



T.C.

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

YENİLENEBİLİR ENERJİ DENEYİ
DENEY FÖYÜ

1. DENEYİN AMACI

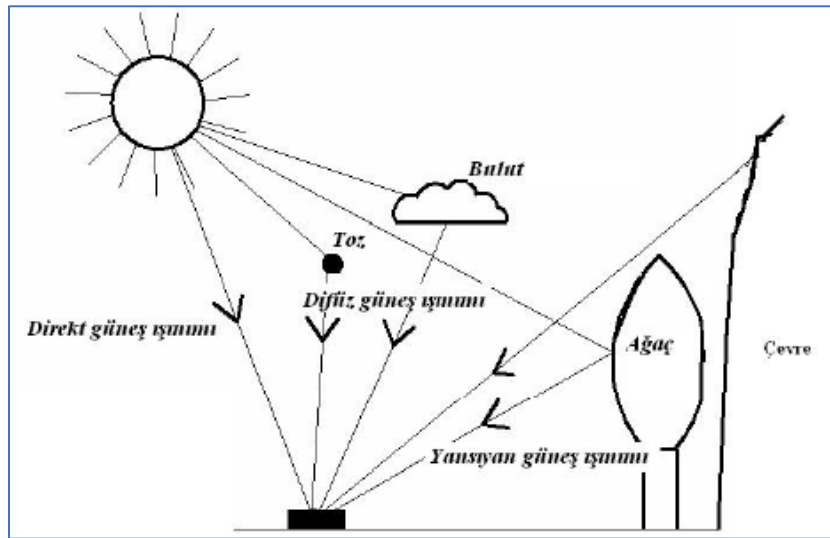
Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin ve güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin önemi kavranacaktır. Öğrencilerin, düzlemsel güneş kolektörleri ile ilgili hesaplamaları yaparak kolektör performans parametreleri, faydalı enerji gibi parametreler ile daha bilinçli bir seviyeye ulaşması amaçlanmaktadır

2. DENEYİN ÖĞRENME ÇIKTILARI

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinde kullanılan düz güneş kolektör tiplerinin tanıtılması, güneş kolektör sisteminde bulunan ekipmanların incelenmesi, kolektör verimine etki eden performans parametrelerinin ve kolektörden elde edilen faydalı enerjinin hesaplanması ve kolektör verim denkleminin elde edilmesidir.

3. TEORİK BİLGİLER VE TANIMLAR

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğindeki yüksek basınç ve sıcaklıkta hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklinde meydana gelen nükleer füzyon işlemi sonucu ortaya çıkan ışınım enerjisidir. Güneşten ışın olarak çıkan ve uzaya yayılan ışınım enerjisi $0.1 - 3 \mu\text{m}$ dalga boyları aralığında dünyaya ulaşmaktadır. Güneşin enerji yayma hızı 3.8×10^{20} MW'tır. Yayılan bu enerjinin sadece küçük bir kısmı (1.7×10^{14} kW) dünya üzerine düşer. Buna rağmen 84 dakika boyunca güneşten dünyamıza gelen enerji miktarı dünyanın bir yıllık enerji talebine (900 EJ : Exajoule (EJ) = 10^{18} joules.) eşdeğerdir.



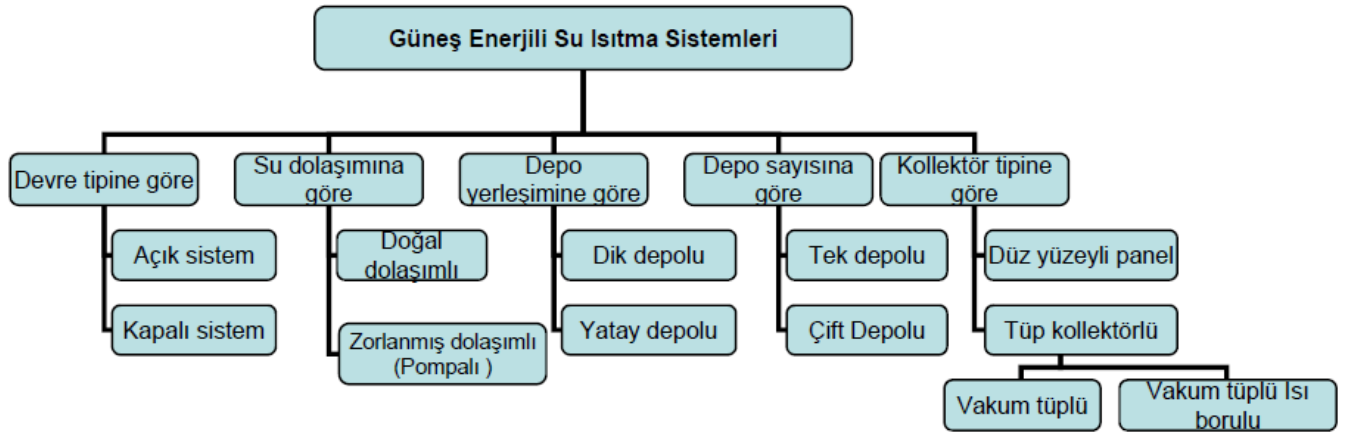
Şekil-1 Yeryüzünde bir düzleme gelen güneş ışınım çeşitleri

