KKTC

YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

MAK-400

GÜNEŞ ENERJİSİ DENEY DÜZENEĞİ VE KOLLEKTÖR AÇISININ ENERJİ DOPOLAMAYA ETKİSİ

Hazırlayanlar

ÖMER ÖRGE

İRFAN ÇİMEN

ALİ UĞUR İKİZ

AYTAÇ SARA

İHSAN AYAZ

ÖĞRETİM ÜYESİ

Prof. Dr. Nuri KAYANSAYAN

Yrd. Doç. Dr. Ali EVCİL

Lefkoşa-Temmuz 2017

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarımız sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bize yol gösterici destek olan değerli hocamız Sayın Nuri KAYANSAYAN ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Assist. Prof. Dr. Ali EVCİL , Dr. Ali ŞEFİK ve Engin ESENEL'e sonsuz teşekkür ve saygılarımızı sunarız.

Lisans eğitimimiz boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bizlere sürekli destek olan makine mühendisliği bölümündeki tüm hocalarımıza teşekkür ederiz.

Çalışmalarımız boyunca maddi manevi destekleriyle bizleri hiçbir zaman yalnız bırakmayan ailelerimize de sonsuz teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ……..….i

TABLO LİSTESİ……..…….v

ŞEKİLLİSTESİ……...……...…..vi

1. GİRİŞ…….…….....…..1

2. GÜNEŞ ENERJİSİ……....2

Tarihsel gelişimi……...….2

3. COĞRAFİ AÇIDAN TÜRKİYE VE GÜNEŞ ENERJİSİ……...….4

4.KIBRISTA GÜNEŞ ENERJİSİ…….....5

a) Kıbrıs'taki iklim yapısı…….....5

b) Kıbrıs'ın coğrafyası ve geçmişi……...……...….....6

5. GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ…….....7

a) Isıl güneş teknolojileri…….....8

b) Güneş pilleri……...……...8

6. GÜNEŞ ENERJİSİ……9

a) Güneş enerjisinin faydaları……...……...11

b) Kullanım alanları……...…….....11

7. GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ……...13

a) Tabii dolaşımlı sistemler…….....……...14

b) Pompalı sistemler…….....…….....14

c) Açık sistemler ……..... 16

d) Kapalı sistemler 16

7.1. Optimum Kollektör Eğim Açısı(S).....17

7.2 Güneş Kollektörleri Çeşitleri 19

a) Düzlemsel Yüzeyli Güneş Kollektörleri 19

b)Vakumlu Güneş Kollektörleri 20

c) Odaklanmalı Güneş Kollektörleri 22

1. Doğrusal odaklanmalı 23

2. Noktasal odaklanmalı 23

7.3 Parabolik Çanak 24

8. KULLANIM ALANLARI 25

9. AMAÇ 28

10. METOD 29

9.1 Sıcak Su Deposu Hacim Hesaplaması 33

9.2 Termokupl 34

10. DENEY AŞAMALARI 35

10.1 Örnek Hesaplamalar 38

11. SICAK SU DEPOSUNUN HESABI 44

1. Zorlanmış Taşınım 44

2. Isı Transfer Hesabı 45

11.1 Sıcak Su Deposunun Ortalama Enerji Kaybı 46

1. Her Saat Dilimindeki Enerji Kaybı 46

12. ÇİZİMLER 48

EK-A ÇİZİMLER 49

EK-B KALİBRASYON EĞRİLERİ 54

13.SONUÇ.....60

14. SİSTEM PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER 61

15. KAYNAKÇA 62

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 : Türkiye'de ki güneş enerjisi dağılım tablosu.....4

Tablo 2 : Kollektör'ün özellikleri.....31

Tablo 3 : Kazanözellikleri.....32

Tablo 4 : T tipi termokupl özellikleri.....34

Tablo 5 : Deponun ortalama sıcaklıkları.....46

Tablo 6 : Sıcak su deposunun ortalama enerji kaybı.....47

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Kıbrıs Güneş haritası.....6

Şekil 2: Enlem boylam haritası.....9

Şekil 3: Güneş potansiyeli atlası.....10

Şekil 4: Enerji kaynaklarının sınıflandırılması.....12

Şekil 5: Sahandong güneş enerji santrali ÇİN.....12

Şekil 6: Gut Earlaseee Solar Park Almanya 12MW gücünde.....13

Şekil 7: Tabii dolaşım sistemi.....14

Şekil 8: Pompalı sistemi.....15

Şekil 9 : Açık sistem (Eşanjör).....16

Şekil 10: Kapalı sistem.....17

Şekil 11: Kollektör eğimi.....18

Şekil 12: Düzlemsel kollektör.....19

Şekil 13:Kollektörünkısımları.....20

Şeklil 14: Vakumlu güneş kollektörü.....21

Şekil 15: Dikey depolu güneş kollektörü.....21

Şekil 16: Yatay depolu güneş kollektörü.....22

Şekil 17: Doğrusal odaklanmalı güneş enerjisi sistemleri.....23

Şekil 18: Noktasal odaklanmalı güneş kollektörleri.....24

Şekil 19:Parabolik çanak.....24

Şekil 20:Su deposu seviye referansı.....28

Şekil 21:Güneş standı.....29

Şekil 22: Standın kollektörü.....31

Şekil 23:Standart termosifon.....32

Şekil 24: Kazanın ve termokupl aralıklarının teknik resmi.....33

Şekil 25: Termokupl delikleri için çap ve boy ölçüsü.....34

Şekil 26: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 11/07/2017 35

Şekil 27: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 12/07/2017.....36

Şekil 28: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 13/07/2017.....36

Şekil 29: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 14/07/2017.....36

Şekil 30: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 15/07/2017.....37

Şekil 31: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 16/07/2017.....37

Şekil 32: Standın bölümleri.....48

Şekil 33: Kanal 1/1 kalibrasyon eğrisi.....55

Şekil 34: Kanal 1/2 kalibrasyon eğrisi.....55

Şekil 35: Kanal 1/3 kalibrasyon eğrisi.....56

Şekil 36: Kanal 1/4 kalibrasyon eğrisi.....56

Şekil 37: Kanal 1/5 kalibrasyon eğrisi.....57

Şekil 38: Kanal 2/1 kalibrasyon eğrisi.....58

Şekil 39: Kanal 2/2 kalibrasyon eğrisi.....58

Şekil 40: Kanal 2/3kalibrasyon eğrisi.....59

Şekil 41: Kanal 2/4 kalibrasyon eğrisi.....59

GİRİŞ

Enerji kavramı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği geçmişten bugüne dünyanın en önemli konularından ve sorunlarından biri olmuştur. Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, petrol, kömür, nükleer enerji gibi kendini yenileme durumu olmayan kaynakların bilinçsizce kullanılması, bu kaynakların çevreye ve atmosfere verdiği kirlilik gibi etkenler insanları yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönlendirmiştir. Dünyanın devamlı artan enerji ihtiyacını karşılamak için bilim adamları yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını her alanda arttırmak adına birçok çalışmalar yapmışlardır ve güneşten faydalanmak için güneş pilleri, rüzgardan faydalanmak için rüzgar değirmenleri kullanımı gibi projeler geliştirmişlerdir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden olan jeotermal enerji ise günümüzde elektrik üretimi, tıp, turizm, ziraat, endüstri gibi sayısız alanda kullanılabilen bir kaynaktır. Jeotermal enerji kaynaklarının nice faydası bulunmakla birlikte, bunların başlıcaları daha önce belirtildiği gibi yenilenebilir olması yani doğru kullanımla tükenmesi zor bir enerji çeşidi olması, tespit ve üretiminin kolay olması, maliyetinin düşük olması, yatırımın çok kısa bir zamanda geri dönüş sağlaması, ayrıca diğer kaynaklara göre çevreye verilen zararın çok az olmasıdır. Dünya üzerinde jeotermal enerji değeri anlaşılan bir enerji çeşidi olmakla beraber kullanımı ülkelere göre değişmektedir. Ülkemiz ise çok önemli bir jeotermal kuşak üzerinde olmasına ve 1300'ün üzerinde kaynak barındırmasına karşın jeotermal enerjiden yeterince faydalanamamaktadır.

1. GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi, yenilenebilir enerjinin önemli bir kaynağıdır, güneş enerjisi sistemleri güneş enerjisini yakalayıp dağıtmak ya da güneş enerjisini diğer enerjilere dönüştürmek üzere elektrik veya ısı, pasif güneş ya da aktif güneş olarak geniş bir şekilde karakterize edilmiştir. Aktif güneş teknikleri, enerjiyi kullanmak için fotovoltaik sistemlerin güneş pillerinin kullanımını, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemleri ise güneş enerjili su ısıtma sisteminin kullanımını içerir.

Tarihsel gelişimi;

İnsanların güneş enerjisinden teknolojik olarak faydalanması, geçmişe dayanır. Bilinen ilk uygulamalardan biri, Arşimed'in Sirakuza'da güneş ışınlarını büyük aynalarla yoğunlaştırarak düşman gemilerine odaklaması ve onları yakması olarak bilinir.

Güneş enerjisi on yedinci yüzyılda da aynalar ile güneş ışınlarının yoğunlaştırılarak odun yakılmasında kullanıldığı sonrasın da ise on sekizinci yüzyılda da yoğunlaştırılmış güneş ışınlarının kimyasal tepkimelerde ve güneş ocaklarında kullanıldığı görülmüştür devamında on dokuzuncu yüzyılda güneş enerjisi uygulamaları artmıştır. Yoğunlaştırılan güneş ışınları ile metal eritme, su ısıtma, buhar üretme, güneş ile çalışan buhar makinaları ile örneklendirilebilir.

İnsanların yirminci yüzyılda yaşamına giren sıvı yakıt ve petrol güneş enerjisi kullanımıyla ilgili gelişmeleri bir ölçüde frenlemiştir. 1974'de sözde akaryakıt sıkıntısın ve fiyatlardaki artışlar nedeniyle güneş enerjisi üzerindeki çalışmalar tekrardan hız kazanmıştır. Evlere sıcak su sağlamak için güneş enerjisi bu yüzyılda kullanılmaya başlanmıştır.

1954 yılında Bell laboratuvarında güneş pilleri geliştirilmeye başlanmış ve güneş pilleri ile elektrik üretilmeye başlanmıştır .Giderek daha geniş kullanım yelpazesine sahip olan güneş

pilleri üretimlerinde ki artış ile birlikte daha pratik üretim yöntemleri geliştirilmesinden dolayı daha uygun ve ucuz fiyatlara ulaşmaya başlamıştır.

Günümüzde birçok kullanım alanı bulunan güneş pilleri arabalar, uçaklar, evler ve güneş pilleri ile çalışan enerji santralleri kurulmuştur.

Güneş enerjisi dışında kullanılan enerjiler jeotermal, gel-git olayı ve nükleer enerji olarak sıralanabilir. Yer altı kaynaklarından elde edilen yakıtlar gaz petrol vs. dünyada sınırlı miktarda bulunmaktadır ayrıca tüketimi buna paralel oranda azalmaktadır. Bu sebepten dolayı bu yakıt türleri tükenebilir enerji kaynaklarındandır. Buna müteakiben diğer kaynaklar tükenmez yenilenebilir enerji kaynaklarındandır ve kullanım alanları arttırılması gerekmektedir.

2. COĞRAFİ AÇIDAN TÜRKİYE VE GÜNEŞ ENERJİSİ

Türkiye, Orta Doğu ve Güneydoğu Avrupa'da güneş enerjisi için avantajlı bir konumdadır. Bölgenin geri kalanına kıyasla, güneşlenme değerleri daha yüksek ve güneş enerjisi üretimi için koşullar İspanya ile karşılaştırılabilir. Hükümet, 2023 yılına kadar en az 3(GW) hedefliyor. Türkiye'de güneş enerjisi kullanımı yoğun bir şekilde artmaktadır. Güneş panelindeki fiyatların düşmesine rağmen diğer enerji üretim yöntemlerine kıyasla güneş enerjisinin üretim maliyeti yüksektir. Tablo 1'de görüldüğü gibi güneş potansiyeli Türkiye'de, özellikle Güneydoğu Anadolu'da ve Akdeniz bölgelerinde çok yüksektir.

Tablo 1: Türkiye'deki güneş enerjisi dağılım tablosu.

BÖLGE	Toplam Güneş Enerjisi $\left(kWh/_{m^2\ yıl}\right)$	Güneşlenme Süresi $(saat/yıl)$
Güney Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

3. KIBRISTA GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi dünyanın genelinde olduğu kadar Kıbrıs içinde büyük önem taşımakta ve bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Avrupa birliğinin iki yüz elli milyon Euro lük mali yardımı ile bu konudaki çalışmalara hız verilmektedir. Bu rakamın on dört milyonluk kısmı bu konudaki çalışmaları geliştirmek üzere ayrılmış olup ve güneş enerjisi sistemleri için harcanmaya başlanmıştır.

Dünyada ve Kıbrıs'ta artan petrol fiyatları güneş enerjisi kullanımını rekabetçi alternatif enerji kaynağı durumuna getirmiştir ve Avrupa birliği destek ofisi başkanı Alain BOTHOREL güneş enerjisi sistemlerini sürekli kılmak için çalışmalarını sürdürmektedir.

Gezegenimiz kendi kaynaklarının örneğin petrol, doğal gaz, uranyum ve diğer gaz rezervleri sırası ile 2030, 2025, 2030 ve 2050 yıllarına kadar tükeneceği Doktor Fulcier MALTİNİ tarafından kaydedilmiştir ve bu konudaki güneş enerjisi çalışmaları sürdürülmektedir.

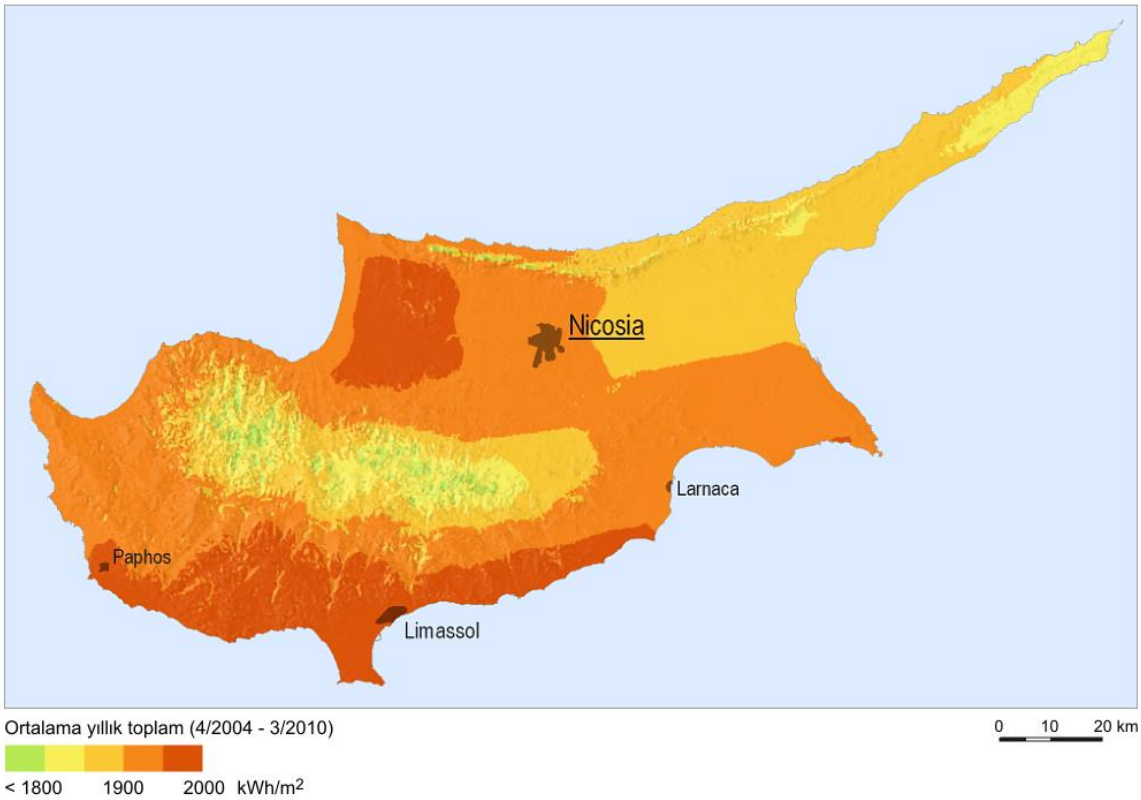
a) Kıbrıs'taki İklim Yapısı;

Kıbrıs yarı kurak iklim kuşağında yer alan bir ada ülkesidir. Ayrıca Akdeniz adası olmasından dolayı yazları sıcak ve kurak, kışları ise az yağışlı geçmektedir. Ortalama yıllık hava ısısı ise 19°C olan Kıbrıs yıl içi en sıcak ay temmuz ayıdır. Temmuz ayında hava sıcaklığı gündüz gölgede 37°C ile 40°C arası değişim göstermektedir. Yıl içi en soğuk dönemini Ocak ayında olup gün içi ortalama ısısı 9°C ile 12°C arası değişim göstermektedir geceleri bu sıcaklık genellikle 0°C düşmektedir Ekim ve Mart dönemlerinde ortalama yağış miktarı 402,9 $^{mm}/_{yıl}$ civarındadır ayrıca bitki örtüsü olarak ada genelinde portakal, turunç, limon, vb. gibi narenciye ürünleri ve bunlara takiben sebzeler ve zeytin ile harnup yetişir.

b) Kıbrıs'ın Coğrafyası ve Geçmişi;

Akdeniz'in üçüncü büyük adası olan Kıbrıs sırayı Sic ilya ve Sardinya'dan sonra alır. Afrika tabakasının arasında yer alan Kıbrıs Akdeniz bölgesinde kuzeye doğru Anadolu platosu ve güneye doğru burunlara sahiptir, yüzölçümü 1951 km^2 olup uzunluğu ise doğu ile batı arasındaki mesafe 225 km genişliği ise 97 km dir. Kıbrıs kuzeyinde Türkiye'ye 60 km, batısında bulunan Suriye'ye ise 100 km ve Lübnan'a 150 km sonrasında Mısır'a 330 km ayrıca Girit ve Rodos Adalarına 370 km ile 500 km mesafededir.

