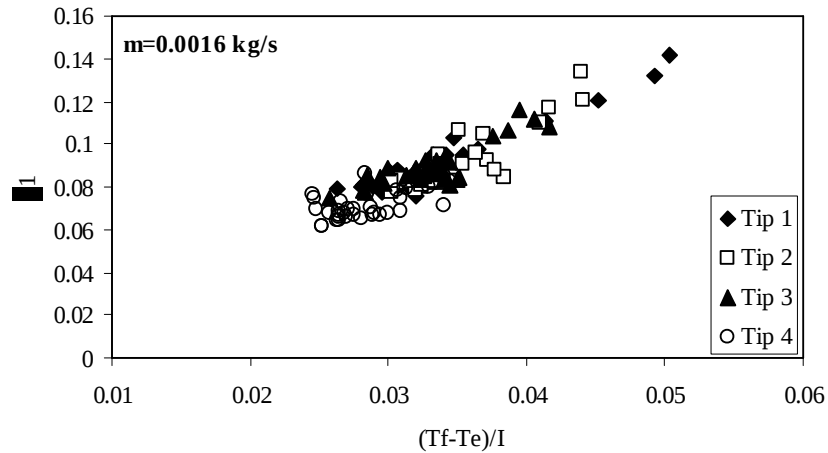
Şekil 8.18. Tip 4 yutucu yüzeyi için her bir kütledebide η_1 'in $(T_f - T_e)/I$ ile değili



Şekil 8. 19. $\dot{m} = 0.0074 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda η_1 'in $(T_f - T_e)/I$ ile değişimi



Şekil 8. 20. $\dot{m} = 0.0052 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda η_1 'in $(T_f - T_e)/I$ ile değişimi



Şekil 8. 21. $\dot{m} = 0.0016 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda η_1 'in $(T_f - T_e)/I$ ile değişimi



PDF
Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

bu için, tiplerin mukayesesi yapılarak, I. Yasa veriminin (η_1) zamanla değişimini 2. dereceden polinom türündeki ampirik denklemler ifade edilmiştir. I. Yasa veriminin (η_1) zamanla değişimini ifade eden 2. dereceden polinom türündeki ampirik denklemin regresyon katsayıları değerleri 0.9742 ile 0.5663 arasında değişim göstermiştir. Tablo 8.2'de de, her bir kütleli debi için, tiplerin mukayesesi yapılarak, I. Yasa veriminin (η_1) $(T_f - T_e)/I$ ile değişimi üs türündeki ampirik denklemler ifade edilmiştir. I. Yasa veriminin (η_1) $\ln(T_f - T_e)/I$ ile değişimini ifade eden üs türündeki ampirik denklemin regresyon katsayıları değerleri 0.9840 ile 0.5496 arasında değişim göstermiştir. Regresyon katsayılarının yüksek olmasından dolayı her iki ampirik denkleminde kullanıldığında bir sakınca yoktur.

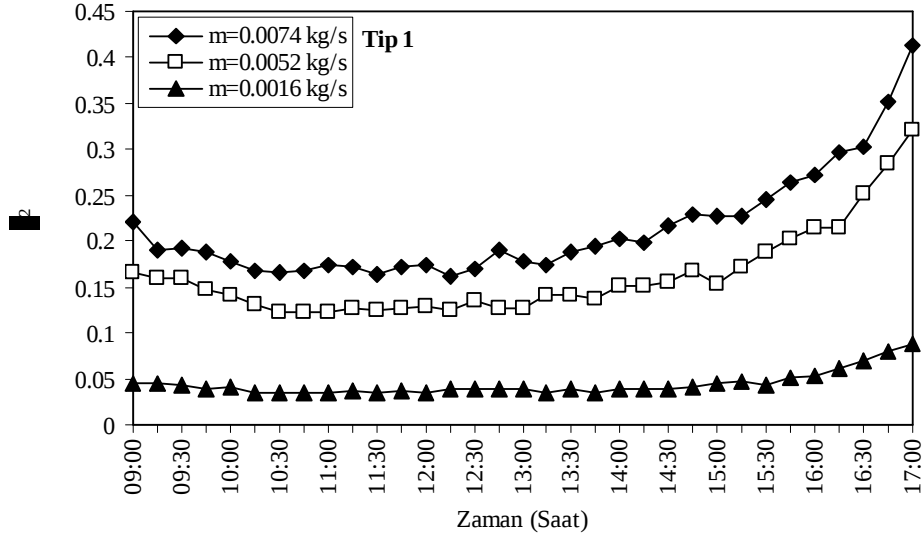
ının (η_1) zamanla değilimini aığlayan ampirik denklem ve regresyon katsayėđ değerleri

$\dot{m}$		Tip 1		Tip 2		Tip 3		Tip 4	
			R		R		R		R
0.0074 kg/s	η_1	$= 0.0007*t^2 - 0.0182*t + 0.4892$	0.9636	$= 0.00084*t^2 - 0.01995*t + 0.50596$	0.9688	$= 0.00037*t^2 - 0.01303*t + 0.47141$	0.9054	$= 0.00014*t^2 - 0.00496*t + 0.31503$	0.5663
0.0052 kg/s	η_1	$= 0.00050*t^2 - 0.01364*t + 0.36153$	0.9742	$= 0.00052*t^2 - 0.01563*t + 0.40408$	0.9103	$= 0.00033*t^2 - 0.01213*t + 0.39307$	0.9072	$= 0.00025*t^2 - 0.00984*t + 0.32186$	0.8682
0.0016 kg/s	η_1	$= 0.00014*t^2 - 0.00399*t + 0.10330$	0.9332	$= 0.00012*t^2 - 0.00315*t + 0.09962$	0.9114	$= 0.00006*t^2 - 0.00277*t + 0.11243$	0.8329	$= 0.00006*t^2 - 0.00227*t + 0.08682$	0.8283

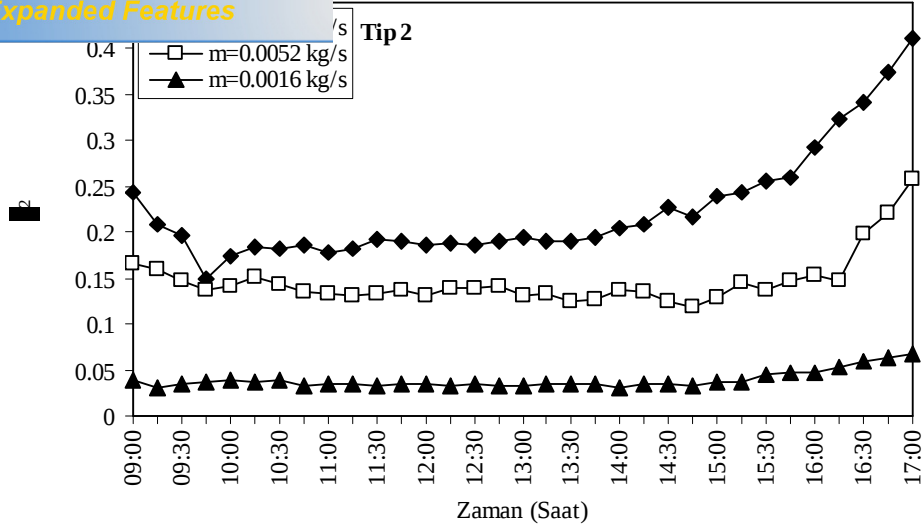
Tablo 8.2. I. Yasa veriminin (η_1) (Tf-Te)/I ile değilimi ni aığlayan ampirik denklem ve regresyon katsayėđ değerleri