Güneş ışınım şiddeti verileri, bina enerji analizi ve güneş enerjisi sistemlerinin tasarımında ve performans değerlendirilmesinde gerekli parametreler arasında yer almaktadır. Toplam güneş ışınım şiddeti, piranometre ile direkt güneş ışınımı ise pirheliometre ile ölçülebilmektedir.



Şekil-2 Piranometre

Kollektör tipine göre güneş enerjili su ısıtma sistemleri düzlemsel ve vakum tüplü olmak üzere ikiye ayrılırlar.

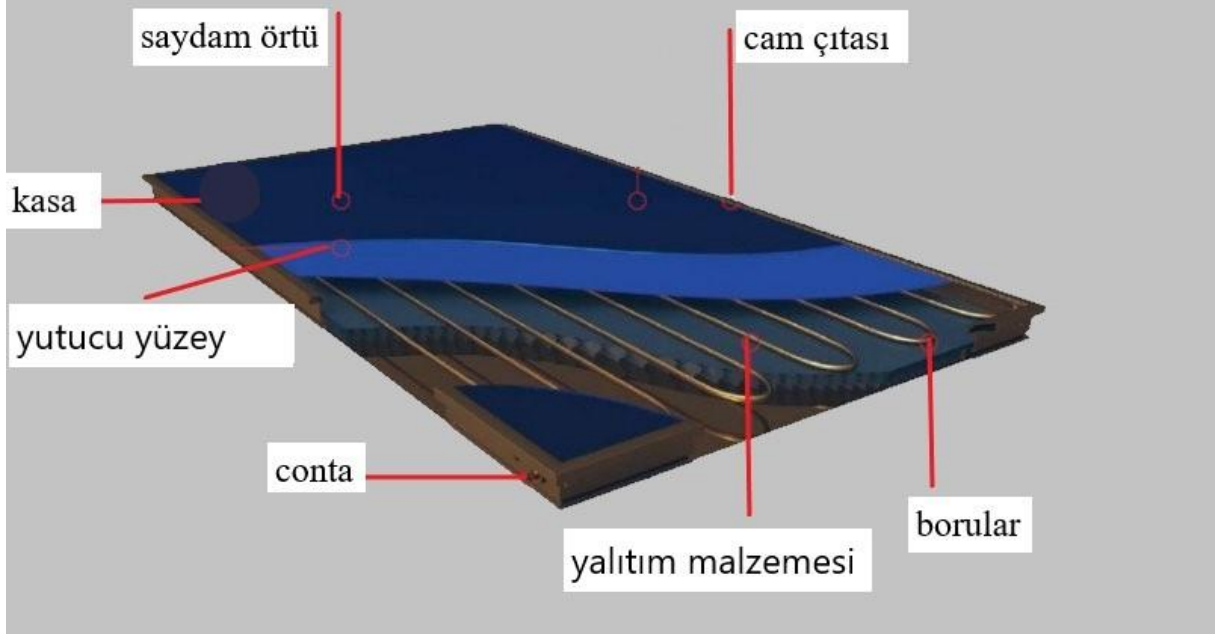


Şekil-3 Güneş enerjili su ısıtma sistemleri

3.1.Düzlemsel (Flat Plate) Kollektörler

Bu toplayıcılar, akışkan sıcaklığının 100°C'nin altında olmasının istendiği durumlarda kullanılırlar. Yüzeyleri düz olduğundan düzlemsel güneş enerjisi toplayıcıları adını almaktadırlar

Düzlemsel toplayıcılar genel olarak saydam örtü (cam), enerji yutan yüzey (absorber), yutucu yüzeye bağlanmış akışkan taşıyıcı borular, yalıtım malzemesi ve kasadan ibarettir.