Kıbrıs Adası, Asya ve Avrupa kıtalarına geçiş güzergâhındadır ve birçok uygarlığın oluştuğu merkezi bir kara parçası olarak bilinir. Kaynaklara göre Kıbrıs Adasında ilk yaşam formu üç milyon yıl önce başladığı tahmin edilmekte yaşama ait ilk izler ve bulgulara Beşparmak Dağlarında rastlanmıştır.



Şekil 1: Kıbrıs güneş haritası

4. GÜNEŞ ENERJİSİ VE TEKNOLOJİLERİ

Sıcak gezegen güneş yaklaşık olarak $1{,}4\ milyon\ km$ çapında ve dünyadan yaklaşık olarak yüz on kat daha büyük olan güneş dünyamızdan $1{,}5 \times 10^{11}\ m$ uzaklıkta bulunmaktadır. Sıcak gezegen güneşin yüzey sıcaklığı $6000\ K$ civarında olup merkezine doğru bu sıcaklığın $8 \times 10^{6}\ K$ ile $40 \times 10^{6}\ K$ arasında olduğu tahmin edilmektedir. Enerjisinin kaynağı olan dört hidrojen atomunun bir helyum atomuna dönüştüren güneş doğal bir füzyon reaktörüdür.

Güneş her saniye yaklaşık olarak $564\ 000\ 000\ ton$ hidrojeni $560\ 000\ 000\ ton$ helyum'a çevirmekte ve arada kaybolan yaklaşık dört milyon ton kütlesinde ki hidrojen $3{,}86 \times 10^{26}\ J$ enerji olarak dışarı çıkmaktadır ve bu enerji uzay boşluğunda ışınım şeklinde yayılmaktadır yaklaşık toplam enerji rezervi olarak güneşin sahip olduğu enerji $1{,}785 \times 10^{47}\ J$ tahmin edilmektedir.

Dünya için sonsuz enerji kaynağı olarak düşünülmekte olan güneş enerjisini daha milyonlarca yıl olarak sürdürebileceği tahmin edilmektedir. Dünyaya doğrudan gelen güneş enerjisi yaklaşık olarak dünyada kullanılan toplam enerjinin yirmi bin katı kadarıdır. Güneş enerjisinden faydalanılması alanındaki çalışmalar yaklaşık olarak 1970'lerden sonralarına dayamaktadır ve bu çalışmalar ile bu yönde kullanılan makine ve teknolojilerde fiyat anlamında düşüş yaşanmıştır.

Parlak yıldız güneşten elde edilen güneş enerjisi temiz bir enerji kaynağı olarak kabul edilmiştir ayrıca bu enerji günlük yaşamımızda birçok yerde yerini almış örneğin; yemek pişirme, ulaşım, sağlık ve konaklama alanları gibi birçok alanda kendisine yer edinmiştir. Güneş enerjisi kullanım alanı teknolojisi ve yöntemi olmak üzere varyasyonlar göstermektedir fakat temelde iki ana gruba ayrılır.

a) Isıl güneş teknolojileri;

Bu sistemde güneşten ısı elde edilir. Bu ısı gerekirse ısı enerjisi veya daha sonrasında elektrik enerjisi elde etmek için kullanılabilir.

b) Güneş pilleri;

Fotovoltaik piller olarak adlandırılan yarı iletken bu malzemeler güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çevirebiliyorlar ve bu cihazların kullanımı en yaygın olarak uzay araçlarında görülmektedir.

5. GÜNEŞ ENERJİSİ

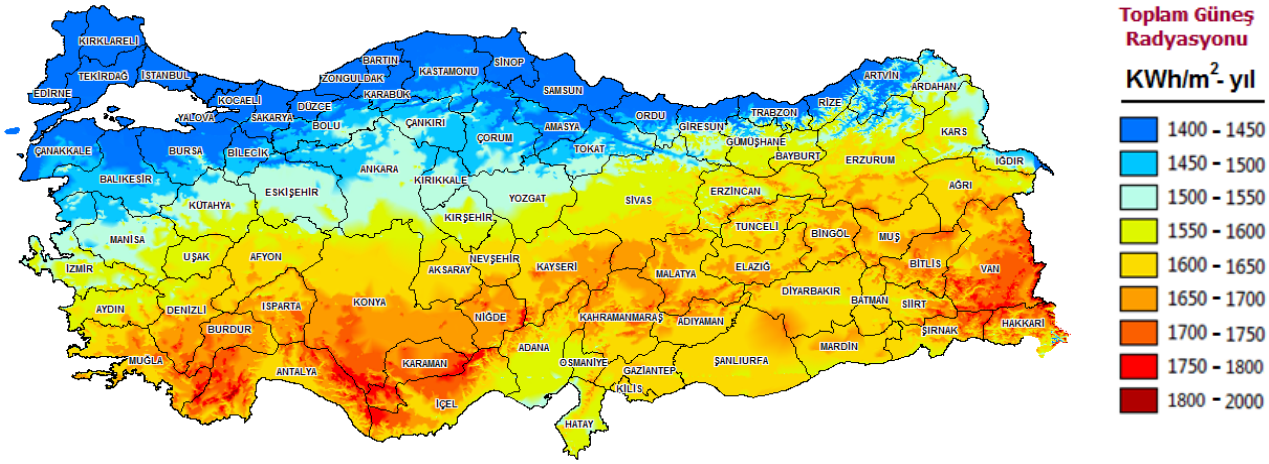
Günümüzde birçok enerji üretim yöntemi ve çeşitleri bulunmaktadır, küresel ısınma sebebiyle yenilebilir enerji kaynakları tercih sebebidir. Güneş enerjisi sistem kolaylığı ve pratikliği olarak günümüz konutlarına müstakil ve toplu yaşam yerleri olarak rahatlıkla uygulanabilmekte ve sıcak tatil bölgelerinde konaklama hizmetlerinin verildiği yerlerde su ısıtması ve elektrik tüketimi gibi unsurları azaltıp kar marjında yükselmeye gitmek için kullanılmaktadır. Bu sebepten dolayı güneş enerjisi kullanımı ve tüketimi başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere birçok ülkede kullanımı için teşvik ve özendirmeler bulunmaktadır.

Şekil 2:Enlem boylam haritası.

Güneş enerjisi genel olarak ismini güneşten gelen ışık ve ısından alır. Güneş ışınları rüzgâr enerjisi, biokütle enerjisi, gelgit dalga enerjisi ve hidroelektrik ile birlikte yenilebilir enerji kaynakları içerisinde büyük önem taşır. Dünyamıza güneş tarafından iletilen güneş enerjisi dünyamızın bir yıllık ihtiyacı olan enerjisine eş değer olmasına rağmen günümüzdeki enerji elde edilme yöntemleri ile güneşten bu enerjinin çok azını alabiliyoruz.

- Dünyada ürettiğimiz elektriği sağlayan bütün enerji santrallerimizin toplam gücü güneşten gelen saf güneş enerjisini sadece altmış bir bin de biri kadar dan dan daha da azdır.
- Güneşten dünyamıza gelen güneş enerjisi dünyada elektrik enerjisi üretmek için kullandığımız nükleer santrallerin gücünün beş yüz yirmi yedi bin katı kadardır.

Güneşin merkezindeki sıcaklığın $8000\ K\ ile\ 40000\ K$ arasında olduğu tahmin edilen güneşimizin yüzeyindeki tahmini sıcaklığı $6000\ K$ olduğu bilinmektedir. Merkezindeki bu yüksek sıcaklık nedeni ile saniyede $564\ ton$ hidrojeni $560\ ton$ helyuma çevirmekte olan güneş dünyamız ve biz insanlar için elzem önem taşımaktadır. Hidrojenden helyuma dönüşüm işlemi esnasında oluşan fark enerji dönüşümü işlemidir ve füzyon tepkimesidir. Güneş enerjisi güneşin açığa çıkardığı enerjidir ve güneşin çekirdeğinden meydana gelir. Güneş kendi yüzeyinden radyasyon gönderir ve bu yaklaşık olarak $175\ 000\ 000\ {}^{J}/_{s}$ dir. Yıllık güneşten gelen enerji miktarı metrekareye yaklaşık olarak $1367\ {}^{W}/_{m^2}$ dir. Yeryüzüne ulaşabilen enerji miktarı ise insan ihtiyacının yirmi bin "katı civarındadır.



Şekil 3: Güneş potansiyeli atlası..

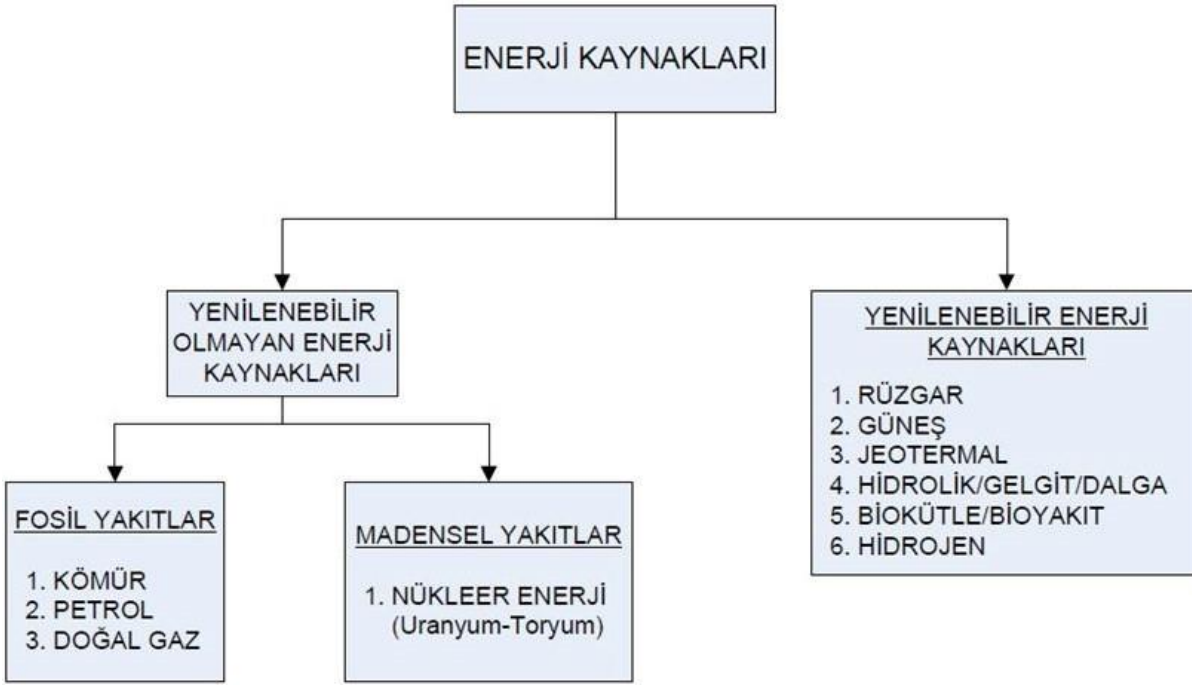
a) Güneş enerjisinin faydaları;

Güneş enerjisi diğer enerji üretim kaynaklarına oranla birçok avantajı bulunmaktadır bunlar sırası ile aşağıda maddelerle belirtildiği gibidir.

- Tükenmeyen enerji kaynağıdır.
- Temiz bir enerji türüdür.
- Ekonomik bunalımlardan etkilenmez.
- Çevresel uygulamalara elverişlidir.
- Karmaşık teknolojilere ihtiyaç duymaz.
- İşletme ve çalıştırma masrafları azdır.
- Enerji üretimi esnasında dışa dönük çevreye zararlı atıkları yoktur.

b)Kullanım alanları;

- Pasif sistemler
- Aktif sistemler
    - Elektrik enerjisi üretimi
- Isı enerjisi üretimi
- Düşük sıcaklık uygulamaları
    - Havuz ısıtması
    - Kullanım suyu ısıtması
    - Isıtma (kazan) desteği
- Yüksek sıcaklık uygulaması



Şekil 4:Enerji kaynaklarının sınıflandırılması.

Şekil 5: Sahandong güneş enerji santrali Çin.

Şekil 6 : Gut Erlaseee Solar Park Almanya 12MW gücünde.

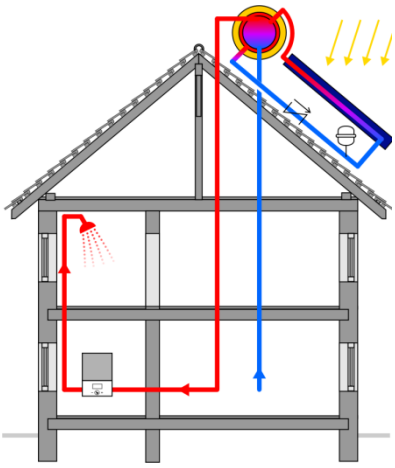
6. GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ

Türkiye de ve dünyada olmak üzerek günümüz kullanım sularını iklimlendirmek amacı ile güneş kolektörleri kullanılmaktadır. Bunlar tamamen güneşten aldıkları enerjiyi olabildiğince ısı enerjisine çevirerek insanların sıcak su ihtiyaçlarını karşılamak amaçlı kullanılmaktadır ve kendi içlerinde bu sistemler dört ana başlıkta toplanacak olurlarsa;

- Tabi dolaşımlı sistemler
- Pompalı sistemler
- Açık sistemler
- Kapalı sistemler

a) Tabii dolaşımlı sistemler;

Tabii dolaşımlı pompasız sistemler ısıyı transfer eden akışkanın kendiliğinden dolaşımı sağladığı sistemlerdir. Kolektöre iklimlenen sıvının yoğunluğunun azalması ve artması sebebiyle dolaşımı sağlayan sistemlerdir. Bu tür sistemlerde depo akışkan kolektöründen daha yukarda tasarlanırlar.



Şekil 7: Tabii dolaşım sistemi.

b) Pompalı sistemler;

Pompalı sistemler ısıyı transfer eden akışkanın bir pompa vasıtasıyla sistemde dolaştırıldığı sistemlerdir. Ayrıca deponun akışkan kolektöründen daha yukarda olma koşulu yoktur çünkü sistem bir sıvı dolaşımı veya benzeri bir pompa sistemiyle çalışmaktadır. Pompa çalışmasını düzenleme amacıyla bir denetleyici ile pompa hız kontrolü sıvı sıcaklığına göre pompa devri ayarlanır.

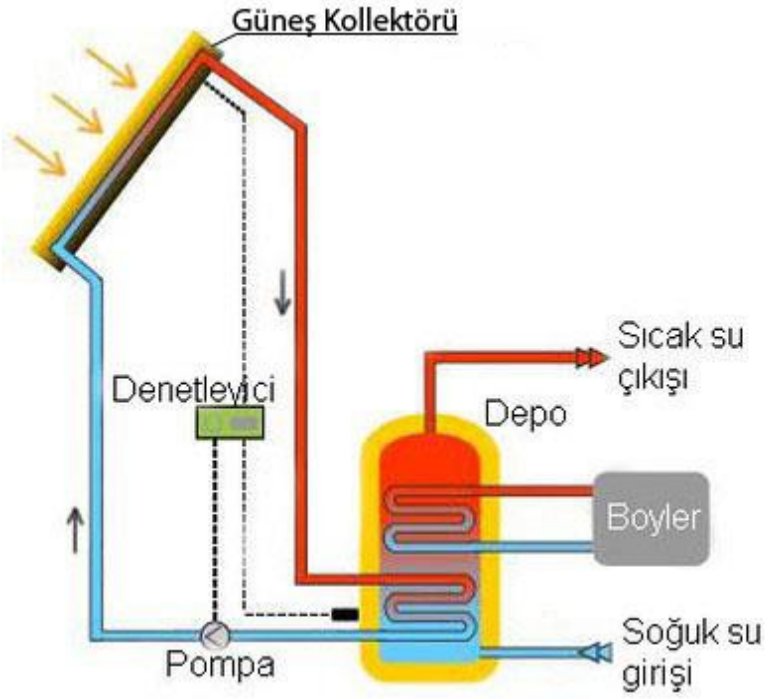
1. Avantajları

- Kış aylarında donmaya karşı akışkana antifriz takviyesiyle sistemdeki sıvının donması engellenir.
- Yüksek sıcaklıklar edinilebilir.
- Isı için uygun değer toplayıcıdan elde edilir.