$\dot{m}$		Tip 1		Tip 2		Tip 3		Tip 4	
			R		R				R
0.0074 kg/s	η_1	$= 17.788*[(Tf-Te)/I]^{1.2615}$	0.9840	$= 19.386*[(Tf-Te)/I]^{1.0969}$	0.9802	$= 5.583*[(Tf-Te)/I]^{0.7454}$	0.8954	$= 1.5719*[(Tf-Te)/I]^{0.4526}$	0.6697
0.0052 kg/s	η_1	$= 23.912*[(Tf-Te)/I]^{1.4717}$	0.9590	$= 10.81*[(Tf-Te)/I]^{1.0272}$	0.7613	$= 5.3196*[(Tf-Te)/I]^{0.8274}$	0.8103	$= 4.9068*[(Tf-Te)/I]^{0.8427}$	0.7471
0.0016 kg/s	η_1	$= 6.6433*[(Tf-Te)/I]^{1.4743}$	0.9477	$= 4.0337*[(Tf-Te)/I]^{1.1299}$	0.8676	$= 1.4071*[(Tf-Te)/I]^{0.8099}$	0.8436	$= 0.4398*[(Tf-Te)/I]^{0.5125}$	0.5496

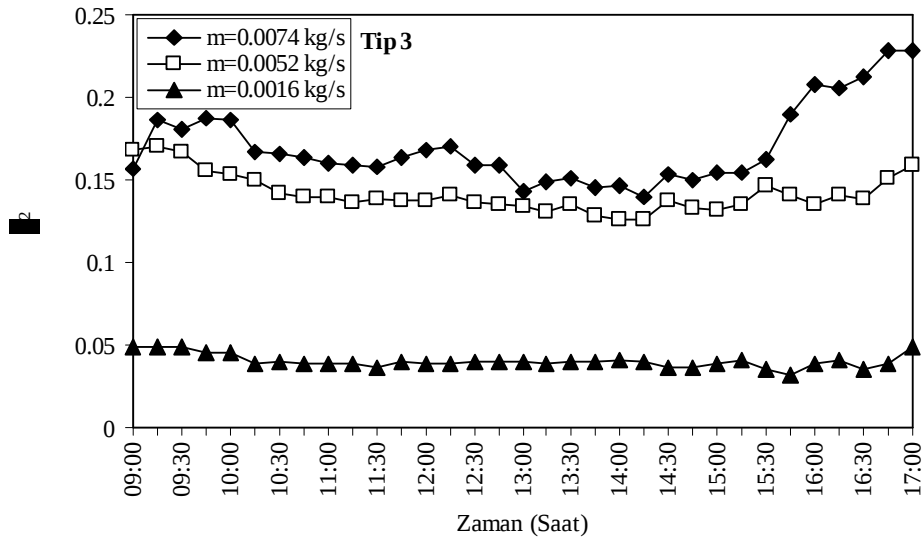
İkinci Elitlik (6.18) kullanılarak hesaplanmıştır. II. Yasa verimi değeri zamanla değişim gösteren bir Tip için Şekil 8.22-8.25 öde, her bir kütleli debi için Şekil 8.26-8.28 öde gösterilmiştir. Tip 1 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s öde η_2 değeri 0.16 ile 0.41, $\dot{m}=0.0052$ kg/s öde 0.12 ile 0.32, $\dot{m}=0.0016$ kg/s öde 0.034 ile 0.087, Tip 2 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s öde η_2 değeri 0.14 ile 0.41, $\dot{m}=0.0052$ kg/s öde 0.11 ile 0.25, $\dot{m}=0.0016$ kg/s öde 0.031 ile 0.066, Tip 3 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s öde η_2 değeri 0.13 ile 0.22, $\dot{m}=0.0052$ kg/s öde 0.12 ile 0.17, $\dot{m}=0.0016$ kg/s öde 0.031 ile 0.048, Tip 4 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s öde η_2 değeri 0.083 ile 0.14, $\dot{m}=0.0052$ kg/s öde 0.084 ile 0.14, $\dot{m}=0.0016$ kg/s öde 0.025 ile 0.035 arasında değişim göstermiştir. Kütleli debi miktarının artması ile II. yasa veriminin artışı gösterdiği Şekillerden görülmektedir. Ekserji verimi değerlerinin En yüksek Tip 2 ve Tip 1 de olduğu, bunların Tip 3 öün takip ettiği, en düşük değerlerin ise Tip 4 de olduğu Şekil 8.26-8.28 öden görülmektedir.



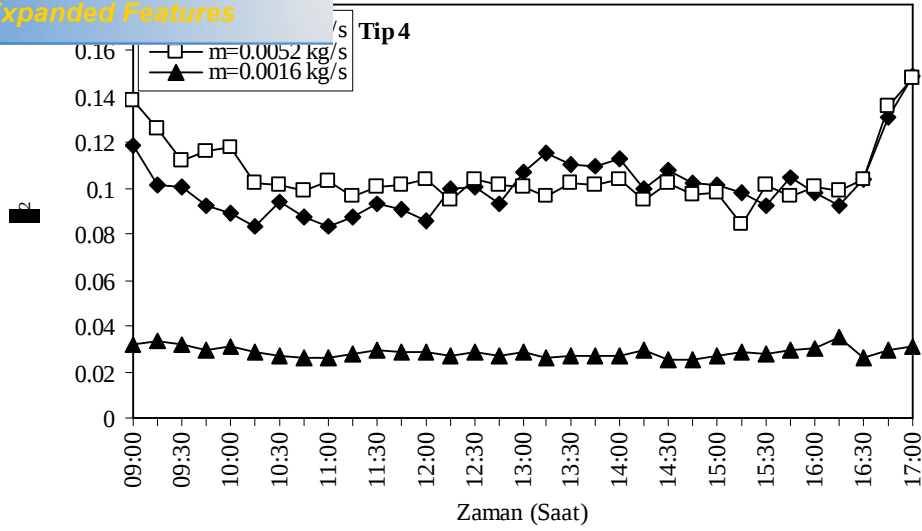
Şekil 8.22. Tip 1 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_2 öin zamanla değişimi



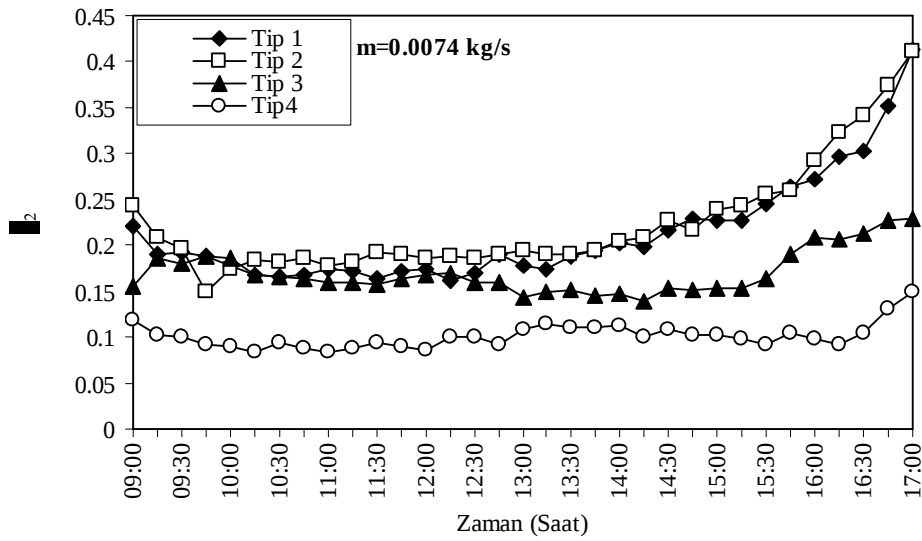
Şekil 8.23. Tip 2 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_2 'nin zamanla değişimi