Şekil-4 Serpantin tipi güneş kolektörünün bileşenleri

3.2. Düzlemsel Güneş Kolektörü Sistemleri

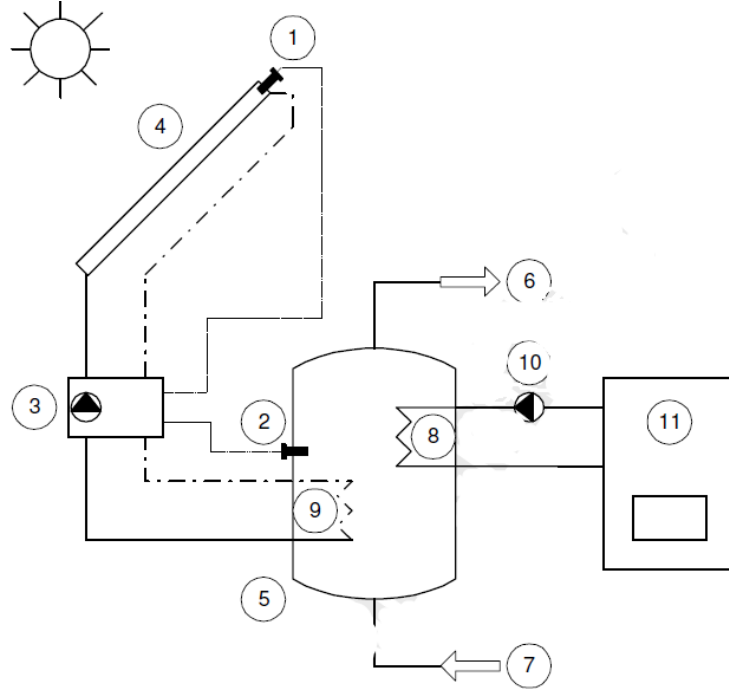
Güneş kolektörlü sistemler tabii dolaşımli veya cebri dolaşımli (pompalı) olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Tabii Dolaşımli Sistem: Isıtılan sıvının herhangi bir pompa olmaksızın, suyun yoğunluk farkı (termosifon) etkisi nedeniyle yer değiştirmesiyle dolaşımın gerçekleştiği sistemlerdir. Depo kolektör seviyesi üzerinde olmak zorundadır.

Cebri Dolaşımli (Pompalı) Sistem: Sıcak su deposunun kolektör seviyesinin altında olduğu ve kolektörler ile depo arasında ısı transfer akışkanının (antifiriz-su karışımı) pompa ile dolaştırıldığı sistemlerdir. Deponun kolektör seviyesi altına yerleştirilmesinin iki nedeni vardır. Birincisi don riskini önlemektir. Küçük sistemlerde depo, uygun olması halinde çatı arasına yerleştirilir. İkincisi ise kolektörlerin merkezi sıcak su hazırlama sistemine entegre edilmesidir. Bu sistemlerde kazan dairesinde bulunan boyler (sıcak su tankı) aynı zamanda kolektörlerin deposudur. Dolayısıyla boyler ile kolektör arasında su sirkülasyonu pompa ile sağlanır. Boylerli sıcak su sistemi apartmanlar, siteler, oteller vs. gibi binalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Pompalı sistemler otomatik kontrol devresi yardımı ile çalışırlar. Depo tabanına ve kolektör çıkışına yerleştirilen diferansiyel termostatın sıcaklık sensörleri ile ölçülen kolektör çıkışında akışkan sıcaklığı ile depodaki su sıcaklığı arasındaki fark belli bir dereceden büyük olması durumunda pompayı çalıştırır, bu fark belli bir derecenin altında olduğunda ise pompayı durdurur.

Pompa ve otomatik kontrol devresinin zaman zaman arızalanması nedeniyle işletilmesi tabii dolaşımli sistemlere göre daha masraflıdır.