- Sirkülasyon pompa yardımı ile gerçekleştiği için boru ve toplayıcılarda seçimin artması.
- Daha ince boru kullanımı ile ısı kaybında azalmalara gidilebilmesi.

2. Dezavantajları

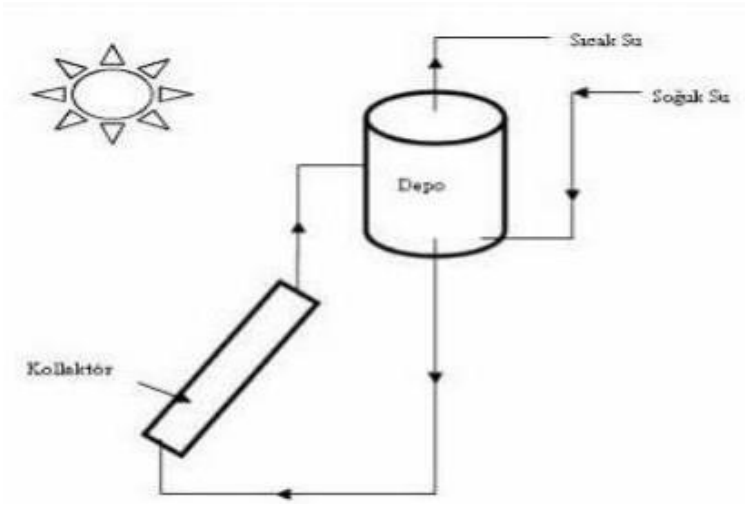
- Sistem daha karmaşık hale gelebilir.
- Pompa için elektrik gereksinimi ortaya çıkar (Güneş pili ile bu enerji tedarik edilebilir).
- Sistem kurulumu için artan maliyet.
- Gelen soğuk su depoya gönderilir.
- Pompa yardımıyla antifriz soğuk su toplayıcılara gönderirler.
- Mantık işlemlerini idare etmesi amacıyla bir denetleyiciye ihtiyaç vardır. Bu denetleyici pompanın hızını suyun sıcaklığına göre göre ayarlar.



Şekil 8: Pompalı sistemi.

c) Açık Sistemler;

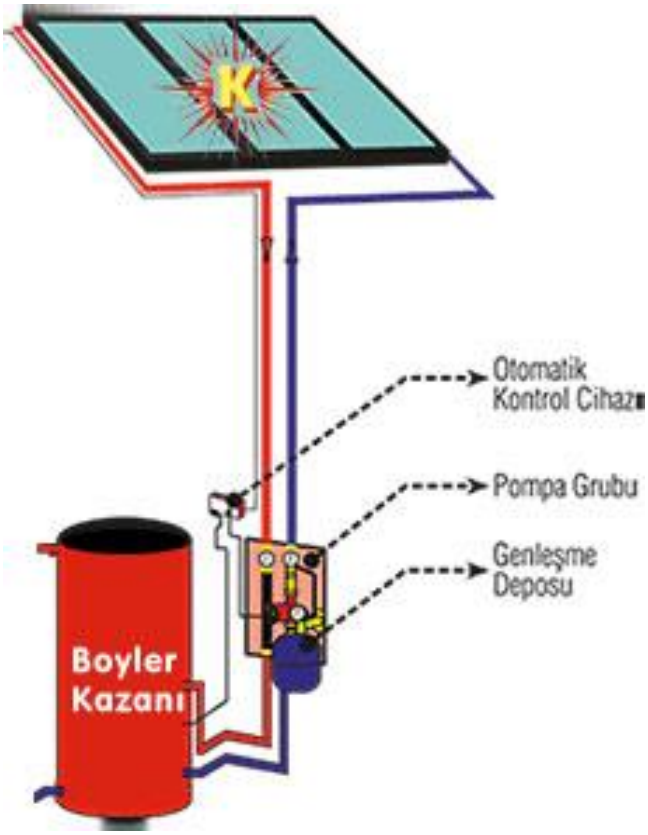
Kulanım suyu ile kolektörde güneş enerjisi ile ısınan suyun aynı olduğu sistemler açık sistemlerdir. Kapalı sistemlere oranla maliyeti daha ucuz ve uygulaması daha basittir. Suların temiz kireçsiz ve donma tehlikesinin daha az olduğu sıcak iklimin yoğun olduğu bölgelerde kullanılır.



Şekil 9 : Açık sistem (Eşanjör).

d) Kapalı sistemler;

Kullanım suyu ile ısınan suyun farklı olduğu sistemlerdir. Bu sistemlerde fazladan bir eşanjör kullanılarak güneşten enerjisini alarak ısınan suyun kullanım suyunu eşanjörler vasıtasıyla ısıttığı sistemlerdir.



Şekil 10: Kapalı sistem.

6.1. Optimum Kolektör Eğim Açısı (S)

- Yıllık uygun değer verim için

$$S = enlem \cdot 0.9$$

- Yedi aylık kış mevsimi için;

$$S = enlem + 15°$$

- Kış mevsiminde en soğuk üç ay için;

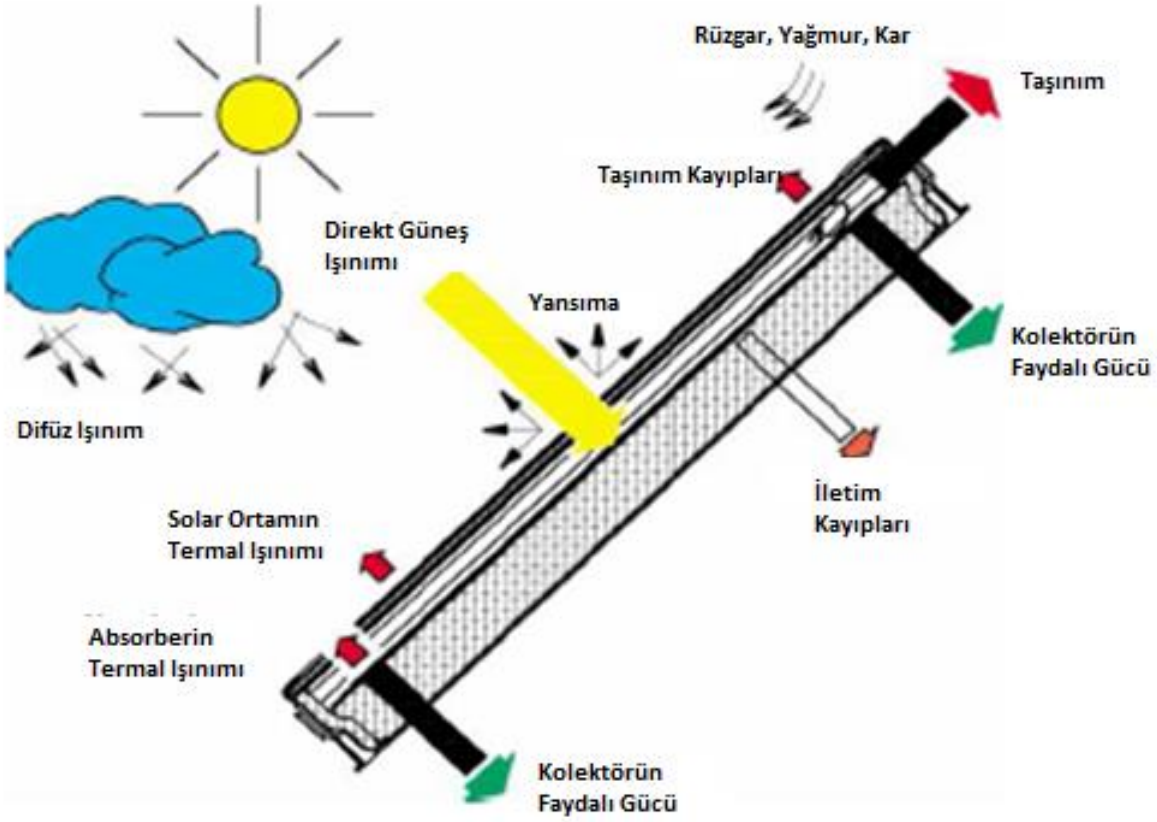
$$S = enlem + 25°$$

- Yaz mevsimi için;

$$S = enlem - 25°$$

Not; Enleme ilave edilen sayısal değerler Zenit açısı içindir. Bu açı kışın büyür yazın küçülür.

İdeal konumdan 15° lik sapma halinde enerji kayıp oranı 6% dır. Mimari ve diğer etkenler nedeniyle ideal açı uygulanmaz ise kayıpları büyük olmayacaktır.



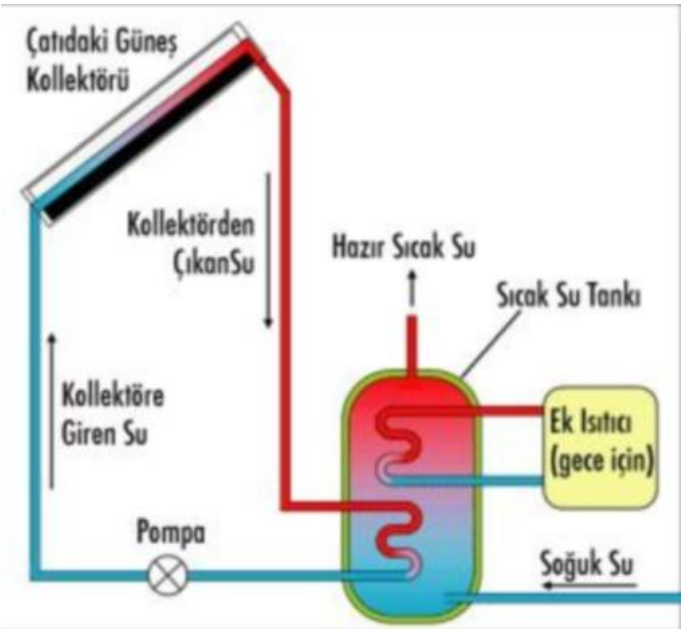
Şekil 11: Kollektör eğimi.

6.2. Güneş Kolektörleri Çeşitleri

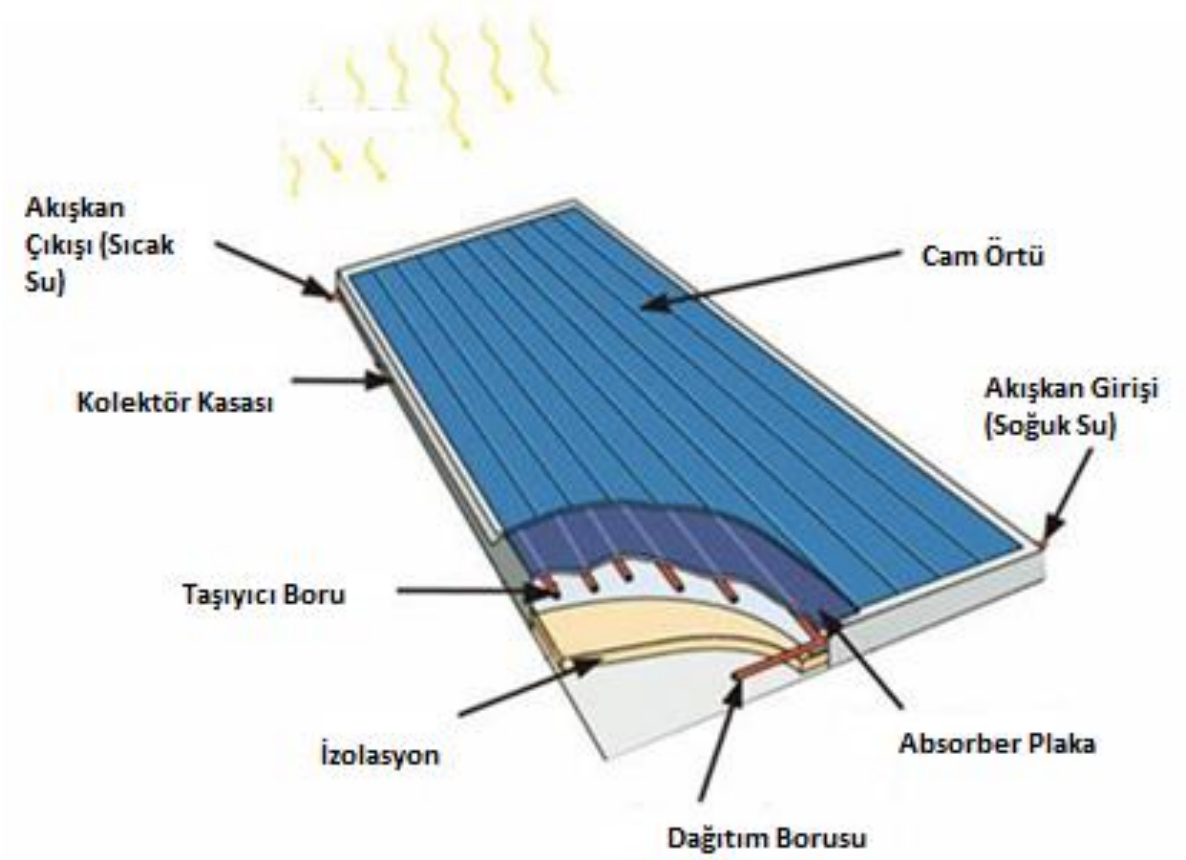
- Düzlemsel yüzeyli güneş kolektörleri
- Vakumlu güneş kolektörleri
- Odaklanmalı (yoğunlaştırıcı) güneş kolektörleri

a)Düzlemsel Yüzeyli güneş kolektörleri;

Güneşten aldığı enerjiyi bir araya toplayarak belli bir akışkana aktaran ısı eşanjörleridir. Günümüzde çoğunlukla sıcak su elde etme amacıyla kullanılır. Kullanım suyunu ortalama 70℃ *ile* 90℃ arasında ısıtabilmektedir.



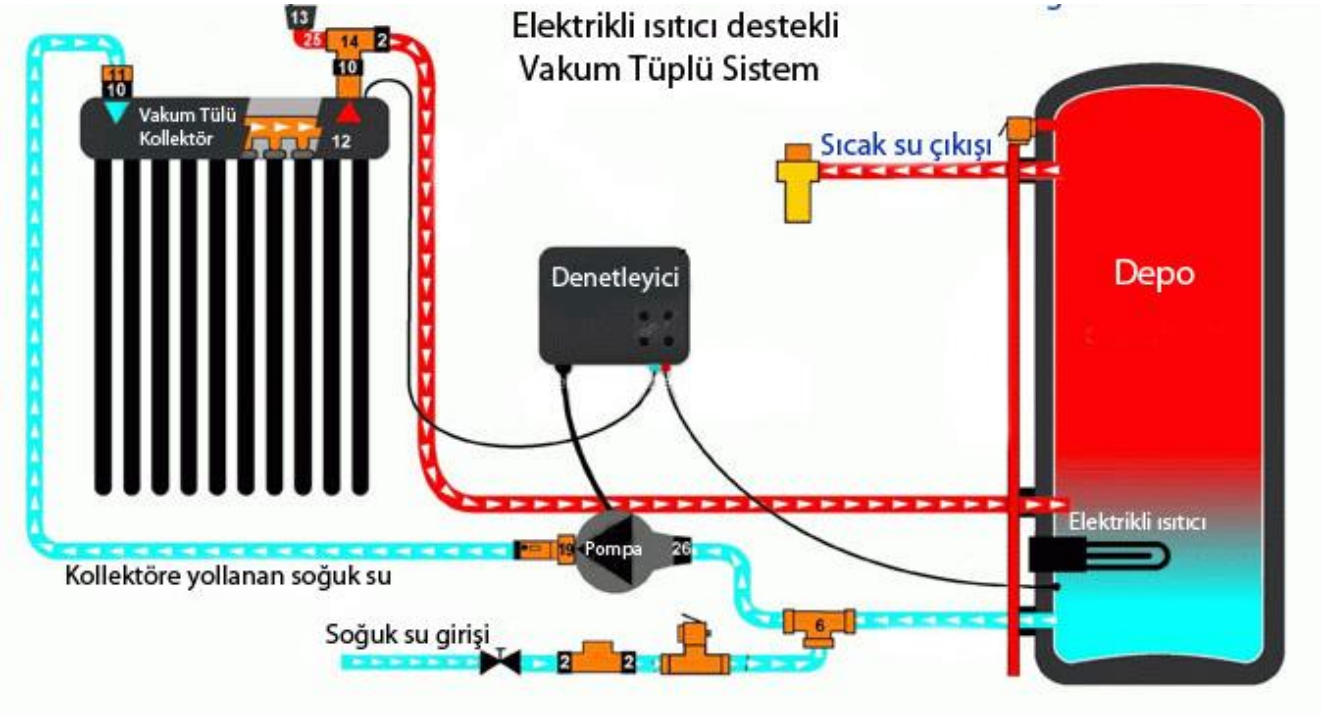
Şekil 12: Düzlemsel kollektör.