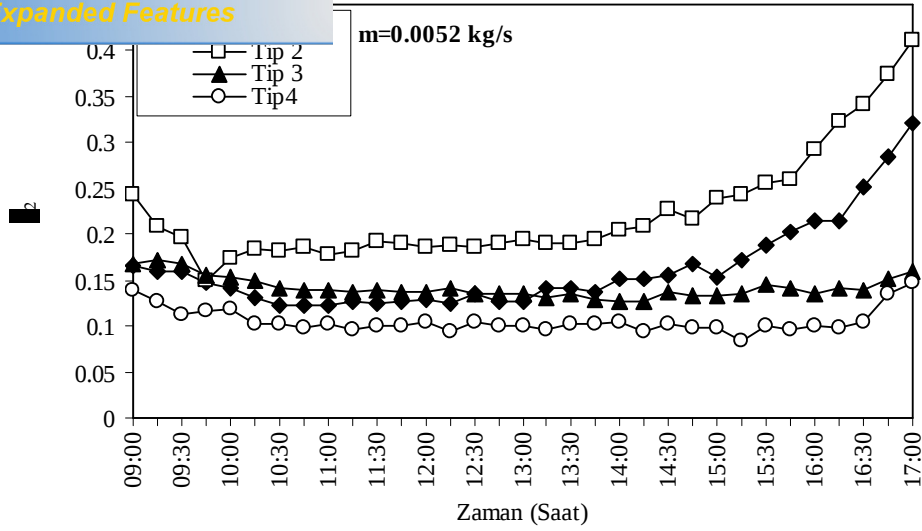
Şekil 8.24. Tip 3 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_2 'nin zamanla değişimi



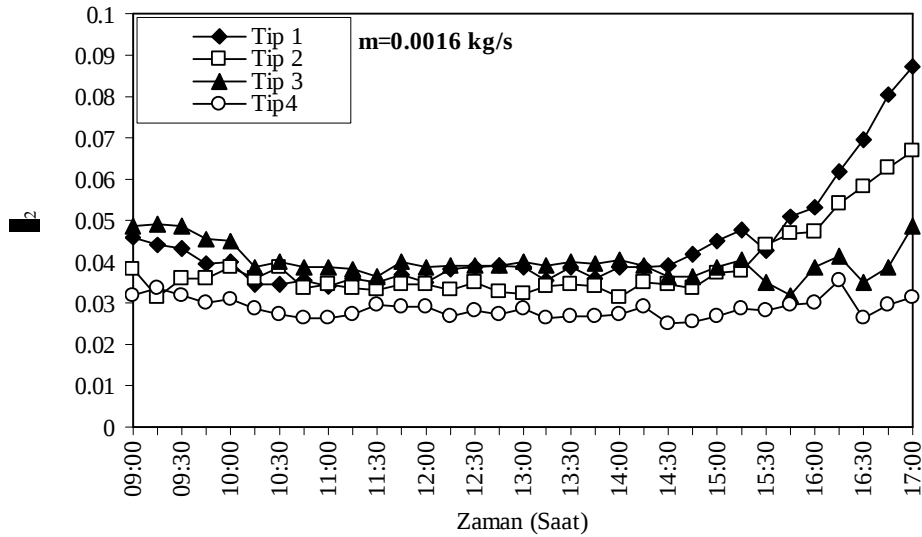
Şekil 8.25. Tip 4 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_2 'nin zamanla değişimi



Şekil 8.26. $\dot{m}=0.0074 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda η_2 'nin zamanla değişimi

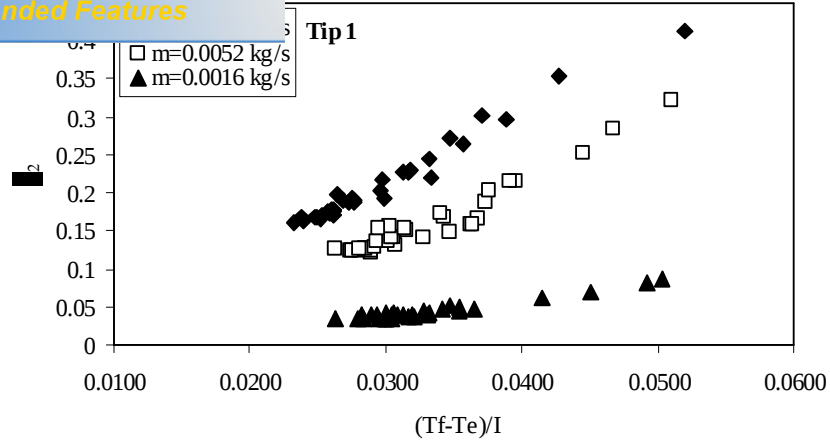


Şekil 8.27. $\dot{m}=0.0052 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda η_2 'nin zamanla değişimi

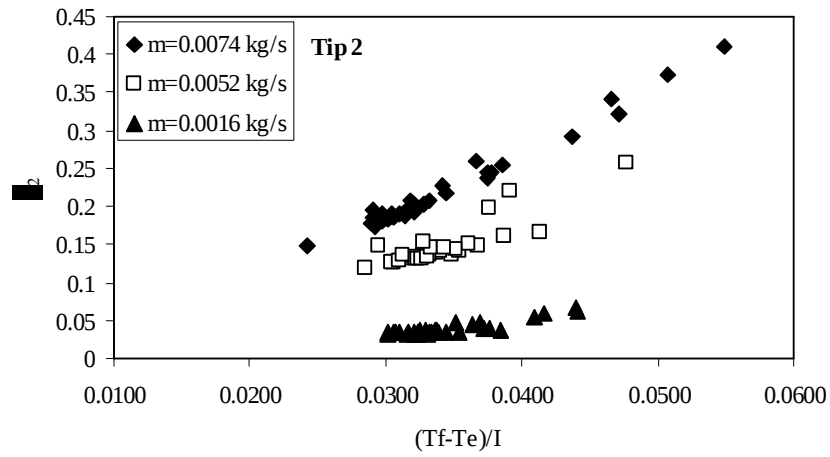


Şekil 8.28. $\dot{m}=0.0016 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda η_2 'nin zamanla değişimi

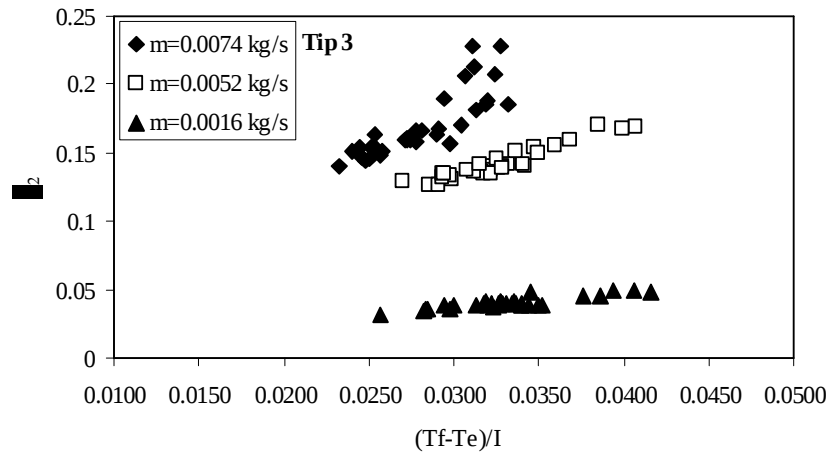
Ayręca II. Yasa verimi değerlerinin $(T_f - T_e)/I$ ile değişimi her bir Tip için Şekil 8.29-8.32 öde, her bir kütleel debi için Şekil 8.33-8.35öde gösterilmiştir. Şekil 8.29-8.32 öden $(T_f - T_e)/I$ oranėn ve kütleel debinin artmasė ile II. yasa veriminin artė gösterdiği görölmektedir. En fazla II. yasa verim değerinin Tip 2 den elde edildiği, Tip 1 ve 2 nin II. yasa verimlerinin birbirine yakınlık gösterdiği Şekil 8.33-8.35öden de anlağılmaktadır.