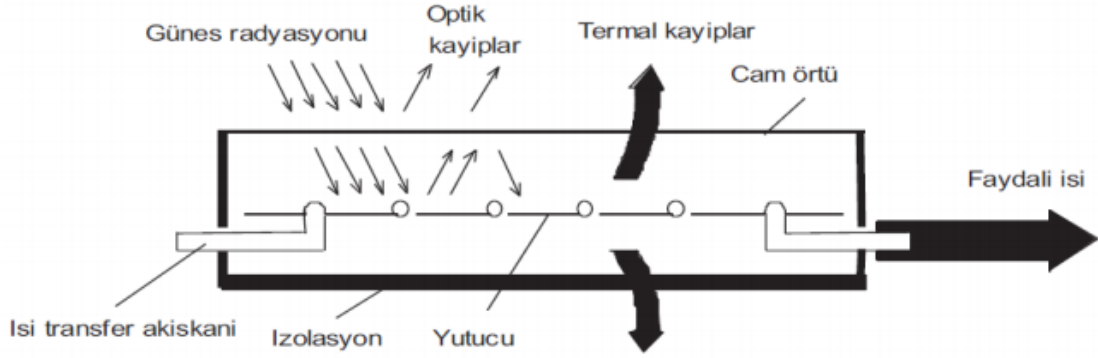
1-Kollektör sensörü	4- Kollektör	7-Soğuk su	10- Pompa
2- Depo tank sensörü	5- Depo	8- Isı Değişiricisi	11- Boyler
3-Pompa ve otomatik kontrol kanalı	6- Sıcak su	9- Isı deęiřtiricisi	

Şekil-5 Pompa ve otomatik kontrol devresinin zaman zaman arızalanması nedeniyle işletilmesi tabii dolaşımli sistemlere göre daha masraflıdır.

4. DENEYİN YAPILIŞI

Kollektör üzerine gelen güneş ışınımının çok az bir kısmı saydam örtüden yansır ve geri kalan kısmı yutucu yüzeye ulaşır. Yutucu yüzeye gelen ışınımın bir kısmı yüzeyin altında dolaşan ısı taşıyıcı akışkana geçerken, bir kısmı yüzeyde depolanır, geri kalan kısmı da çevreye kaybolmaktadır.

Kollektörlerde meydana gelen ısı kayıpları çok sayıda değişkene bağlıdır. Güneş ışınımı şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı, kollektörün konstrüksiyonu, saydam örtü özellikleri, yutucu yüzeyin ışınım yutma, yayma değeri, ısı iletim katsayısı, kalınlığı, yalıtım malzemesinin cinsi ve kalınlığı bu değişkenlerden bazılarıdır.



Şekil-6 Düzlemsel güneş kolektöründe optik ve ısıl kayıplar

Kollektörden elde edilen faydalı ısı (1) nolu denklemden hesaplanmaktadır.

$$\dot{Q}_u = \dot{m} * c_p * (T_c - T_g) \quad (1)$$

Burada \dot{Q}_u faydalı ısı (W), \dot{m} kütleli debi (kg/s), c_p kolektör devresi akışkanının özgül ısısı (J/kg·°C), T_c kolektör çıkışındaki akışkanın sıcaklığını, T_g ise kolektör girişindeki akışkanın sıcaklığını, ifade eder. Güneş kolektörlerinin verimi dış ortam sıcaklığı, ışınım şiddeti ve kolektörün ortalama akışkan sıcaklığı ile değişir.

Kollektörün anlık verimi ise (2) nolu denklem yoluyla hesaplanmaktadır.

$$\eta_c = \frac{\dot{Q}}{A_c * G_t} \quad (2)$$

Bu denklemde η_c kolektör verimini, G_t ifadesi kolektör üzerine gelen anlık ışınımı [W/m^2], A_c ise kolektör alanını [m^2] ifade etmektedir.

İndirgenmiş sıcaklık (3) nolu denklemden hesaplanır,

$$T^* = \frac{\Delta T}{G_t} = \frac{(T_g - T_a)}{G_t} \quad (3)$$

Burada T^* indirgenmiş sıcaklık, T_a ise çevre sıcaklığıdır.

Şekil-7 de tipik bir kolektör verim eğrisi görülmektedir. Bu eğri aşağıdaki adımlar takip edilerek elde edilir.