Şekil 13: Kollektörün kısımları.

b) Vakumlu Güneş kolektörleri;

Vakumlu tip güneş kolektörleri ısıtma oranı diğer kolektörlere oranla daha fazladır. Ayrıca kullanım suyunun hazırlandığı merkezi bina veya benzeri yerlerde absorbisyonlu soğutma sistemleri gibi geniş bir kullanım alanında daha faydalı olabilirler.



Şekil 14: Vakumlu güneş kollektörü.

Şekil 15: Dikey depolu güneş kollektörü.

Şekil 16: Yatay depolu güneş kollektörü.

c) Odaklanmalı güneş kolektörleri;

Odaklanmalı kolektörler temelde iki gruba ayrılırlar. Bunlar aşağıda sınıflandırıldığı gibi belli bir merkezde noktasal veya belli bir merkezde doğrusal olarak güneşten aldığı enerjiyi aktarılması istenilen akışkan veya benzeri cisimlere aktaran sistemlerdir.

- Doğrusal odaklanmalı
- Noktasal odaklanmalı

1. **Doğrusal odaklanmalı;**

Günümüzde bu tip güneş kolektörleri daha çok turbo jeneratör çevrimlerinde elektrik enerjisi üretimlerinde kullanılmaktadır. Temel teknoloji olarak akışkanın ışınım enerjisi ile $350°C\ ile\ 400°C$ civarında sıcaklıklar elde edilebilmektedir ve bu yolla elektrik üretimi mümkün kılınmaktadır.

Şekil 17: Doğrusal odaklanmalı güneş enerjisi sistemleri.

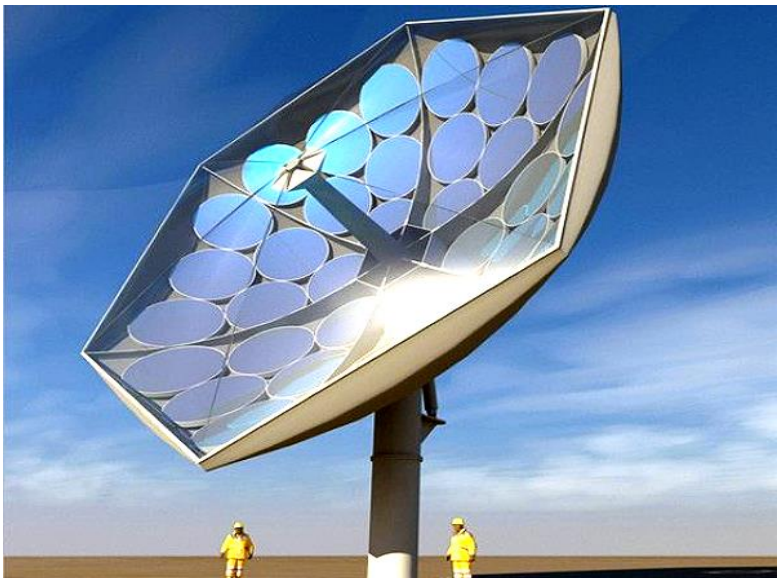
2. **Noktasal odaklanmalı;**

Noktasal odaklanmalı güneş kolektörleri sistem olarak büyük bir alana yerleştirilmiş bir dizi ayna yansıtıcının güneşten gelen ışınım enerjisini tek bir yere toplayarak kullanılması şeklidir. Temel olarak Heliostat adı verilen bu yüzlerce yansıtıcı, heliostat tesisinin merkezindeki kulenin tepesine odaklar ve elde edilen bu ısı enerjisinden elektrik enerjisi elde edilir.

Şekil 18: Noktasal odaklanmalı güneş kollektörleri.

6.3. Parabolik Çanak

Günümüzde bu tip sistemlerin kullanımı geniş bir alana ihtiyaç duyar. Parabolik çanaklar sistem olarak güneşten gelen ışınım enerjisini merkezlerindeki tek bir noktadaki motora yansıtarak içerilerindeki akışkanı ısıtarak veya direk ısı enerjisini elektrik enerjisine çevirerek kullanırlar.



Şekil 19: Parabolik çanak.

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi parabolik çanaklar iki eksende hareket ederek sürekli olarak güneşi takip edip tek bir noktada odaklarlar.

8.KULLANIM ALANLARI

Çağımızın olmazsa olmazı haline gelen güneş enerjisi kullanımı ve faydaları hemen hemen her geçen gün artmaktadır. Bunu takiben yenilenemez enerji kaynaklarının tükenme riski ve çevreye verdiği zararlar her geçen gün kendisini biraz daha belirginleşmektedir. Her geçen gün artarak ilerleyen güneş enerjisi kullanımı ve bu konudaki geliştirmeler güneş enerjisinin hayatımızdaki yerini daha da belirginleştirmektedir. Başlıca güneş enerjisi kullanım alanları günümüzde;

- **Uzay ve uydularda güneş enerjisi;** İnsanların uzaya gönderdikleri uzay araçlarındaki iletişimi ve bilgi alışverişi için kullanılan sinyallerin gönderilmesinde elektrik enerjisi yer almaktadır ve bu elektrik enerjisinin sağlanmasında güneş pillerinin uzay araçlarında kullanımı başı çekmektedir.
- **Acil telefon cihazları;** Bilindiği üzere acil telefon cihazları genellikle yol kenarlarında bulunan ve çok kullanılmayan cihazlardır bu cihazların kullanımı Amerika başta olmak üzere birçok ülkede 1970 yıllarında başlanmıştır.
- **Trafik lambaları ve İşaretçileri;** Günümüz dünyasında da birçok yerleşik şehirlerde sürekli artış gösteren trafik ve buna paralel olarak trafik lamba ve ihtiyaçları sürekli artış göstermekte ve bunlara duyulan enerji ihtiyacı da sürekli gerekmektedir. Trafik lamba ve işaretçileri için yeni uygulamalarda bir adet akü ve güneş pili ile çözüm yoluna gidilmiştir geceleri de kullanıma olanak sağlayan aküler ile bu uygulamanın sağlıklı olarak kullanımına olanak sağlamıştır.
- **Cep telefonu şarj cihazları;** Artan teknoloji ile kullandığımız cep telefonları opsiyonları artmakta ve buna müteakiben batarya şarjları hızla azalmaktadır. Güneş enerjinsin kullanımı ile gün içi güneşli saatlerde cep telefonlarını şarj etmek için güneş pilleri kullanımı başlamıştır.

- **Bahçe ve Yol aydınlatmaları;** Dış ortam aydınlatmaları bilindiği gibi günlük enerji tüketimin büyük bir kısmını almaktadır ve geceleri güneşsiz saatlerde insanların çalışma ve normal hayatlarına devam etmesi için aydınlatmanın önemi büyüktür. LED lambalarındaki gelişen teknoloji ile bu aydınlatma cihazlarında daha az enerji kullanım yöntemlerini beraberinde getirmiştir. Yeni tip LED aydınlatma ürünlerindeki tepelerindeki güneş pilleri ve içlerindeki bataryalar ile zaman ayarlı olarak kullanımına olanak sağlamış eve enerji tüketimine büyük ölçüde fayda sağlamıştır.
- **Sıcak su üretmek için;** Bu yöntem yıllardır kullanılmakta olan sistemlerin başını çekmektedir temel olarak güneş enerjisin düzlem yüzeyler üzerine etkimesiyle akışkanın ısıtılması yöntemidir, ayrıca diğer yöntemlere göre daha uygun fiyatlara yapılabilmektedir. Herhangi bir resmi prosedüre ihtiyacı yoktur.
- **Güneş ocakları için;** Güneş enerjisi kullanım alanları yemek pişirmede de yer almaktadır. Güneş ışınımından yararlanan güneş ocakları ile yemekler herhangi bir enerji maliyetine maruz kalmadan yapılabilmektedir. Sistem kolaylığı nedeniyle kendi güneş ocaklarımızı yapabiliriz evler için.
- **Soğuk su üretmek için;** Güneş enerjisi ile soğutma işlemimde mümkündür. Örneğin peltelerin kullanımıyla Rusya ilk uzay araçlarında güneş pilleri yerine petiler kullanmıştır uzayın karanlık ve aydınlık yüzeyi arasındaki ısı farkı ile bu cihazlar elektrik üretebilmektedir.
- **Güneş enerjili uçaklar;** Güneş enerjili uçaklar hali hazırda gündemde olan ve özellikle insansız uzaktan kumanda edilen uçaklar için alternatif batarya takviye sistemidir ve ayrıca günümüzde yeni sistem olup daha tam olarak hayata geçmeyen hem karada gidebilen hem de uçabilen bir araç modelinde kanatların güneşe bakan taraflarında kullanılmaktadır.
- **Elektriği olmayan evler için;** Güneş enerjisinin en yaygın kullanım alanlarından biri de evler için sıcak su ve elektrik üretimidir. Özellikle merkezi enerji üretim

- tesislerinde ki sarfiyatı azaltmak ve elektriğin ulaştırılamadığı kırsal bölgelerde elektriğin hayatımızdaki avantajlarını kullanmak için güneş pilleri kullanılmaktadır.
- **Tarımsal sulama;** Tarım arazileri kırsal bölgelerdedir ve elektriğe genellikle uzak kesimlerdir. Buraların sulanmasında eskiden beri akaryakıt ile çalışan pompa sistemleri veya taşıma su sistemleri kullanılmaktaydı. Fakat gelişen teknoloji ile birlikte güneş enerjinsin kullanımıyla elektrikli sistemlerin kullanımı başlamıştır ve tükenebilir kaynaklara başvuruların azalması sağlanmaya çalışılmaktadır.
- **Temiz su üretmek için;** Temiz su üretiminde bilindiği gibi arıtma sistemleri başı çekmektedir ve bu sistemler elektrik enerjisine ihtiyaç duymaktadır ve ayrıca suyu ısıtma yöntemiyle bazı basit materyallerden ayrıştırarak arıtmak mümkün olmaktadır.

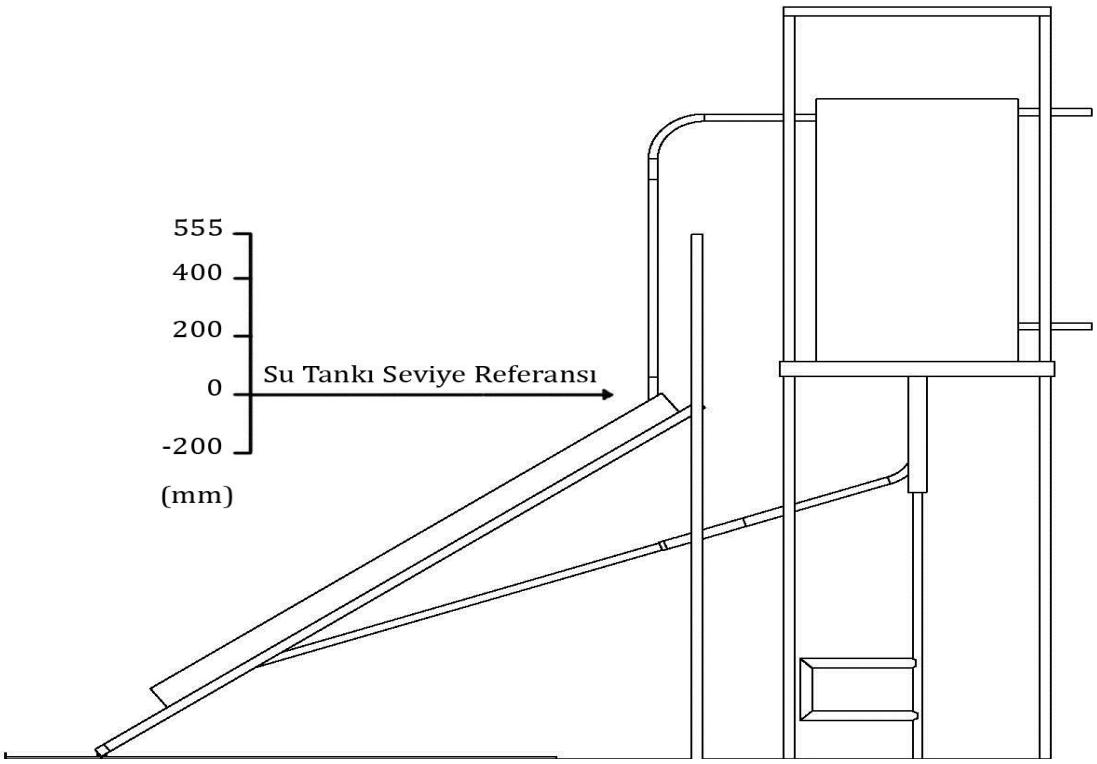
Genel olarak güneş enerjisi kullanım alanları bunlardır ve dahası eklenebilir. İlerleyen teknoloji ve zamanla geliştirilen yeni güneş enerjisinden faydalanma yöntemleri ile bunlar daha büyük yelpazede insanların hayatlarında yer alacaktır.

7. AMAÇ

Günümüzde Türkiye ve Kıbrıs'ta kullanılan güneş enerjisi sistemleri sabit açılı panel sistemleridir, su deposu panele sabit olarak kullanılır. Güneş enerjisi sistemlerinde mevsim yapısından dolayı kış aylarında tam verim alınamamaktadır ve verimi arttırmak için panelleri açılı tasarlayıp hareket kazandırılır, panellere kazandırılan bu hareket ile maksimum enerji verimi elde edilmesi amaçlanır.

Buna bağlı olarak, düzenekte 20°,30° ve 40° de ölçümler yapıldı. Yapılan ölçümlerden elde edilen verilerle ısıl verim farklılıkları hesaplandı ve en verimli açı değeri bulundu.

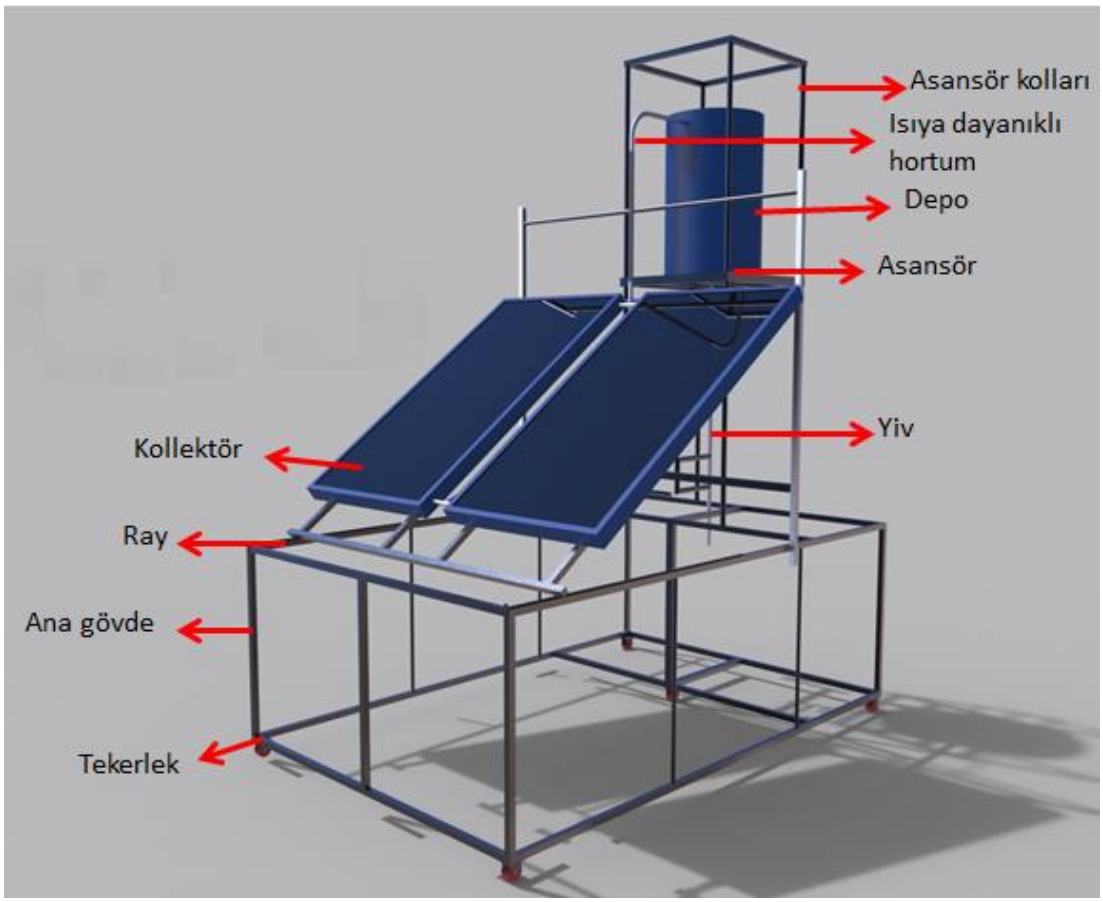
Bunun ile birlikte daha fazla verim elde etmek için panellerin hareketli olması yeterli olmayıp kazan ve kazanı taşıyan şasenin hareket etmesi sağlanmıştır ve bu amaç ile tasarlanan şase ile kazana yukarı ve aşağı doğru hareket kazandırmıştır. Bu tasarım ile maksimum verim elde edilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 20:Su deposu seviye referansı.