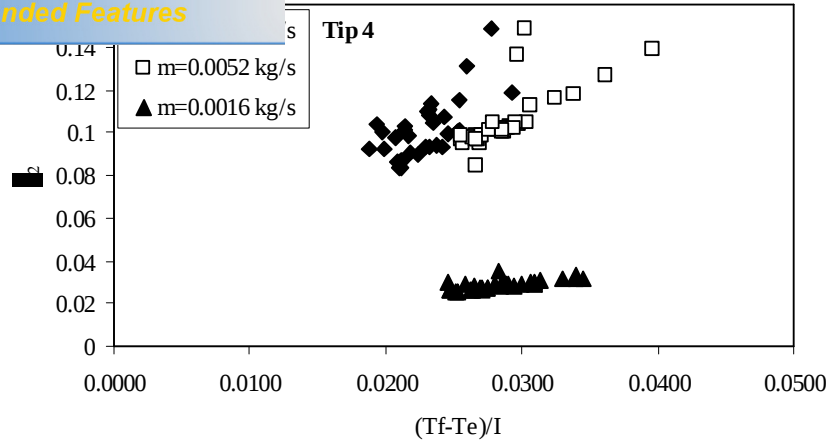
Şekil 8.29. Tip 1 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_2 'nin $(T_f - T_e)/I$ ile değişimi



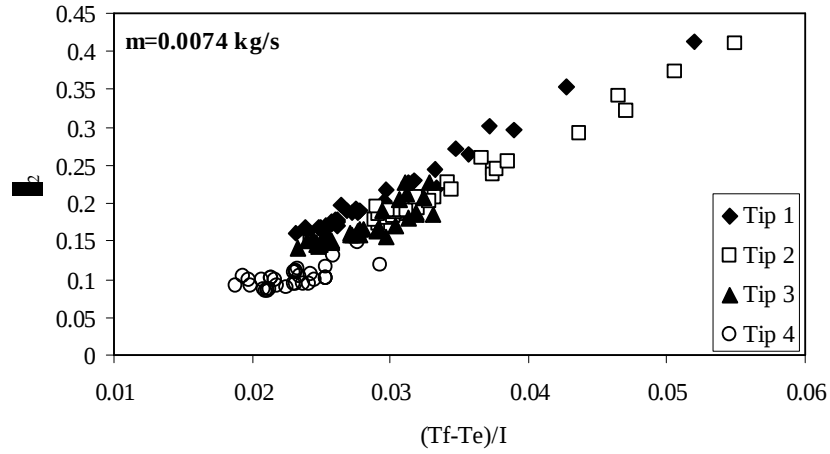
Şekil 8.30. Tip 2 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_2 'nin $(T_f - T_e)/I$ ile değişimi



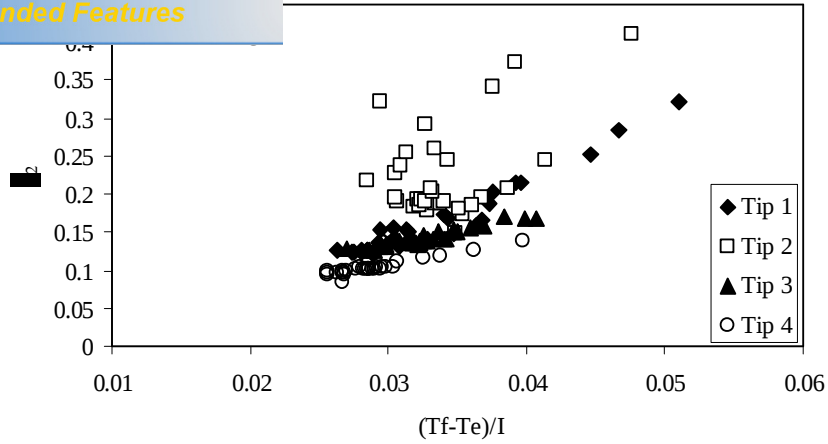
Şekil 8.31. Tip 3 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide η_2 'nin $(T_f - T_e)/I$ ile değişimi



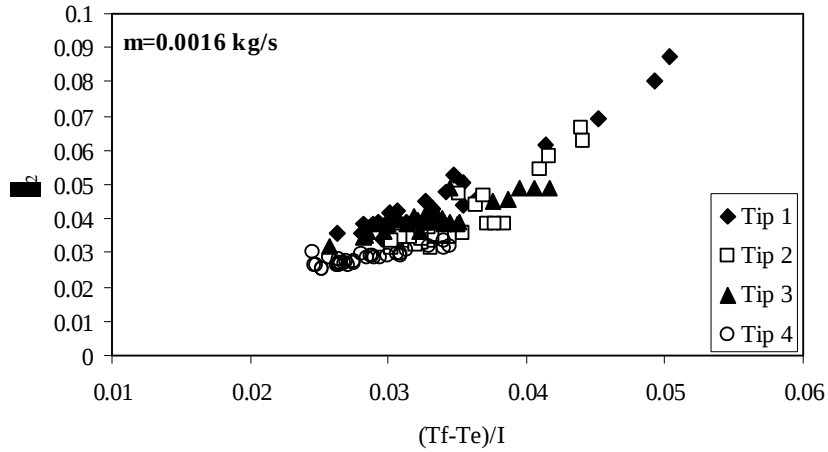
Şekil 8.32. Tip 4 yutucu yüzeyi için her bir kütlelel debide $\eta_2\ddot{o}$ in $(T_f - T_e)/I$ ile değılımı



Şekil 8.33. $\dot{m} = 0.0074 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda $\eta_2\ddot{o}$ in $(T_f - T_e)/I$ ile değılımı



Şekil 8.34. $\dot{m}=0.0052$ kg/s için her bir Tip durumunda η_2 'nin $(T_f-T_e)/I$ ile değilimi



Şekil 8.35. $\dot{m}=0.0016$ kg/s için her bir Tip durumunda η_2 'nin $(T_f-T_e)/I$ ile değilimi

Tablo 8.36'de, her bir kütleli debi için, tiplerin mukayesesi yapılarak, II. Yasa veriminin (η_2) zamanla değilimi 2. dereceden polinom türündeki ampirik denklemler ifade edilmiştir. I. Yasa veriminin (η_1) zamanla değilimini ifade eden 2. dereceden polinom türündeki ampirik denklemin regresyon katsayısı değerleri 0.9698 ile 0.5702 arasında değilim göstermiştir. Tablo 8.40'de de, her bir kütleli debi için, tiplerin mukayesesi yapılarak, II. Yasa veriminin (η_2) $(T_f-T_e)/I$ ile değilimi üs türündeki ampirik denklemler ifade edilmiştir. II. Yasa veriminin (η_2)'nin $(T_f-T_e)/I$ ile değilimini ifade eden üs türündeki ampirik denklemin regresyon katsayısı değerleri 0.9888 ile 0.6390 arasında değilim göstermiştir. Regresyon katsayılarının yüksek olmasından dolayı her iki ampirik denkleminde kullanıldığında bir sakınca yoktur.