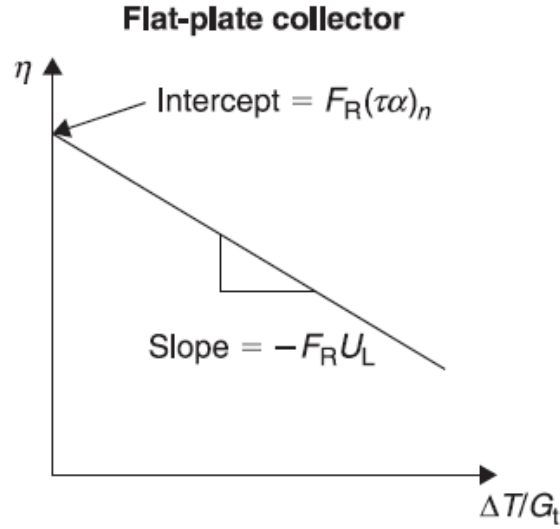
- (2) nolu denklemden kolektör verimi hesaplanır.
- (3) nolu denklemden indirgenmiş sıcaklık hesaplanır.

- Exel ortamında yatay ekseninde indirgenmiş sıcaklık düşey ekseninde ise kollektör verimi değerleri olacak şekilde bir X, Y dağılım grafiği oluşturulur.
- X, Y dağılımına “eğim çizgisi ekle” seçeneği ile lineer bir eğri uydurulur.
- Uydurulan eğrinin denklemi “denkleme görüntüle” seçeneği ile elde edilir.

Elde edilen denklem,

$$y = ax + b \quad (4)$$

Şeklinde bir doğru denklemdir. Burada a doğrunun eğimi (slope), b ise kesme noktasıdır (intercept).



Şekil 7 – Düz güneş kollektörleri için tipik verim eğrisi

Yukarıdaki grafikte grafiğin eğimi $-F_R U_L$ değerini, grafiğin verim eksenini kestiği nokta ise $F_R(\tau\alpha)_n$ değerini vermektedir. Burada $F_R U_L$ ve $F_R(\tau\alpha)_n$ kollektör performans parametreleridir ve kollektörlerin performans analizinde kullanılır.

$F_R U_L$: verim eğrisinin eğimi (a)

$F_R(\tau\alpha)_n$: verim eğrisinin kesme noktası (b)