10. METOD

Bu projede karkas ve şasi bir önceki sene arkadaşlarımız tarafından tasarlanmış olup imalatı gerçekleştirilmiştir. Şase üzerindeki güneş standına Kıbrıs standartlarına uygun depo konulmuştur.



Şekil 21: Güneş standı.

Önceki senelerde yapılan bu tasarıma revizyonlar yapılmıştır ve depo üzerinde altı adet termokupl kanalı vardır. Termokupl' un amacı her katmanın ayrı ayrı sıcaklık değişimlerini anlık olarak gözlemlemek ve kayıt altına almaktır.

Bu projede güneş kolektörleri 20°,30°ve 40°'ye ayarlanarak kolektörler güneye bakacak şekilde ayarlanmıştır. Termokupl tipi 'T' dir ve kazandan veri almak için Ordel marka UDL 100 model veri ölçer kullanılmıştır. Bilgisayara kurulu olan Dali 08 isimli programla veri ölçerden bilgisayara veriler aktarılmıştır.

Yapılan testlerde en verimli yükseklik tespit edilmek istenmiştir. T tipi termokupl ile 9 ayrı noktadan sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Termokupllar aşağıdaki şekilde isimlendirilmiştir;

Termo1/1: Su tankının bir numaralı termokupl kanalı (yukarıdan aşağıya doğru sıralanmışlardır).

Termo 1/2: Su tankının iki numaralı termokupl kanalıdır.

Termo1/3: Su tankının üç numaralı termokupl kanalıdır.

Termo1/4: Su tankının dört numaralı termokupl kanalıdır.

Termo1/5: Su tankının beş numaralı termokupl kanalıdır.

Termo2/1: Su tankının altı numaralı termokupl kanalıdır.

Termo2/2: Dış ortam sıcaklığı ölçüm noktasıdır

Termo2/3: Kollektörlerden çıkan sıcak su ölçüm noktasıdır.

Termo2/4:Kollektörlere giren soğuk su ölçüm noktasıdır.

.

Şekil 22: Standın kolektörü.

Tablo 2 : Kolektörün özellikleri.

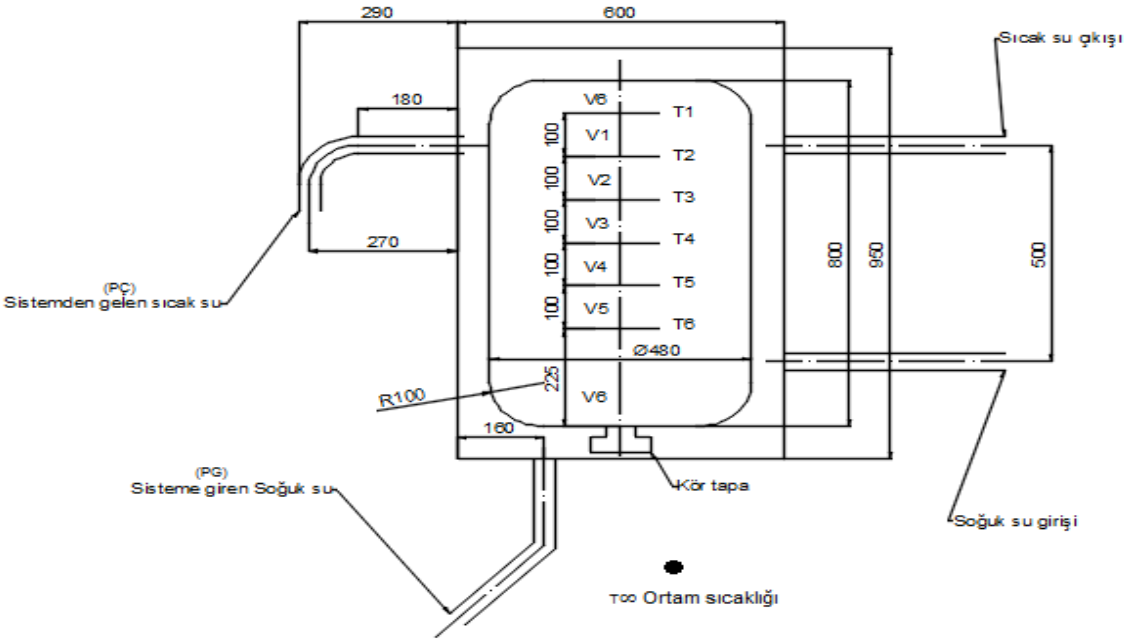
ADI	ÖLÇÜ VE BİRİMİ
Kolektör	$93cm \times 173cm \times 10cm$
Cam	$4mm\ (Temperli)$
İçyapı	$8\ adet\ galveniz\ boru$
Brüt alan	$1{,}60m^2$
Ağırlık	$44kg$
Çalışma Basıncı	$Max = 4bars$
Test Basıncı	$6\ bars$
Dış Kasa	$Elektrostatik\ toz\ boya$
Yalıtım	$Cam\ Yunu$
Akışkan Kapasitesi	$4{,}5lt$
Giriş Çıkış Çapı	1"

Şekil 23: Standart termosifon.

Tablo 3: Kazan özellikleri.

ADI	ÖLÇÜ VE BİRİMİ
Kazan Hacmi	$160\ lt$
Çap	$60cm$
Yükseklik	$95cm$
İç Hazne	$2{,}5mm\ galveniz\ sac$
Yalıtım	$Cam\ yunu$
Çalışma Basıncı	$Max = 3bar$
Test Basıncı	$6bar$
Kurulum Pozisyonu	$Dikey$
Kaotik Koruma	
Dış Kasa	$Elektrostatik\ Toz\ boya$

9.1. Sıcak Su Deposu Hacim Hesaplaması



Şekil 24: Kazanın ve termokupol aralıklarının teknık resimi.

Yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi ölçülere uygun şekilde hesaplamalar aşağıdaki gibi yapılmıştır.

$D = 480mm = 0.48m$ $\qquad$ $r = 240mm = 0.24m$

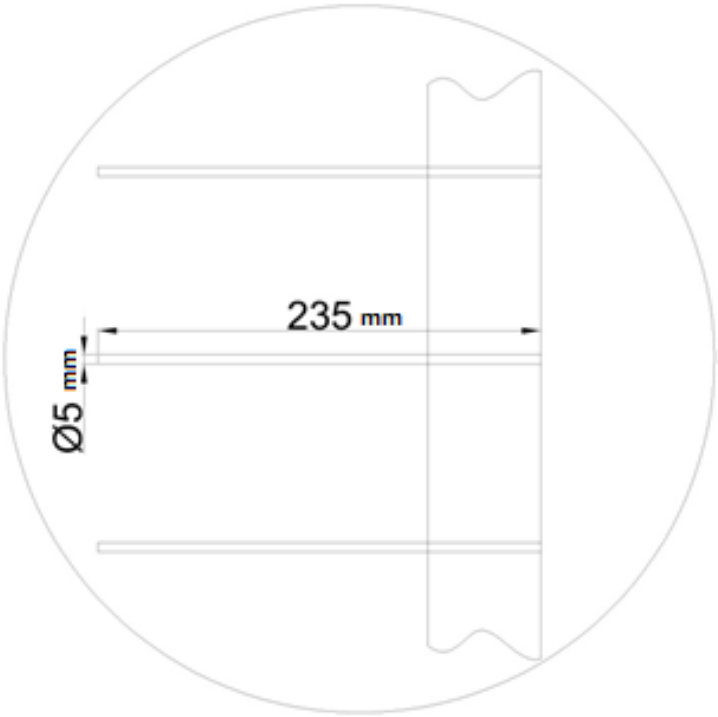
Yükseklikler	Hacimler
$h_1 = 105mm = 0.105m$	$V_1 = \pi \cdot (0.24m)^2 \cdot (0.105m) = 0.02m^3$
$h_2 = 95mm = 0.095m$	$V_2 = \pi \cdot (0.24m)^2 \cdot (0.095m) = 0.017m^3$
$h_3 = 95mm = 0.095m$	$V_3 = \pi \cdot (0.24m)^2 \cdot (0.095m) = 0.017m^3$
$h_4 = 90mm = 0.090m$	$V_4 = \pi \cdot (0.24m)^2 \cdot (0.090m) = 0.016m^3$
$h_5 = 85mm = 0.085m$	$V_5 = \pi \cdot (0.24m)^2 \cdot (0.085m) = 0.015m^3$

$$V_H = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = (0.02 + 0.17 + 0.17 + 0.016 + 0.015)m^3 = 0.085m^3$$

$$V_H = 85\ Lt\ V_6 = \frac{V_T - V_H}{2} = \frac{160-85}{2} = 37.5\ Lt$$

9.2. Termokupl

Isı değişimlerinin ölçümü ve bu ısı farklarının ölçülmesi günümüzde önemli bir yer kazanmıştır. Isı transferi tamamen fizik temelli bir konudur. Belli bir mekanizma üzerinde ısı, birçok parçayı etkilediği için ölçülmesi ve buna göre gerekli hesap ve koşulları yerine getirilmesi gereken önemli bir değişkendir. Aşağıda şekildeki gibi termokupl kanalları kazana hazırlanmış, derinlik ve çap ölçüsünü detaylı olarak sunmuştur.



Şekil 25: Termokupl delikleri için çap ve boy ölçüsü.

Ayrıca bu projede T tipi termokupl kullanılmıştır ve özellikleri bakır-konstantat ölçüm değer aralıkları ise $-200°C\ ile\ 350°C$ arasındadır son olarak algılama hassasiyeti ise $43\mu C/°C$ dir.

Tablo 4: T tipi Termokupl özellikleri.

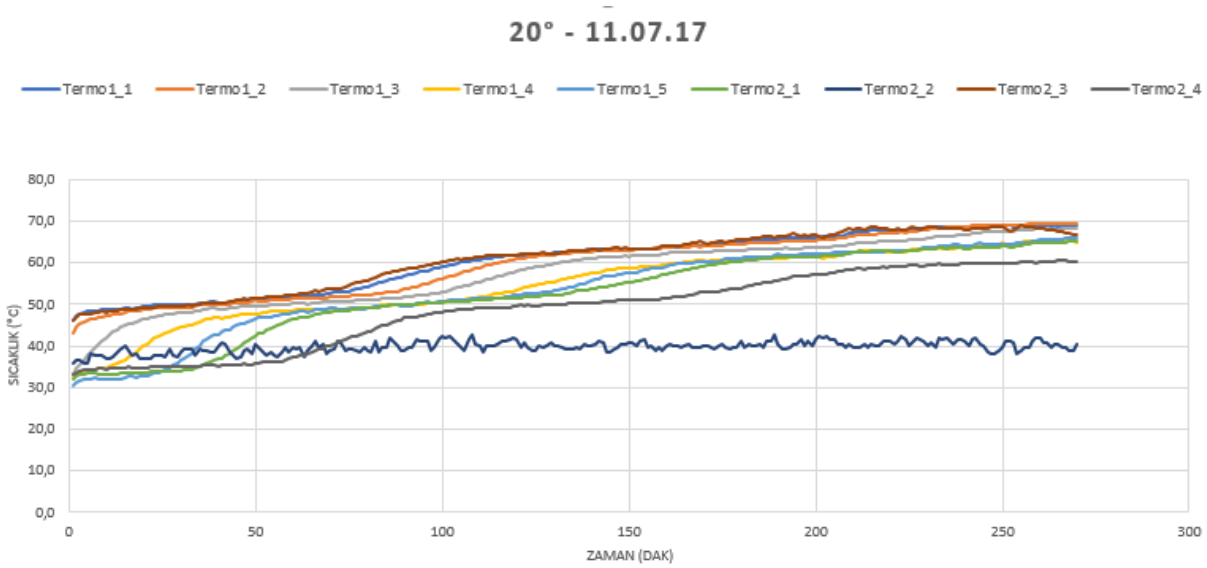
Termokupl	Maksimum sıcaklık	Üst limit	Pozitif Kenar	Negatif Kenar
$\boldsymbol{Cu - Con\ (T)}$	350°C	400°C	$Kahverengi$	$Beyaz$

9. DENEY AŞAMALARI

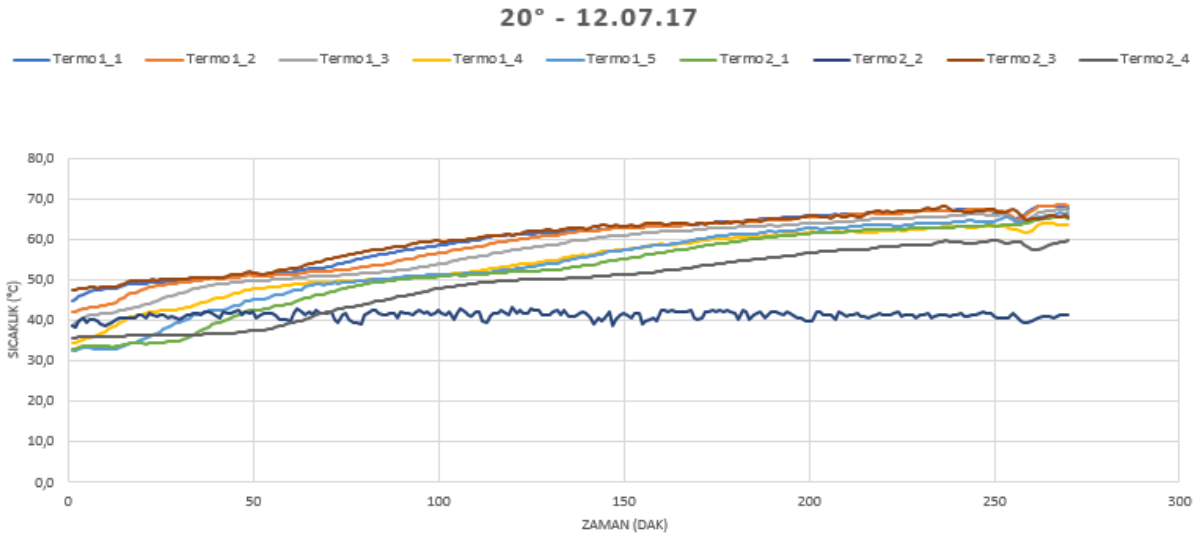
Projenin deneylerine başlanması 11.07.2017, 12.07.2017, 13.07.2017, 14.07.2017, 15.07.2017 ve 16.07.2017 tarihlerinde saat 12:30-17:00 aralığında yapılmıştır.

- Sistemdeki suyun tamamen boşaltılması.
- Kazana şebeke suyunun doldurulması.
- Başlangıç su sıcaklığı ort. 33℃.
- Güneş kolektörlerinin yönlerinin güneye ayarlanması.
- Güneş kolektörleri açıları 20°, 30°, 40° ayarlanması.
- Güneş ışığının güneş panellerinin tümüne nüfus etmesi saat 12:30.
- Termokupl uçlarının izole bant ile bağlantı çubuklarından izole edilmesi.
- Termokupollar arasındaki hassasiyet ±0.1℃ olarak ayarlanması.

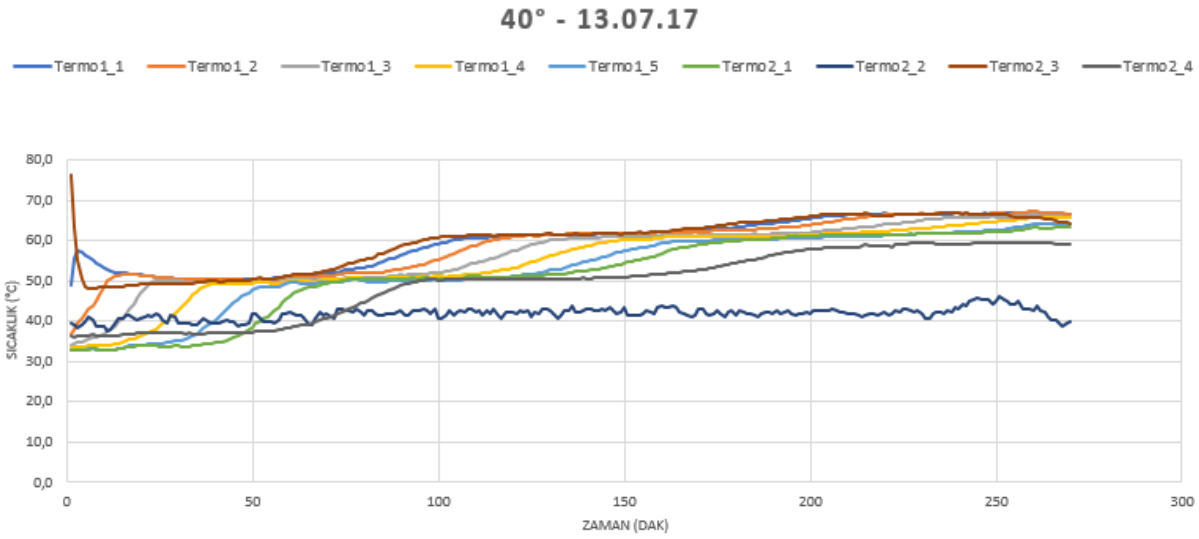
Ölçüm cihazına göre her dakika için termokupl uçlarının ölçtüğü sıcaklık ölçüm grafiği sırasıyla aşağıdaki gibidir.