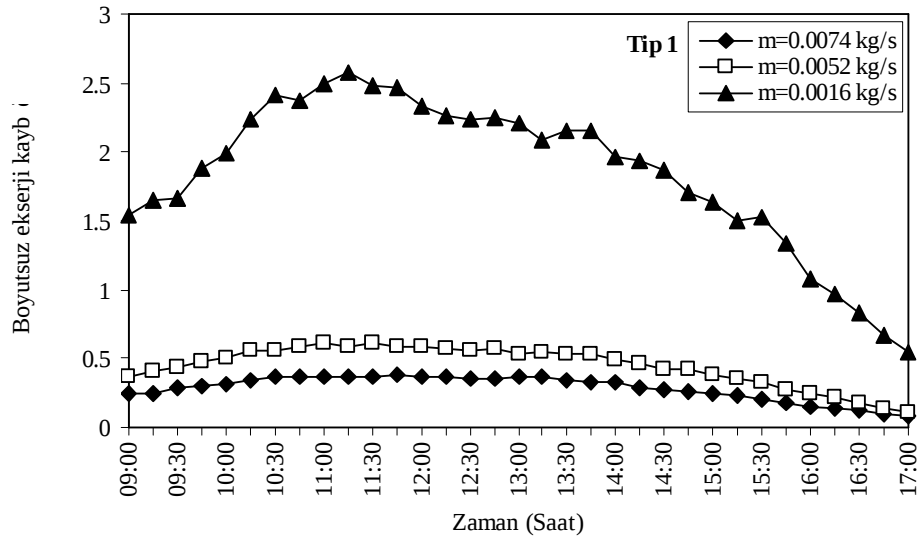
inin (η_2) zamanla değilimini ađđlayan ampirik denklem ve regresyon katsayışđ değerleri

$\dot{m}$		Tip 1		Tip 2		Tip 3		Tip 4	
			R		R		R		R
0.0074 kg/s	η_2	$= 0.00044*t^2 - 0.01053*t + 0.22408$	0.9698	$= 0.00045*t^2 - 0.01047*t + 0.23203$	0.9602	$= 0.000223*t^2 - 0.006772*t + 0.200599$	0.8337	$= 0.000055*t^2 - 0.001228*t + 0.101044$	0.5702
0.0052 kg/s	η_2	$= 0.00040*t^2 - 0.01002*t + 0.18174$	0.9689	$= 0.000252*t^2 - 0.007524*t + 0.178672$	0.8108	$= 0.000117*t^2 - 0.004488*t + 0.173890$	0.9262	$= 0.000122*t^2 - 0.004300*t + 0.132509$	0.74551
0.0016 kg/s	η_2	$= 0.00011*t^2 - 0.00279*t + 0.05086$	0.9342	$= 0.00007*t^2 - 0.00186*t + 0.04299$	0.9208	$= 0.000027*t^2 - 0.001121*t + 0.048880$	0.7185	$= 0.000018*t^2 - 0.000659*t + 0.032846$	0.6610

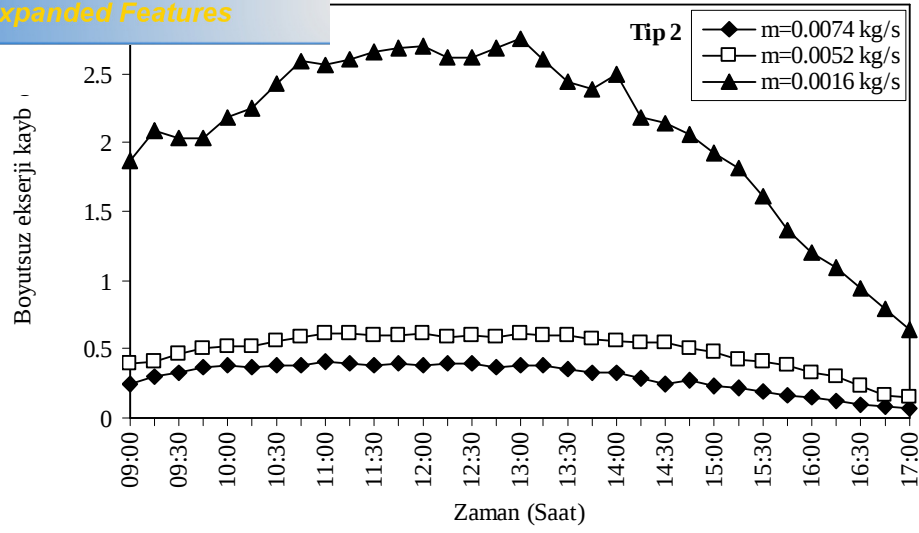
Tablo 8.4. II. Yasa veriminin (η_2) (Tf-Te)/I ile değilimi ni ađđlayan ampirik denklem ve regresyon katsayışđ değerleri

$\dot{m}$		Tip 1		Tip 2		Tip 3		Tip 4	
			R		R		R		R
0.0074 kg/s	η_2	$= 17.788*[(Tf-Te)/I]^{1.2615}$	0.9840	$= 16.712*[(Tf-Te)/I]^{1.2834}$	0.9888	$= 8.8167*[(Tf-Te)/I]^{1.1065}$	0.8560	$= 1.9639*[(Tf-Te)/I]^{0.7865}$	0.6390
0.0052 kg/s	η_2	$= 23.912*[(Tf-Te)/I]^{1.4717}$	0.9590	$= 14.451*[(Tf-Te)/I]^{1.3606}$	0.8574	$= 2.1724*[(Tf-Te)/I]^{0.7974}$	0.9387	$= 2.9394*[(Tf-Te)/I]^{0.9405}$	0.7613
0.0016 kg/s	η_2	$= 2.1763*[(Tf-Te)/I]^{0.0278}$	0.9642	$= 12.735*[(Tf-Te)/I]^{1.7232}$	0.8948	$= 0.6667*[(Tf-Te)/I]^{0.8254}$	0.8783	$= 0.2493*[(Tf-Te)/I]^{0.6074}$	0.7356

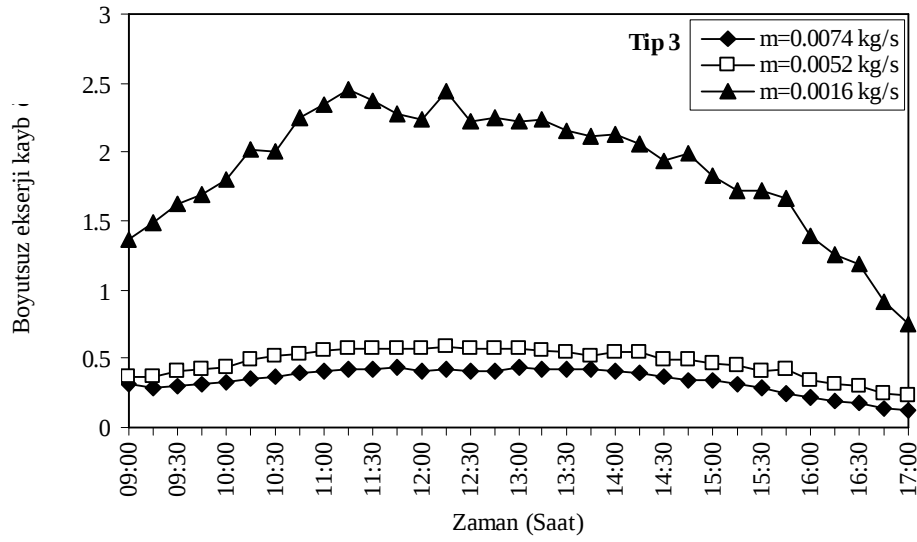
Elitlik (6.19) kullanılarak hesaplanmıştır. Boyutsuz ekserji kaybı değerlerinin zamanla değişimi her bir Tip için Şekil 8.36-8.39’da, her bir kütleli debi için Şekil 8.40-8.42’de gösterilmiştir. Boyutsuz Ekserji Kaybı değeri Tip 1 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s’de 0.075 ile 0.38, $\dot{m}=0.0052$ kg/s’de 0.11 ile 0.61, $\dot{m}=0.0016$ kg/s’de 0.53 ile 2.58, Tip 2 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s’de 0.064 ile 0.40, $\dot{m}=0.0052$ kg/s’de 0.14 ile 0.61, $\dot{m}=0.0016$ kg/s’de 0.64 ile 2.74, Tip 3 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s’de 0.11 ile 0.43, $\dot{m}=0.0052$ kg/s’de 0.23 ile 0.58, $\dot{m}=0.0016$ kg/s’de 0.75 ile 2.45, Tip 4 için $\dot{m}=0.0074$ kg/s’de 0.19 ile 0.67, $\dot{m}=0.0052$ kg/s’de 0.18 ile 0.74, $\dot{m}=0.0016$ kg/s’de 1.18 ile 2.81 arasında değişim göstermiştir. Kütleli debi miktarının artması ile Boyutsuz Ekserji Kaybı değerinin azaldığı Şekillerden görülmektedir. En düşük Boyutsuz Ekserji Kaybı, Tip 2 ve Tip 1’de $\dot{m}=0.0074$ kg/s’de, en yüksek Boyutsuz Ekserji Kaybı ise Tip 4’de $\dot{m}=0.0016$ kg/s’de elde edilmiştir.