$(\tau\alpha)_n$: yutma-geçirme çarpımı veya kollektör optik verimi

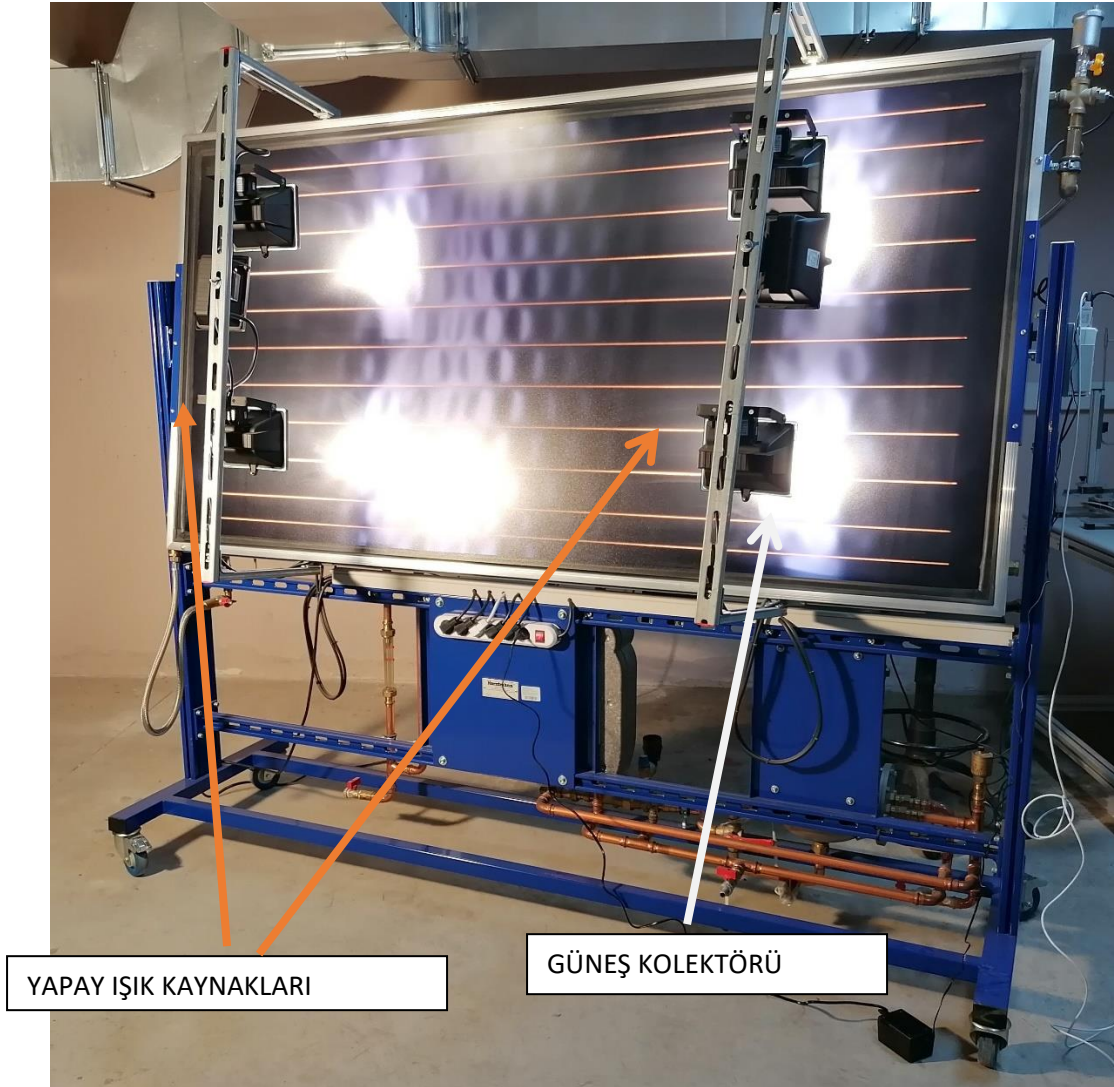
F_R :Kollektör ısı kazanç faktörü

U_L :Kollektör toplam ısı kayıp katsayısı ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

Kollektör performans parametreleri $F_R U_L$ ve $F_R(\tau\alpha)_n$ belirlendikten sonra kollektör verimi aşağıdaki denklem ile ifade edilir.