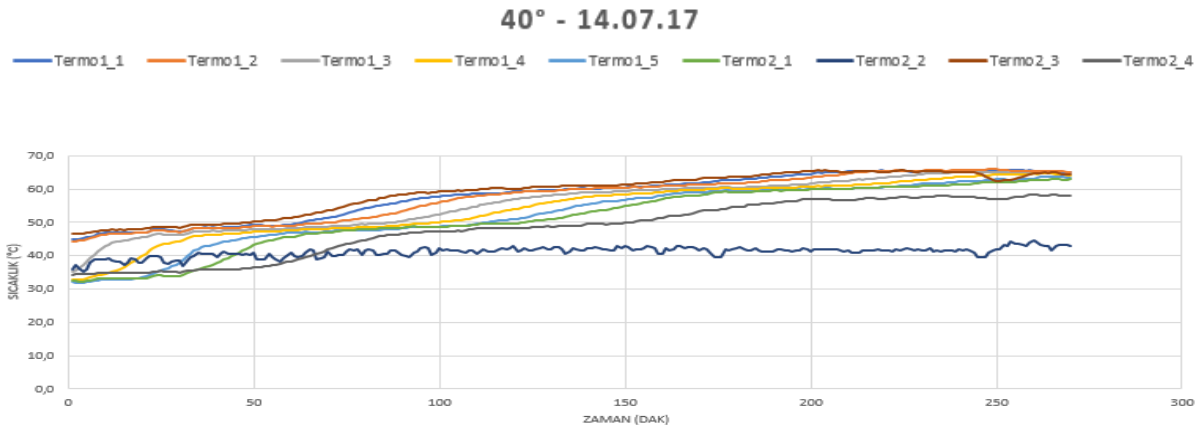
Şekil 26: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 11/07/2017



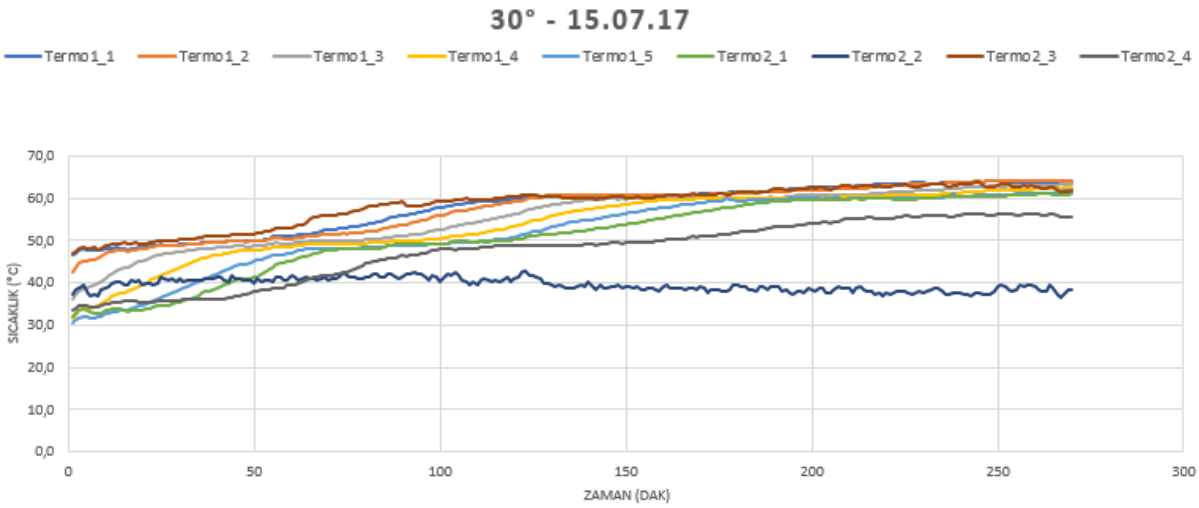
Şekil 27: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 12/07/2017



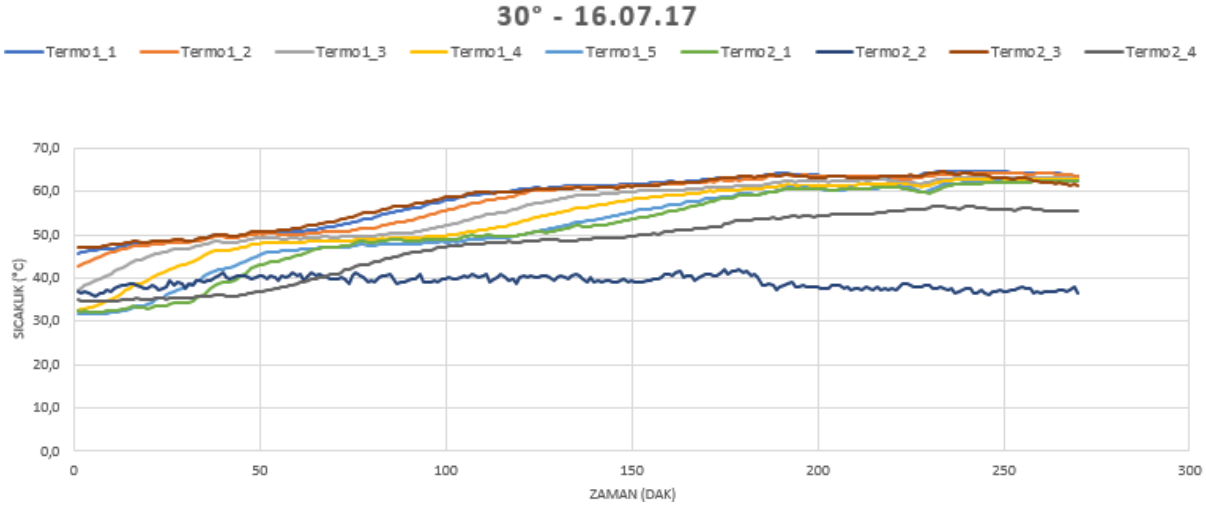
Şekil 28: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 13/07/2017.



Şekil 29: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 14/07/2017.



Şekil 30: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 15/07/2017.



Şekil 31: Termokupl ucu ölçüm sıcaklığı 16/07/2017.

10.1 Örnek Hesaplama

11/07/2017 tarihli 20° test verilerinin sonuçlarına göre depo içi ısıl değişimin hesabı:

$Q = (\rho \times \mathrm{V}) \times Cp \times \Delta T$ $\rho = 4.1813$ kJ/kg.°C

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
m	20kg	17kg	17kg	16kg	15kg	37.5kg
T (min)	46.1	43.2	33.3	32.6	30.5	31.9
T (max)	69.2	69.6	68.4	64.9	66.1	65.3

T1 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.002m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (69.2-46.1)°C = 193.11kj

T2 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (69.6-43.2)°C = 187.44kj

T3 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (68.4-33.3)°C = 249.49kj

T4 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0016m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (64.9-32.6)°C = 216.08kj

T5 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0015m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (66.1-30.5)°C = 223.28kj

T6 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.00375m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (65.3-31.9)°C = 523.70kj

Q_{Ort}= 265.51 kJ

12/07/2017 tarihli 20° test verilerinin sonuçlarına göre depo içi ısıl değişimin hesabı:

$Q = (\rho \times \mathrm{V}) \times Cp \times \Delta T$ $\rho = 4.1813$ kJ/kg.°C

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
v	20kg	17kg	17kg	16kg	15kg	37.5kg
T (min)	45.2	42.5	39.4	35.1	33.3	35.3
T (max)	67.8	68.1	67.3	64.2	66.5	66.7

T1 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.002m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (67.8-45.2)°C = 188.99kj

T2 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (68.1-42.5)°C = 214.08kj

T3 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (67.3-39.4)°C = 233.31kj

T4 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0016m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (64.2-35.1)°C = 243.35kj

T5 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0015m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (66.5-33.3)°C = 277.63kj

T6 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.00375m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (66.7-35.3)°C = 262.58kj

Q_{Ort}= 236.65 kJ

13/07/2017 tarihli 40° test verilerinin sonuçlarına göre depo içi ısıl değişimin hesabı:

$Q = (\rho \times \mathrm{V}) \times Cp \times \Delta T$ $\rho = 4.1813$ kJ/kg.°C

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
m	20kg	17kg	17kg	16kg	15kg	37.5kg
T (min)	48.9	37.1	34.7	34	33.4	34.9
T (max)	66.8	66.7	66.5	65.9	64.2	64.6

T1 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.002m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (66.8-48.9)°C = 149.46kj

T2 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (66.7-37.1)°C = 210.40kj

T3 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (66.5-34.7)°C = 226.04kj

T4 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0016m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (65.9-34)°C = 213.41kj

T5 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0015m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (64.2-33.4)°C = 193.17kj

T6 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.00375m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (64.6-34.9)°C = 465.69kj

Q_{Ort}= 243.02 kJ

14/07/2017 tarihli 40° test verilerinin sonuçlarına göre depo içi ısıl değişimin hesabı:

$Q = (\rho \times \mathrm{V}) \times Cp \times \Delta T$ $\rho = 4.1813$ kJ/kg.°C

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
m	20kg	17kg	17kg	16kg	15kg	37.5kg
T (min)	45.3	44.6	35.7	33.6	32.7	34.5
T (max)	65.7	65.6	65.3	64.6	63.7	64.1

T1 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.002m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (65.7-45.3)°C = 170.59kj

T2 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (69.6-43.2)°C = 149.27kj

T3 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (68.4-33.3)°C = 249.42kj

T4 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0016m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (64.9-32.6)°C = 216.08kj

T5 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0015m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (66.1-30.5)°C = 223.28kj

T6 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.00375m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (65.3-31.9)°C = 523.70kj

Q_{Ort}= 255.39 kJ

15/07/2017 tarihli 30° test verilerinin sonuçlarına göre depo içi ısıl değişimin hesabı:

$Q = (\rho \times \mathrm{V}) \times Cp \times \Delta T$ $\rho = 4.1813$ kJ/kg.°C

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
m	20kg	17kg	17kg	16kg	15kg	37.5kg
T (min)	46.6	42.7	36.9	32.6	31.4	34.3
T (max)	64	63.9	63.5	63.5	61.7	62.3

T1 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.002m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (64-46.6)°C = 145.50kj

T2 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (63.9-42.7)°C = 150.69kj

T3 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (63.5-36.9)°C = 189.07kj

T4 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0016m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (63.5-32.6)°C = 206.72kj

T5 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0015m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (61.7-31.4)°C = 190.04kj

T6 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.00375m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (62.3-34.3)°C = 439.03kj

Q_{Ort}= 219.34 kJ

16/07/2017 tarihli 30° test verilerinin sonuçlarına göre depo içi ısıl değişimin hesabı:

$Q = (\rho \times \mathrm{V}) \times Cp \times \Delta T$ $\rho = 4.1813$ kJ/kg.°C

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
m	20kg	17kg	17kg	16kg	15kg	37.5kg
T (min)	46	43	37.9	33.3	32.4	34.5
T (max)	64.6	64	63.5	62.9	62.3	63.7

T1 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.002m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (64.6-46)°C = 151.94kj

T2 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (64-43)°C = 149.27kj

T3 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0017m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (63.5-37.9)°C = 181.97kj

T4 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0016m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (62.9-33.3)°C = 198.02kj

T5 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.0015m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (62.3-32.4)°C = 187.53kj

T6 için;

$Q = (1000kg/m^3 \times 0.00375m^3) \times 4.1813$ kJ/kg.°C × (63.7-34.5)°C = 457.85kj

Q_{Ort}= 221.09 kJ

10. SICAK SU DEPOSUNUN HESABI

1. Zorlanmış Taşınım;

$$\rho = 1.204\, {}^{kg}/_{m^3} \qquad Cp = 1007\, {}^{J}/_{kg \cdot K}$$

$$k = 0.025\, {}^{W}/_{m \cdot K} \qquad \mu = 1.825 \times 10^{-5}\, {}^{kg}/_{m \cdot s}$$

$$v = 1.516 \times 10^{-5}\, {}^{m^2}/_{s} \qquad Pr = 0.73$$

$$D = 0.55m$$

Kıbrıs için yıllık ortalama rüzgâr hızı $2\, {}^{m}/_{s}$ olarak alınmıştır.

$$Re = \frac{V \cdot D}{v} = \frac{2\, {}^{m}/_{s} \cdot 0.55m}{1.516 \times 10^{-5}\, {}^{m^2}/_{s}} = 72.5 \times 10^3$$

$$Nu = 0.027 \cdot Re^{0.805} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} = Nu = 0.27 \cdot (725000)^{0.805} \cdot 0.73^{\frac{1}{3}} = 198.78$$

$$Nu = \frac{h \cdot D}{k} = h = \frac{Nu \cdot k}{D} = \frac{198.78 \cdot 0.025\, {}^{W}/_{m \cdot K}}{0.55m} = 9.035\, {}^{W}/_{m^2 \cdot K}$$

2. Isı transfer hesabı;

$Ts = 38.7°C$	$T_\infty = 20°C$
$k_1 = k_3 = 54\, {}^{W}/_{m \cdot K}$	$k_2 = 0.036\, {}^{W}/_{m \cdot K}$

$$\frac{1}{U \cdot A} = \frac{1}{h \cdot A} + \frac{\ln\left(\frac{r_4}{r_3}\right)}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot l} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot l} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot l}$$

$$\frac{1}{U \cdot A} = \frac{1}{9.035\, {}^{W}/_{m^2 \cdot K} \cdot 3.14 \cdot 0.55m \cdot 0.5m} + \frac{\ln\left(\frac{275}{274.5}\right)}{2 \cdot 3.14 \cdot 54\, {}^{W}/_{m \cdot K} \cdot 0.5m} + \frac{\ln\left(\frac{274.5}{242.5}\right)}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.036\, {}^{W}/_{m \cdot K} \cdot 0.5m} + \frac{\ln\left(\frac{242.5}{240}\right)}{2 \cdot 3.14 \cdot 54\, {}^{W}/_{m \cdot K} \cdot 0.5m}$$

$$\frac{1}{U \cdot A} = 0.84\, {}^{W}/_{°C}$$

$$q = U \cdot A \cdot \Delta T = 0.84\, {}^{W}/_{°C} \cdot (38.7°C - 20°C) = 15.71W$$

10.1 Sıcak su Deposunun Ortalama Enerji Kaybı;

1. **Her saat dilimindeki enerji kaybı;**

Depodaki T_1 den T_6 e kadar bütün durumların ortalama hesaplamaları aşağıdaki tablodaki gibidir

Tablo 5 : Deponun ortalama sıcaklıkları.