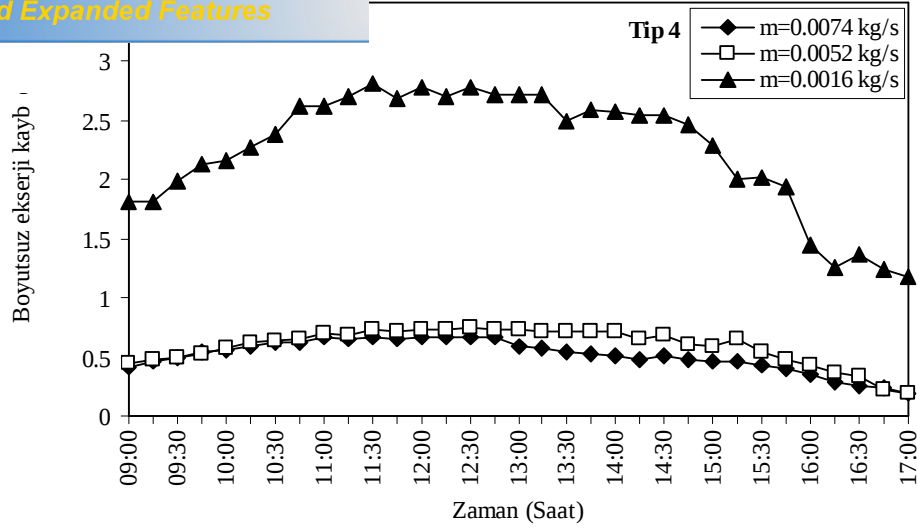
Şekil 8.36. Tip 1 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla değişimi



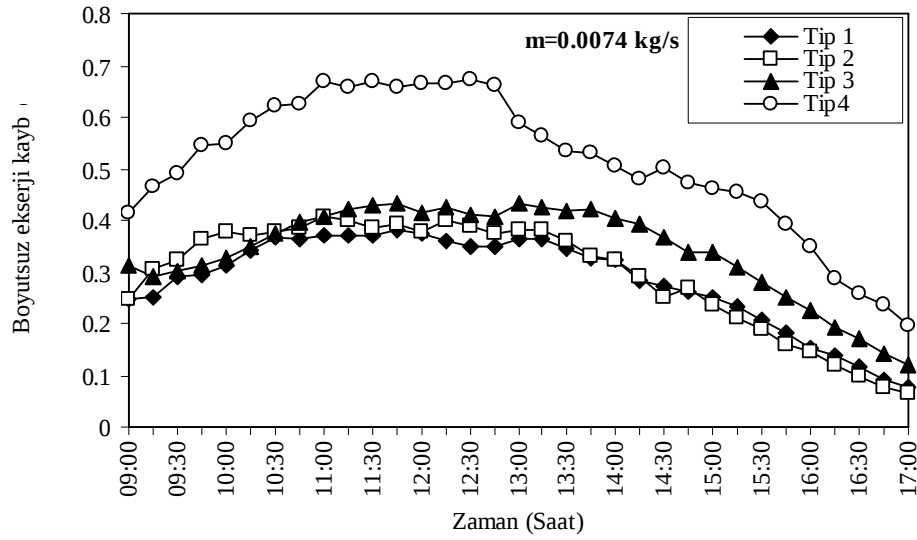
Şekil 8.37. Tip 2 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla değişimi



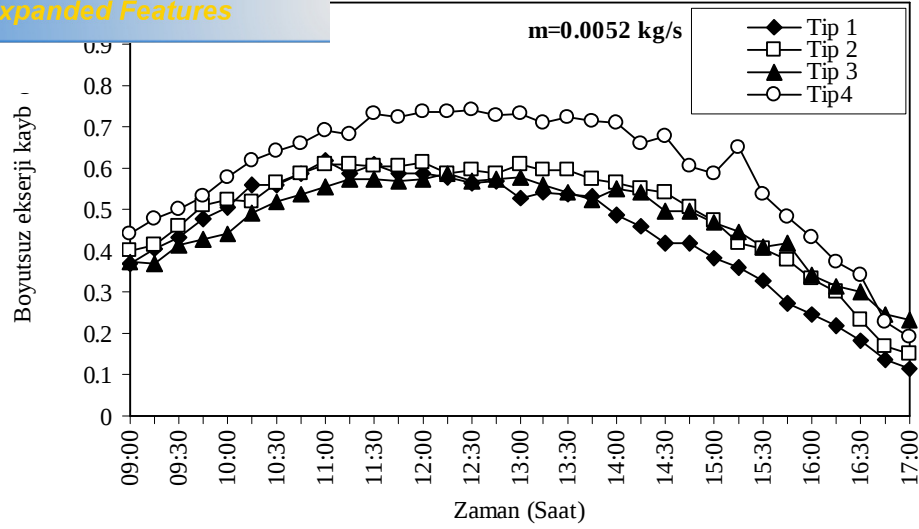
Şekil 8.38. Tip 3 yutucu yüzeyi için her bir kütleli debide Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla değişimi



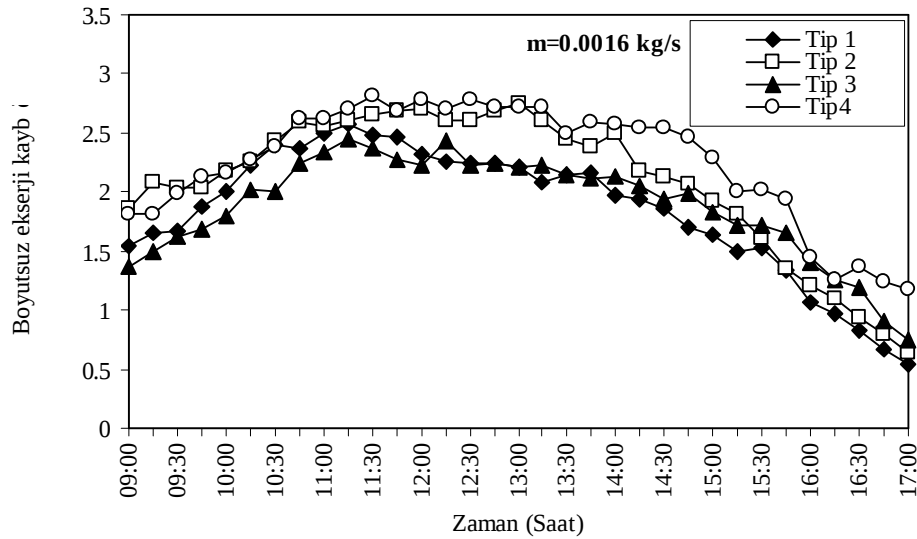
Şekil 8.39. Tip 4 yutucu yüzeyi için her bir kütsel debide Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla değilimi