$$\eta_c = F_R(\tau\alpha)_n - F_R U_L \frac{(T_g - T_a)}{G_t} \quad (5)$$

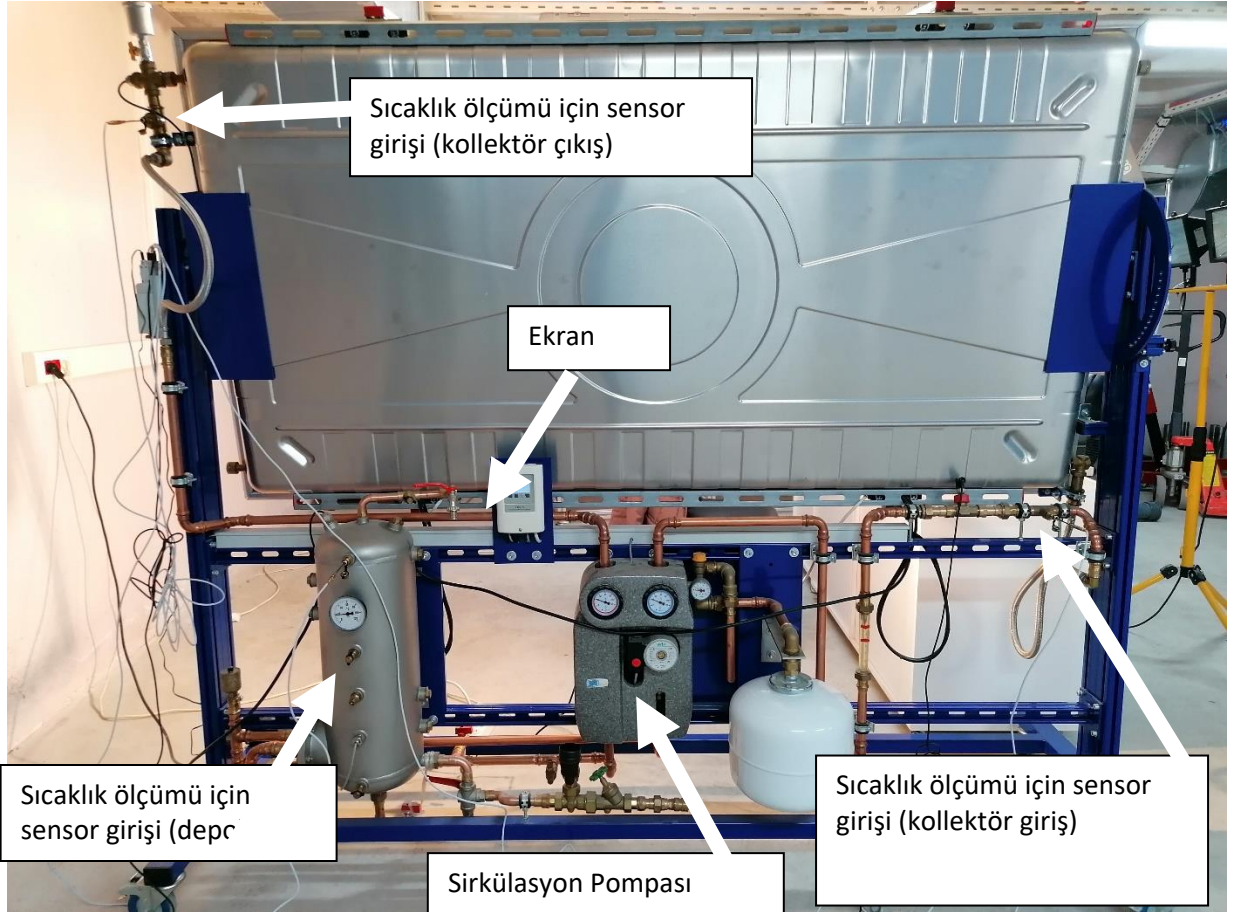
4.1. Deney Ünitesi



Şekil-8 Deneyde kullanılan güneş kollektörü ve yapay ışık kaynakları



Şekil-9 Data logger



Şekil-10 Deneyde kullanılan güneş kollektörü ve yardımcı ekipmanları

5. RAPOR İÇİN İSTENENLER

Deney düzeneğinden ölçülen veriler kullanılarak kolektörden elde edilen faydalı ısı miktarı, aşağıda teknik özellikleri verilen kolektörün performans parametreleri hesaplanacak ve verim denklemi elde edilecektir. Bunun için Şekil-7 de düz güneş kolektörü için verilen grafik (tipik verim eğrisi), serpantin tipi güneş kolektörü için çizilecektir. Çizilen grafikten $FRUL$ ve $F_R(\tau\alpha)_n$ değerleri elde edilerek tabloya işlenecektir. Kolektör teknik bilgileri:

$$L = 2,01 \text{ m}$$

$$H = 0,98 \text{ m}$$

$$GT = 885 \text{ W/m}^2 \quad (\text{Güneşten gelen ışınım miktarı})$$

$$T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{Çevre sıcaklığı})$$

$$C_p = 3.66 \text{ kJ/kgK} \quad (\text{Su ve antrifriz karışımı için özgül ısı değeri})$$

$$\rho = 1043 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{Su ve antrifriz karışımı için yoğunluk değeri})$$

Tablo 1. Deneyde ölçülen ve değerler

Zaman	Kollektör Giriş Sıcaklığı (°C)	Kollektör Çıkış Sıcaklığı (°C)	Piranometre (W/m ²)	Debi Miktarı (L/dk)
11:00	19,80	25,80	885,00	2,91
11:15	42,1	44,9	885,00	2,94
11:30	51,8	54,8	885,00	2,98
11:45	57,6	60,6	885,00	2,96
12:00	61,1	64,1	885,00	2,99
12:15	63,3	66,2	885,00	2,98
12:30	64,4	67,7	885,00	2,98
12:45	65,2	68,3	885,00	2,99
13:00	65,6	68,7	885,00	3,01

Tablo-2 Hesaplanan değerler

Zaman	\dot{Q}_u [kJ]	η_c	T*
	Denk-1	Denk-2	Denk-3

Deney raporunda verilmesi gereken sonuçlar:

- Tablo-1
- Tablo-2
- Verim eğrisi (grafığın üzerinde eğilim çizgisi ve denklemi görünmelidir)
- F_{RUL}
- $F_R(\tau\alpha)_n$
- Verim denklemi (Denklem-5)