Saat	Durum 1	Durum 2	Durum 3	Durum 4	Durum 5	Ortalama Sıcaklık
12:30	46.3	45.2	48.9	33.3	34.2	41.58
13:30	52	52	50.1	48.6	49.2	50.38
14:30	61.7	61	54.7	53.2	55.4	57.2
15:30	64.9	64.4	61.5	60.8	62.3	62.78
16:30	68.2	67.1	65.2	62.8	61.5	64.96
17:00	68.9	67.8	66	62.7	63	65.68

- 12:30-13:30 (Yüzde Enerji Kaybı)

$$\partial Q = (\rho \cdot V) \cdot Cp \cdot \Delta T_m = \left(998\, {}^{kg}/_{m^3} \cdot 0.16m^3\right) \cdot 4180\, {}^{J}/_{kg \cdot K} \cdot 8.8℃ = 52247.47\text{W}$$

$$Kayıp\ \% = \frac{15.71W}{52247.47W} = 0.0300\%$$

$$\partial Q = (\rho \cdot V) \cdot Cp \cdot \Delta T_m = \left(998\, {}^{kg}/_{m^3} \cdot 0.16m^3\right) \cdot 4180\, {}^{J}/_{kg \cdot K} \cdot 6.82℃ = 51880.36\text{W}$$

$$Kayıp\ \% = \frac{15.71W}{51880.36\text{W}} = 0.0302\%$$

$$\partial Q = (\rho \cdot V) \cdot Cp \cdot \Delta T_m = \left(998\, {}^{kg}/_{m^3} \cdot 0.16m^3\right) \cdot 4180\, {}^{J}/_{kg \cdot K} \cdot 5.58℃ = 51650.46\text{W}$$

$$Kayıp\ \% = \frac{15.71W}{51650.46\text{W}} = 0.0304\%$$

$$\partial Q = (\rho \cdot V) \cdot Cp \cdot \Delta T_m = \left(998\ {}^{kg}/_{m^3} \cdot 0.16m^3\right) \cdot 4180\ {}^{J}/_{kg\ .\ K} \cdot 2.18℃ = 51020.08\text{W}$$

$$Kayıp\ \% = \frac{15.71W}{51020.08\text{W}} = 0.0307\%$$

$$\partial Q = (\rho \cdot V) \cdot Cp \cdot \Delta T_m = \left(998\ {}^{kg}/_{m^3} \cdot 0.16m^3\right) \cdot 4180\ {}^{J}/_{kg\ .\ K} \cdot 0.72℃ = 50749.39\text{W}$$

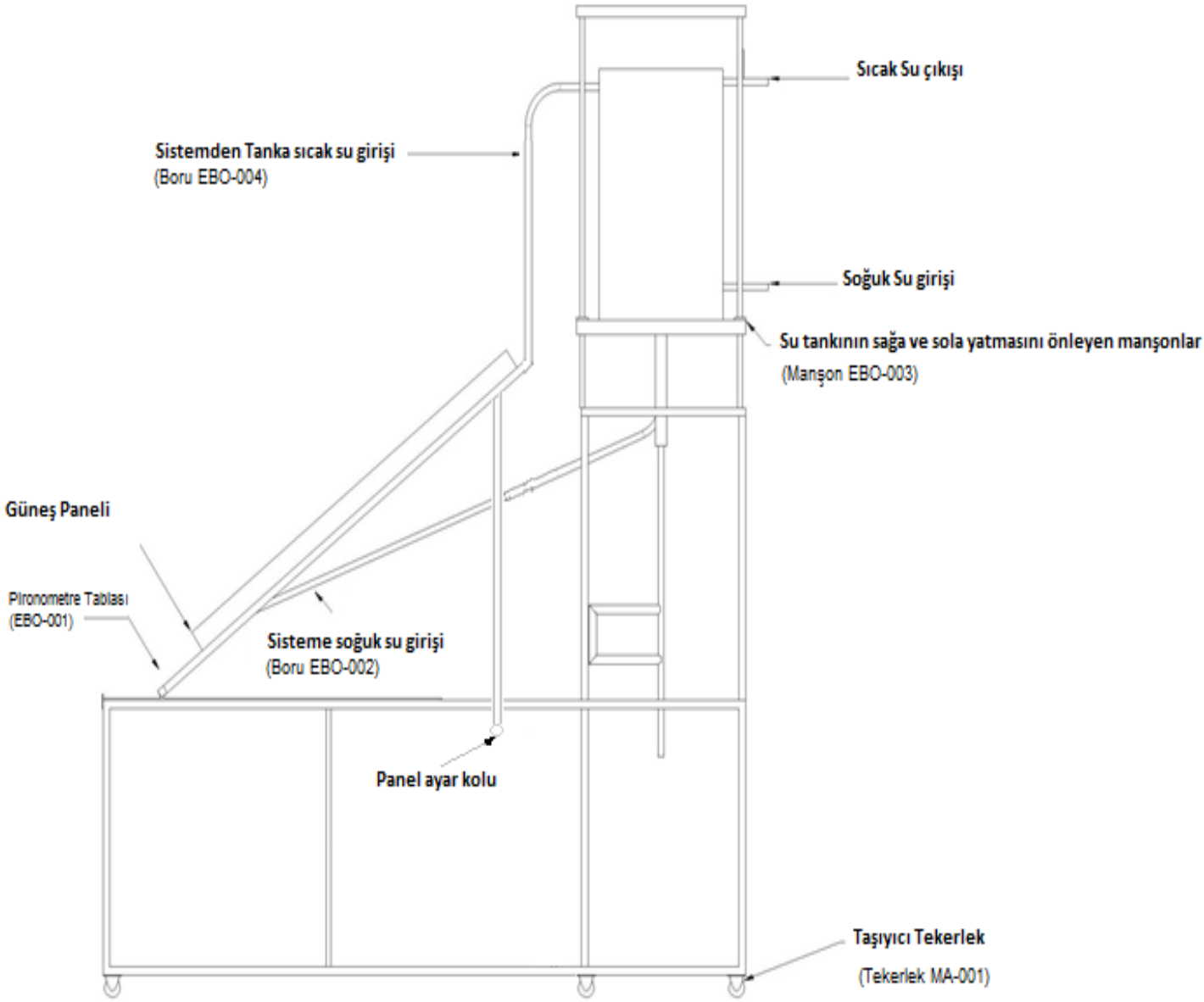
$$Kayıp\ \% = \frac{15.71W}{50749.39\text{W}} = 0.0309\%$$

Tablo 6 : Sıcak su deposunun ortalama enerji kaybı.

Kayıp	**12:30 13:30**	**13:30 14:30**	**14:30 15:30**	**15:30 16:30**	**16:30 17:00**
%	0.0300%	0.0302%	0.0304%	0.0307%	0.0309%

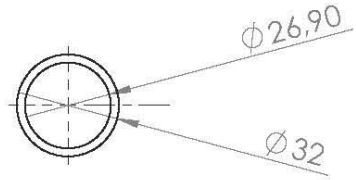
Ortalama toplam kayıp $\frac{00300\%+0.0302\%+0.0304\%+0.0307\%+0.0309\%}{5} = 0.0304\%$

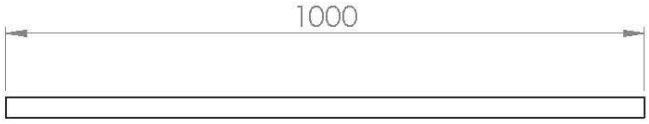
11.ÇİZİMLER



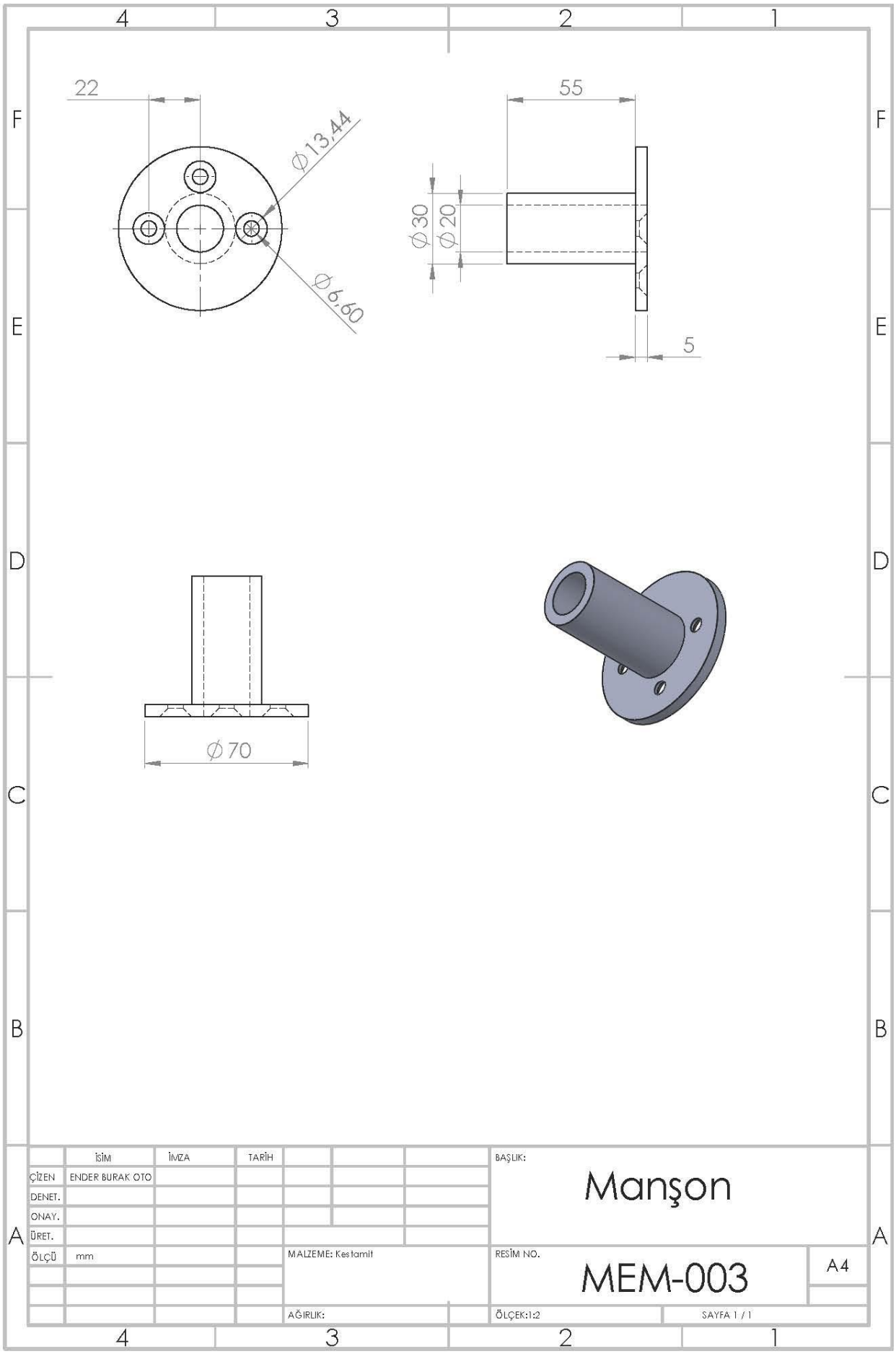
Şekil 32: Standın bölümleri.

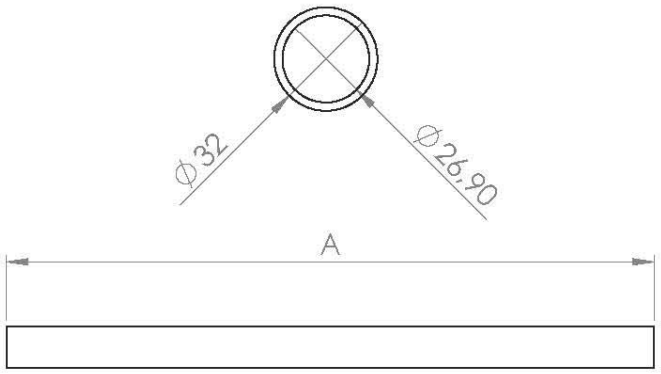
EK-A ÇİZİMLER

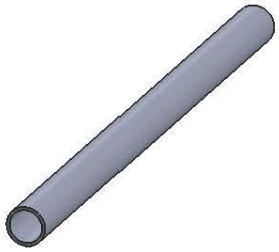




	İSİM	İMZA	TARİH				BAŞLIK: Isıya Dayanıklı Boru
ÇİZEN	ENDER BURAK OTO						
DENET.	Murat ATEŞ						
ONAY.							
ÜRET.							
ÖLÇÜ	mm			MALZEME: PLASTİK			RESİM NO. MEM-002
							A4
				AĞIRLIK:			ÖLÇEK:1:10 SAYFA 1 / 1


22
55
Ø13,44
Ø6,60
Ø30
Ø20
5
Ø70
İSİM
İMZA
TARİH
ÇİZEN
ENDER BURAK OTO
DENET.
ONAY.
ÜRET.
ÖLÇÜ
mm
MALZEME: Kestamit
AĞIRLIK:
BAŞLIK:
Manşon
RESİM NO.
MEM-003
A4
ÖLÇEK:1:2
SAYFA 1 / 1





Gün	(A) Uzunluk(mm)	Tank yüksekliği (mm)
31/05/2017	600	555
02/06/2017	500	400
04/06/2017	400	200
06/06/2017	300	0
07/07/2017	200	-200

	İSİM	İMZA	TARİH
ÇİZEN	ENDER BURAK OTO		
DENET.	Murat ATEŞ		
ONAY.			
ÜRET.			
ÖLÇÜ	mm		

MALZEME: Plastik

AĞIRLIK:

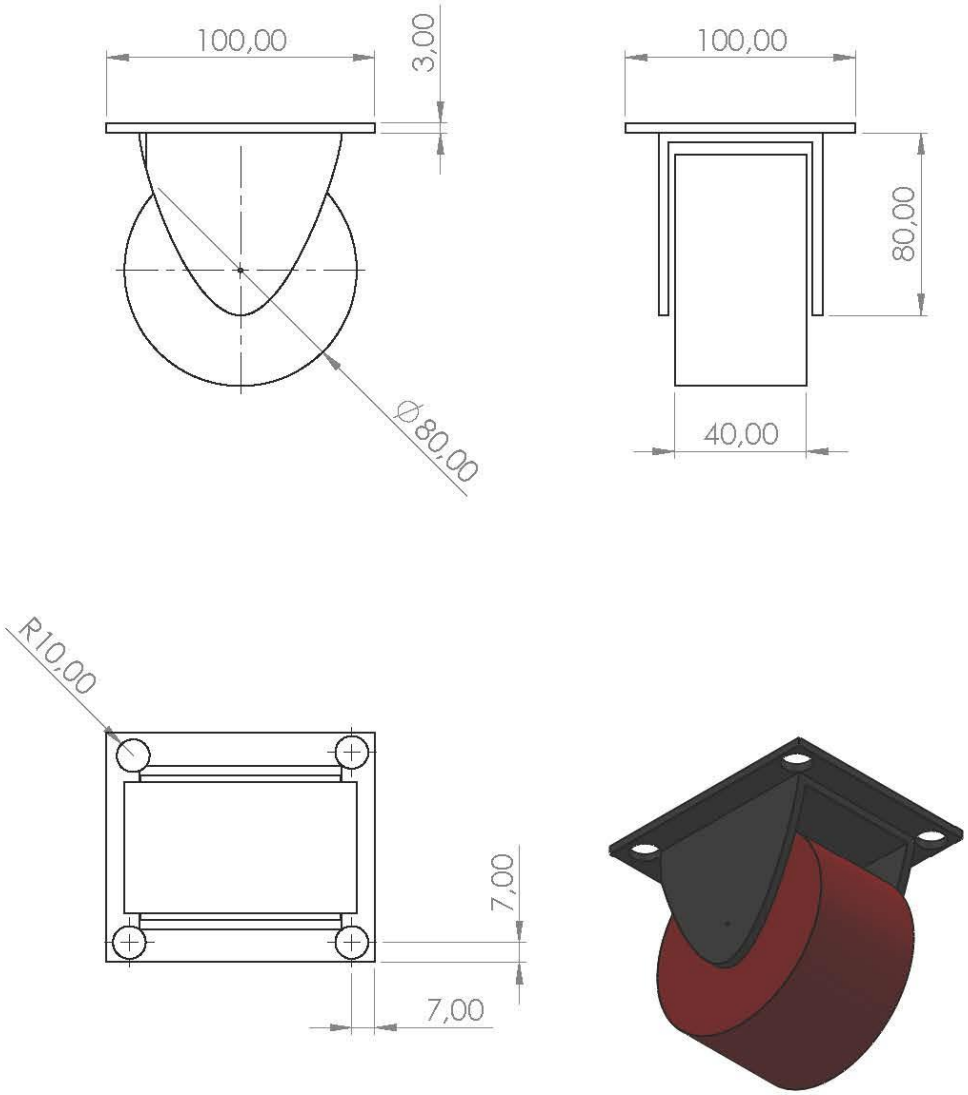
BAŞLIK: Isıya Dayanıklı Boru

RESİM NO. MEM-004

A4

ÖLÇEK:1:5

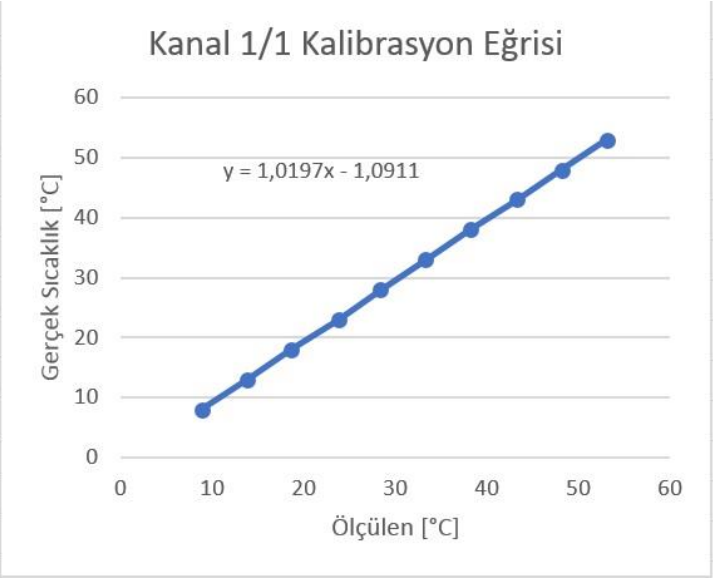
SAYFA 1 / 1



	İSİM	İMZA	TARİH				BAŞLIK: Tekerlek
ÇİZEN	Murat ATEŞ						
DENET.	ENDER BURAK OTO						
ONAY.							
ÜRET.							
ÖLÇÜ	mm			MALZEME: ST-37 metal ve Kestamid			RESİM NO. MEM-005 A4
				AĞIRLIK:			ÖLÇEK:1:2 SAYFA 1 / 1