Şekil 8.40. $\dot{m} = 0.0074$ kg/s için her bir Tip durumunda Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla değilimi



Şekil 8.41. $\dot{m} = 0.0052 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla değişimi



Şekil 8.42. $\dot{m} = 0.0016 \text{ kg/s}$ için her bir Tip durumunda Boyutsuz Ekserji Kaybının zamanla değişimi

Tablo 8.5ö de, her bir kütleli debi için, tiplerin mukayesesi yapılarak, öBoyutsuz Ekserji Kaybının zamanla değişimi 2. dereceden polinom türündeki ampirik bir denklemler ifade edilmiştir. 2. dereceden polinom türündeki ampirik denklemin regresyon katsayıları değerleri 0.9936 ile 0.9697 arasında değişim göstermiştir. Regresyon katsayılarının yüksek olmasından dolayı 2. dereceden polinom denkleminin boyutsuz ekserji kaybının zamanla değişiminin açıklanmasında kullanılması uygundur.

ji kaybının zamanla değişimini açıklayan ampirik denklem ve regresyon katsayıları değerleri

$\dot{m}$	Boyutsuz Ekserji Kaybı	Tip 1		Tip 2		Tip 3		Tip 4	
			R		R		R		R
0.0074 kg/s		$= -0.00079 \cdot t^2 + 0.02044 \cdot t + 0.23664$	0.9906	$= -0.00081 \cdot t^2 + 0.01917 \cdot t + 0.27882$	0.9864	$= -0.00092 \cdot t^2 + 0.02645 \cdot t + 0.24050$	0.9878	$= -0.00117 \cdot t^2 + 0.03035 \cdot t + 0.43835$	0.9697
0.0052 kg/s		$= -0.00125 \cdot t^2 + 0.03216 \cdot t + 0.37507$	0.9881	$= -0.00131 \cdot t^2 + 0.03669 \cdot t + 0.36276$	0.9936	$= -0.00113 \cdot t^2 + 0.03388 \cdot t + 0.32373$	0.9896	$= -0.00167 \cdot t^2 + 0.05040 \cdot t + 0.36810$	0.9876
0.0016 kg/s		$= -0.00487 \cdot t^2 + 0.12772 \cdot t + 1.52811$	0.9787	$= -0.0056 \cdot t^2 + 0.1503 \cdot t + 1.6633$	0.9920	$= -0.0047 \cdot t^2 + 0.1402 \cdot t + 1.2847$	0.9792	$= -0.00539 \cdot t^2 + 0.16029 \cdot t + 1.57790$	0.9789

Ülkemizdeki enerji kaynaklarının büyük bir kısmı, sanayide ve konutlarda ısı enerjisi olarak amaçyla tüketilmektedir. Ancak tüketilen fosil kökenli kaynakların yetersiz olmasından dolayı ülkemiz enerji kaynağı temininde de sıkı sıkıya bağlıdır. Artan nüfus ve teknolojik gelişmelere paralel olarak bu bağımlılık giderek artmaktadır. Halbuki yenilenebilir enerji kaynakları olarak zengin bir konumda bulunan ülkemizde bu enerji kaynaklarını kullanmak uygun bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi çevre kirliliği yaratmayan, de sıkı sıkıya bağlı olmayan ve hepsinden önemlisi tükenmez bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi sistemleri, konutların, otellerin, fabrikaların vs. sıcak su ve ısıma ihtiyacını karşılayabildiği gibi endüstriyel tesislerde sıcak su, buhar ve proses ısılarının temininde de kullanılabilir. Bu amaçlarla düz yüzeyli kolektörlerin verimlerini artırma çalışmaları yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada da düz bir yutucu yüzey ve 3 farklı tipte, konumlarda, dizilmiş kanatçak ve dikdörtgen blok şeklindeki engeller içeren yutucu yüzeylerin üst kısmı siyaha boyanmış bakır levha ile kaplanmış olan havalı tip bir güneş kolektörünün, Termodinamiğin I. Yasa (enerji) ve II. Yasa (ekserji) analizi yapılarak sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- En yüksek yararlı ısı Tip 2 yutucu yüzeyinde debinin $\dot{m} = 0.0074$ kg/s değerinde elde edildiği görülmüştür. Bu durum için yararlı ısı değeri 0.32 ile 0.17 kJ/s değerleri arasında değişim göstermiştir. En düşük $\dot{Q}_c$ değeri ise Tip 4 yutucu yüzeyinde $\dot{m} = 0.0016$ kg/s olduğu durum için, 0.039-0.022 kJ/s arasında değişim göstermiştir.

- Termodinamiğin I. yasa verimi en yüksek Tip 2, en düşük Tip 4 yutucu yüzeylerinde elde edilmiştir. Tip 2'de $\dot{m} = 0.0074$ kg/s için η_1 değeri 0.34 ile 0.79 arasında değişim göstermiştir. I. yasa verimi Tip 4 için $\dot{m} = 0.0016$ kg/s'de 0.061 ile 0.085 arasında değişim göstermiştir. Kütleli debi miktarının ve $(T_f - T_e)/I$ oranının artması ile I. yasa verimi artmış göstermiştir.

- I. yasa (enerji) verimi en yüksek olan yutucu yüzeyin II. yasa (ekserji) verimi de yüksek çıkmıştır. η_2 değeri en fazla Tip 2'de $\dot{m} = 0.0074$ kg/s'de 0.14 ile 0.41 arasında değişim göstermiştir. I. yasa (enerji) verimi en düşük olan yutucu yüzeyin II. yasa (ekserji) verimi de düşük çıkmıştır. η_2 değeri en düşük değerlerini Tip 4'de $\dot{m} = 0.0016$ kg/s'de 0.025 ile 0.035 arasında değişen değerler olarak göstermiştir. Ayrıca $(T_f - T_e)/I$ oranının ve kütleli debinin artması ile II. yasa verimi artmış göstermiştir.

Ön nın en düşük değerleri Tip 2'de en yüksek değerlerini ise Tip 4'de elde edilmektedir. ÖBoyutsuz Ekserji Kaybı Tip 2 için $\dot{m} = 0.0074$ kg/s öde 0.064 ile 0.40, Tip 4 için $\dot{m} = 0.0016$ kg/s öde 1.18 ile 2.81 arasında değilim göstermiştir. Kütlesel debi miktarının artması ile ÖBoyutsuz Ekserji Kaybı değerinin azalmaktadır.

- Yapılan hesaplamalar sonucunda Tip 1 ve Tip 2 yutucu yüzeylerini içeren kollektörlerin yararlı ışı I. yasa, II. yasa verimi ve ÖBoyutsuz Ekserji Kaybı değerlerinin birbirine çok yakın değerler gösterdiği görülmüştür. Bunun nedeni geometri ve dizilişlerinin birbirine benzer olması olarak yorumlanmaktadır.

- Elde edilen deneysel verilerden faydalanarak her bir kütlesel debi için, tiplerin mukayesesi yapılarak, I., II. Yasa veriminin ve ÖBoyutsuz Ekserji Kaybı nın zamanla değilimi 2. dereceden polinom, I. ve II. Yasa veriminin (Tf-Te)/I oranı ile değilimi üs türündeki ampirik denklemler kullanılarak açıklanmıştır. Deneysel verilerin ampirik ifadelerle açıklanabilmesi için seçilen bu denklemlerin regresyon katsayıları kabul edilebilir değerler vermişlerdir.

1. Enerji istatistikleri, 1997, Türkiye 7. Enerji Kongresi, 3-8 Kasım, Ankara.
2. Duffie, J.A., 1962, New materials in solar energy utilization, Solar Energy, 6, 3.
3. Hottel, H.C. and Unger, T.A., 1959, The properties of a copper oxide-aluminium selective black surface absorber of solar energy, Solar Energy, 3, 10.
4. Edwards, E.K., Gier, J.T., Nelson, K.E. and Roddick, R.D., 1961, Spectral and directional thermal radiation characteristics of selective surfaces for solar collectors, Proc. of the U. N. Conference on New Sources of Energy, Rome.
5. Al-Nimr, M.A., 1994, Dynamic behavior of cylindrical matrix solar air heater, Renewable Energy, 4, 5, 579-583.
6. Hegazy Adel, A., 1996, Optimization of flow-channel depth for conventional flat-plate solar air heaters, Renewable Energy, 7, 1, 15-21.
7. Bhargava, A.K., Garg, H.P. and Sharma, V.K., 1982, Evaluation of the performance of air heaters of conventional designs, Solar Energy, 29, 523.
8. Wijesundera, N.E., Ah, L.L., and Tijoe, L.E., 1982, Thermal performance study of two pass solar heaters, Solar Energy, 28, 363.
9. Parker, B.F., Lindley, M.R., Colliver, D.G. and Murphy, W.E., 1993, Thermal performance of three solar air heaters, Solar Energy, 51, 6, 467-479.
10. Hollands, K.G.T. and Shewen, E.C., 1989, Optimization of flow passage geometry for air heating plate type solar collectors, ASME J. Solar Energy Engineering, 103, 323-330.
11. Garg, H.P., Jha, R., Choudhry, C. and Datta, G., 1991, Theoretical analysis on a new finned type solar air heater, Energy, 16, 10, 1231-1238.
12. Yıldız, A., Gürlek, G., Güngör, A., ve Özbalt, N., Alüminyum ve Bakır borulu Güneş Kolektörlerinin Enerji ve Ekserji Verimlerinin Deneysel Karşılaştırılması Mühendis ve Makine Cilt: 48, Sayı 569
13. Dincer, I., 2002, On energetic, exergetic and environmental aspects of drying systems, International Journal of Energy Research, 26(8), 717-727.
14. Dincer, I., 2000, Thermodynamic, exergy and environmental impact, Energy Sources, 22(8), 723-732.
15. Dincer, I. and Sahin, A.Z., 2004, A new model for thermodynamic analysis of a drying process, International Journal of Heat and Mass Transfer, 47 (4), 645-652.
16. Midilli, A. and Kucuk, H., 2003, Energy and exergy analysis of solar drying process of Pistachio, Energy, 28, 539-556.
17. Dincer, I. 2002. The role of exergy in energy policy making, Energy Policy, 30, 137-149.

- 2004, Efficiency and exergy analysis of a new solar air heater, Renewable Energy, 29, 1-100-1001.
19. Esen, H., 2007, Experimental energy and exergy analysis of a double-flow solar air heater having different obstacles on absorber plates, Building and Environment, 1-9.
20. Doğu, Y., Çalđkan, N. ve Çekel, N., Düz Günel Enerjisi Toplayıcđlarında Yutucu Plakada Olulan IsđTransferinin Parametrik Analizi, Mühendis ve Makina, 47, 555, 21-32.
21. Kabeel, A. E. and Mearok, K., 1998, Shape optimization for absorber plates of solar air collectors, Renewable Energy, 13, 1, 121-131.
22. Yeh, H., Ho, C. and Hou, J., 1999, The improvement of collector efficiency in solar air heaters by simultaneously air flow over and under the absorbing plate, Energy, 24, 857-871.
23. Yeh, H., Ho, C. and Lin, C., 2000, Effect of collector aspect ratio on the collector efficiency of upward type baffed solar air heaters, Energy Conversion and Management, 41, 971-981.
24. Karim, Md. A. and Hawlader, M.N.A., 2006, Performance investigation of flat plate, v-corrugated and finned air collectors, Energy, 31, 452-470.
25. Öztürk, H.H. and Demirel, Y., 2004, Exergy-based performance analysis of packed-bed solar air heaters, International Journal of Energy Research, 28, 423-432.
26. Karsli, S., 2007, Performance analysis of new-design solar air collectors for drying applications, Renewable Energy, 32, 1645-1660.
27. Ucar, A. and Inallđ M., 2006, Thermal and exergy analysis of solar air collectors with passive augmentation techniques, International Communications in Heat and Mass Transfer, 33, 1281-1290.
28. Moumami, N., Youcef-Ali, S., Moumami, A. and Desmons, J.Y., 2004, Energy analysis of a solar air collector with rows of fins, Renewable Energy, 29, 13, 2053-2064.
29. Choudhury, C. and Garg, H.P., 1991, Design analysis of corrugated and flat plate solar air heaters, Renewable Energy, 1, 5-6, 595-607.
30. Duffie, J.A. and Beckman, W.A., 1991, Solar engineering of thermal processes, John Wiley and Sons Inc., Second Edition, New York.
31. Kđđđ, A. ve Öztürk, A., 1983, Günel enerjisi, Kipağ Dađđđncđđđ, İstanbul.
32. Rabl, A., 1985, Active solar collectors and their applications, Oxford University Press.
33. Abu-Qudais, M.K. and Al-Nimr, M.A., 1996, Theoretical and experimental study of matrix solar air heater under transient condition, Int. Journal of Solar Energy, 18, 3, 137-146.
34. Gupta, S.C., 1978, Effectiveness of packed-bed solar air heaters, Solar Energy Int. Prog., 2, Ed. T.N. Veziroglu, P. Press, 767.

- Varma, H.K., 1995, Effect of geometrical and thermophysical characteristics of bed materials on the enhancement of thermal performance of packed bed solar air heaters, *Energy Conversion and Management*, 36, 12, 1185-1190.
36. Choudhury, C., Garg, H.P. and Prakash, J., 1993, Transient analysis of tock bed air heaters for intermediate temperature applications, *International Journal of Energy Research*, 17, 5, 377-392.
37. Al-Nimr, M.A., 1993, Transient behavior of a matrix solar air heater, *Energy Conversion and Management*, 34, 8, 649-656.
38. Ahmad, A., Sainni, J.S. and Varma, H.K., 1996, Thermohydraulic performance of packed bed solar air heaters, *Energy Conversion and Management*, 37, 205-214.
39. Tong, L.S. and London, A.L., 1957, Heat transfer and flow friction characteristics of woven screen and cross-road matrixes, 79, 1558-1570.
40. Chiou, J.P. and El-Wakil, M.M., 1966, Heat transfer and flow characteristics of porous matrices with radiation as heat source, *J. Heat Transfer*, 88, 69-76.
41. Akpınar, K.E., 2002, Tarânsal ürünler için siklon tip bir kurutucunun geliştirilmesi, Doktora Tezi, Fâat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 253 s.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Diyarbakır'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı yerde tamamladım. 1996 yılında Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne üçüncülükle girdim. 2000 yılında bölüm birinciliği fakülte ikinciliğiyle mezun oldum. 2004-2006 yıllarında Dicle Üniversitesi Siirt M.Y. O Makine Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak görev yaptım. 2006 yılında kurumlar arasında geçişle KİT Bankası 11. Bölgede Makine Mühendisi olarak göreve başladım. Halen bu kurumda görev yapmaktayım. 2006 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Ana Bilim Dalında yüksek lisansa başladım. Evliyim ve bir çocuk babasıyım.