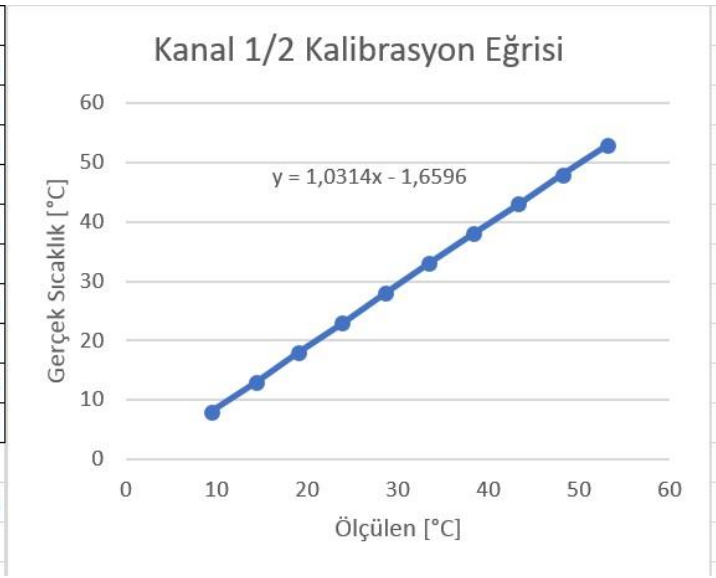
EK-B KALİBRASYON EĞRİLERİ

Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	8,9	8
2	13,9	13
3	18,7	18
4	23,8	23
5	28,4	28
6	33,3	33
7	38,2	38
8	43,3	43
9	48,2	48
10	53,1	53
Ortam	28,2	28



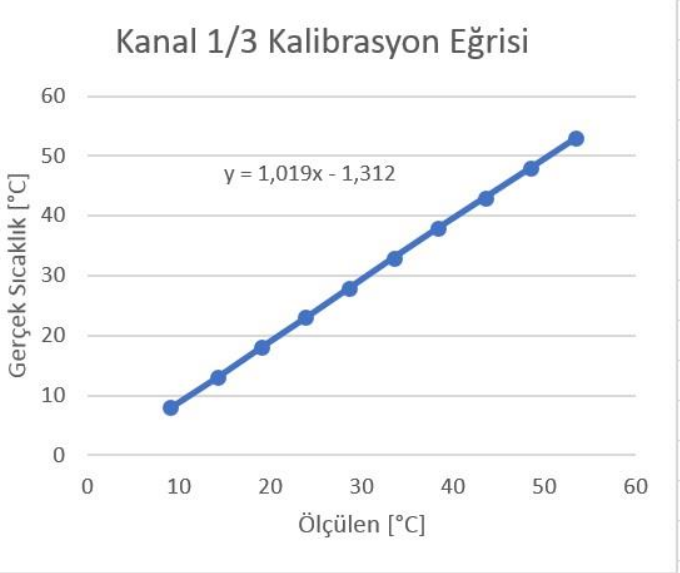
Şekil 34: Kanal 1/1 kalibrasyon eğrisi
Kanal 1/1: Su tankının 1 numaralı termokupl kanalı

Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	9,4	8
2	14,4	13
3	19,1	18
4	23,9	23
5	28,6	28
6	33,4	33
7	38,3	38
8	43,3	43
9	48,2	48
10	53,2	53
Ortam	28,2	28



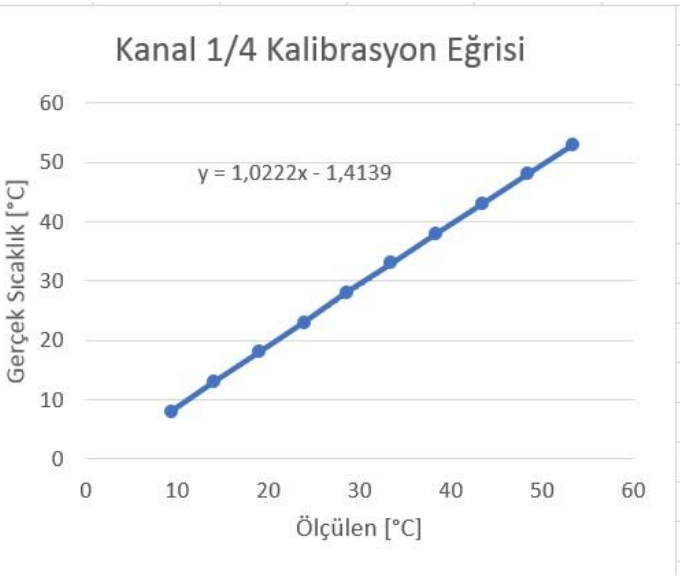
Şekil 35: Kanal 1/2 kalibrasyon eğrisi
Kanal 1/2: Su tankının 2 numaralı termokupl kanalı

Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	9,1	8
2	14,2	13
3	19	18
4	23,9	23
5	28,7	28
6	33,5	33
7	38,4	38
8	43,5	43
9	48,5	48
10	53,4	53
Ortam	28,3	28



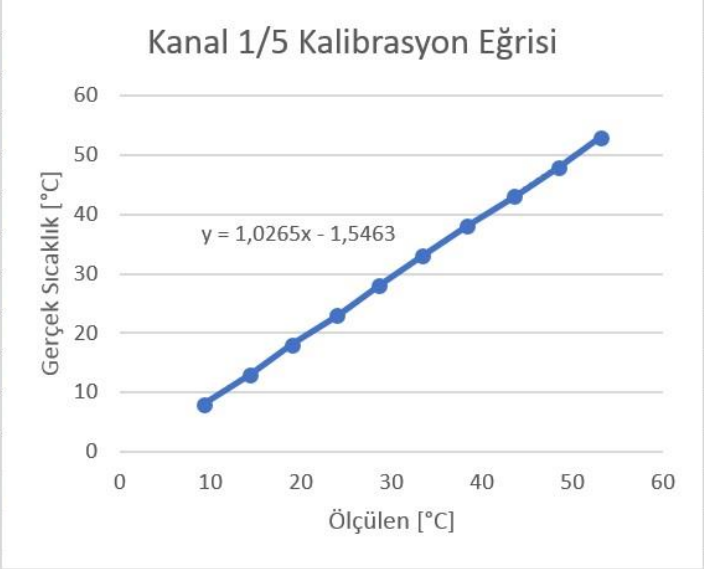
Şekil 36: Kanal 1/3 kalibrasyon eğrisi
Kanal 1/3: Su tankının 3 numaralı termokupl kanalı

Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	9,4	8
2	14,1	13
3	19	18
4	23,9	23
5	28,6	28
6	33,5	33
7	38,4	38
8	43,5	43
9	48,4	48
10	53,4	53
Ortam	28,3	28



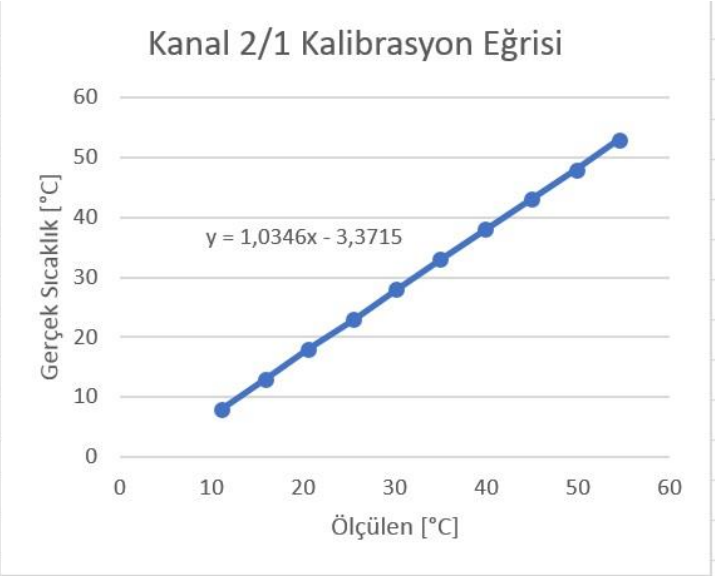
Şekil 37: Kanal 1/4 kalibrasyon eğrisi
Kanal 1/4: Su tankının 4 numaralı termokupl kanalı

Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	9,3	8
2	14,4	13
3	19	18
4	24	23
5	28,6	28
6	33,4	33
7	38,3	38
8	43,6	43
9	48,5	48
10	53,1	53
Ortam	28,3	28



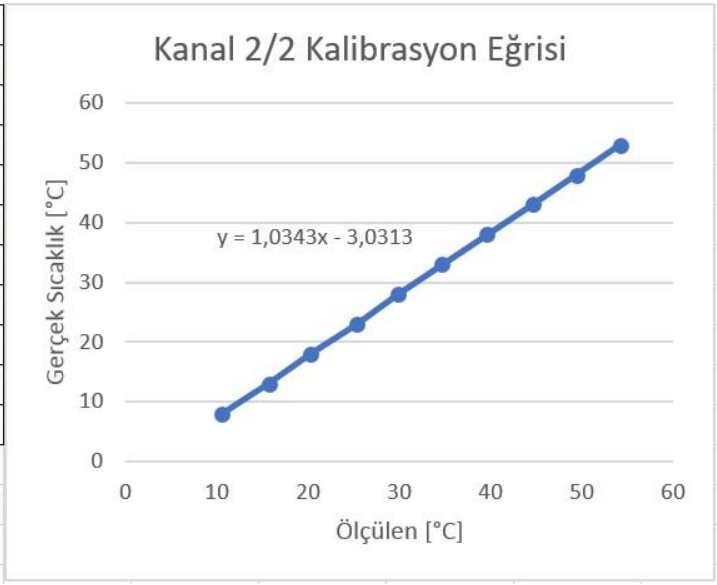
Şekil 38: Kanal 1/5 kalibrasyon eğrisi
Kanal 1/5: Su tankının 5 numaralı termokupl kanalı

Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	11,1	8
2	15,9	13
3	20,6	18
4	25,5	23
5	30,2	28
6	35	33
7	39,9	38
8	44,9	43
9	49,8	48
10	54,5	53
Ortam	29,8	28



Şekil 39 : Kanal 2/1 kalibrasyon eğrisi
Kanal 2/1: Su tankının 6 numaralı termokupl kanalı

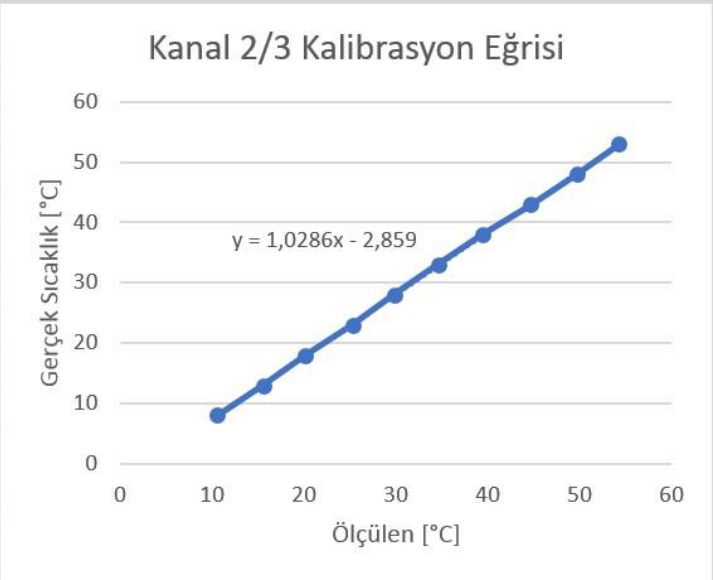
Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	10,6	8
2	15,7	13
3	20,3	18
4	25,3	23
5	29,8	28
6	34,7	33
7	39,6	38
8	44,6	43
9	49,4	48
10	54,2	53
Ortam	29,6	28



Şekil 40: Kanal 2/2 kalibrasyon eğrisi

Kanal 2/2:Ortam sıcaklığı

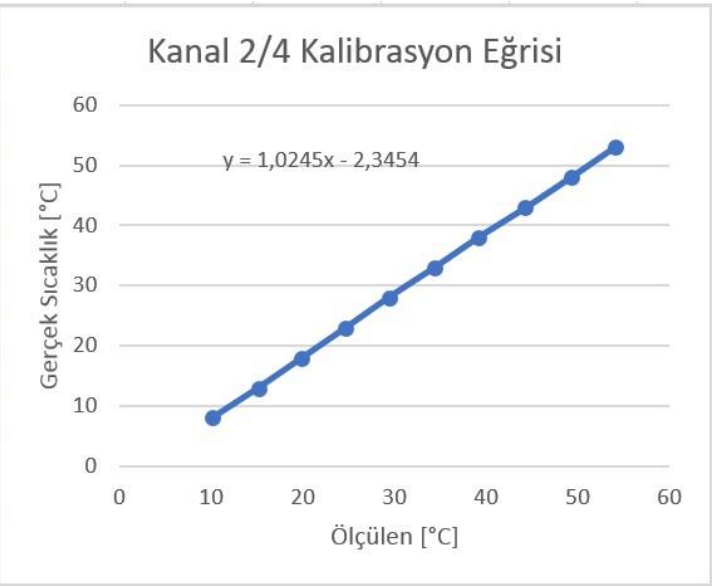
Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	10,6	8
2	15,6	13
3	20,2	18
4	25,3	23
5	29,8	28
6	34,6	33
7	39,5	38
8	44,7	43
9	49,7	48
10	54,3	53
Ortam	29,5	28



Şekil 41: Kanal 2/3 kalibrasyon eğrisi

Kanal 2/3: Kollektörden çıkan sıcak su ölçüm noktası

Sıra	Ölçülen	Gerçek (Termometre)
1	10,1	8
2	15,2	13
3	19,9	18
4	24,7	23
5	29,4	28
6	34,4	33
7	39,2	38
8	44,3	43
9	49,3	48
10	54,1	53
Ortam	29,2	28



Şekil 42: Kanal 2/4 kalibrasyon eğrisi
Kanal 2/4: Kollektöre giren soğuk su ölçüm noktası

13.SONUÇ

- Test düzeneği farklı açılarda sağlıklı deneyler yapılabilecek hale getirildi.
- 3 farklı kollektör açısında deney yapıldı.
- 20°,30°,40° kollektör açılarında istenilen çalışma şekli gözlendi.
- En yüksek verim 20°, en düşük verim 40° kollektör açısında kaydedildi.
- Verimi etkileyen faktörler sabitlenemediğinden kesin bir sonuç çıkarmak mümkün değildir. Ayrıca yapılan kalibrasyon çalışmaları sonucunda gerçek değerler ve termokupllardan ölçülen değerler arasındaki fark en az indirgenmeye çalışılmıştır, fakat yine de hata payının olduğu ve bu hata payının sonuçlara yansıdığı göz ardı edilmemelidir.
- Projemiz sayesinde takım çalışmasının bireysel çalışmaya göre daha faydalı olduğunu ve sorumluluk üstlenmenin önemini anladık.

14. SİSTEM PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1. Güneş ışınımı.
2. Kolektör yönü ve açısı.
3. Kolektör yüzey temizliği.
4. Depo yüksekliği.
5. Dış ortam sıcaklığı.
6. Sistem su sıcaklığı ve debisi.
7. Deneylerde piranometre ve debimetre ölçümleri yapılmalı ve performans değerlendirmesi çok değişkenli olarak incelemelidir.
8. C_p & ro(işareti) ile değişimleri göz önünde olabilir.
9. Rüzgar

15.KAYNAKÇA

1. http://www.gunessistemleri.com/tarihsel.php
2. www.yildiz.edu.tr/~kvarinca/Dosyalar/Yayinlar/yayin008.pdf
3. http://www.nukte.org/node/163
4. http://www.normenerji.com.tr/menu_detay.asp?id=6672
5. http://kktcmeteor.org/meteorolojikbilgi/kibris-iklimi
6. https://tr.wikipedia.org/wiki/Kuzey_K%C4%B1br%C4%B1s_T%C3%BCrk_Cumhuriyeti
7. https://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir_enerji
8. https://cografyabilim.wordpress.com/tag/turkiye-haritasi-enlem-boylam/
9. http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/gunes.aspx
10. http://www.enerjibes.com/enerji-kaynaklari/
11. http://enerjienstitusu.com/2017/05/25/cin-dunyanin-en-buyuk-yuzen-gunes-enerjisi-santralini-kurdu/
12. http://www.solon.com/us/15th-anniversary/timelinearticle.html
13. http://www.gunessistemleri.com/zorlanmis.php
14. http://www.gunessistemleri.com/img/?DD
15. https://www.emaze.com/@ATWOWQLF/SOLAR-KOLLEKT%C3%96R
16. www1.mmo.org.tr/resimler/dosya.../d19584e72de3105_ek.pdf
17. http://gunesenerjisi.uzerine.com/index.jsp?objid=653
18. http://www.alternaturk.org/gunes-enerjisi-kullanim-alanlari.php