

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

TERMOELEKTRİK DÖNÜŞTÜRÜCÜ KULLANIMIYLA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN
ELEKTRİK ÜRETİMİ TASARIMI

MM 4006 BİTİRME PROJESİ

Alper BALCIOĞLU

Mahmut Nedim ÖZBAY

Umut Çağatay ELGAY

Zeki Batuhan YAKUT

HAZİRAN 2021

TRABZON

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

TERMÖELEKTRİK DÖNÜŞTÜRÜCÜ KULLANIMIYLA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN
ELEKTRİK ÜRETİMİ TASARIMI

Alper BALCIOĞLU
Mahmut Nedim ÖZBAY
Umut Çağatay ELGAY
Zeki Batuhan YAKUT

Danışman: Prof. Dr. Ali Can DALOĞLU

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

HAZİRAN 2021
TRABZON

ÖNSÖZ

Bitirme projemizin tamamında bize yön veren ve desteğini esirgemeyen, kendisini örnek aldığımız çok değerli hocamız Sayın Prof. Dr. Ali Can DALOĞLU'na teşekkür ederiz.

Alper BALCIOĞLU

Mahmut Nedim ÖZBAY

Umut Çağatay ELGAY

Zeki Batuhan YAKUT

Trabzon 2021

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar	IX
SEMBOLLER DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Taraması.....	2
1.2.1. Güneş Enerjisi.....	3
1.2.2. Fresnel Mercekler.....	4
1.2.3. Termoelektrik Olay.....	5
1.2.3.1. Seebeck Etkisi.....	6
1.2.3.2. Peltier Etkisi.....	7
1.2.3.3. Thomson Etkisi.....	8
1.3. Amaç Ve Kapsam.....	8
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Mühendislik Hesaplamaları Teg Sistem Hesaplamaları.....	9
2.1.1. Verilen Formüllerin TEG-12708T237 İçin Isı Transferi Hesabı Yapılarak Hesaplanması.....	9
2.3. Yapılan Tasarım.....	17
2.4. İmalat ve Montaj	21

	<u>Sayfa No</u>
3. BULGULAR	23
4. TARTIŞMA.....	24
4.1. Peltier Seçiminin İrdelenmesi	24
4.2. Güneş Odaklayıcının İrdelenmesi.....	24
5. SONUÇLAR.....	25
6. ÖNERİLER.....	26
7. KAYNAKLAR.....	27
8. EKLER.....	28
9. ÖZGEÇMİŞ.....	30

ÖZET

Toplumların gelişmesiyle birlikte temel bir ihtiyaç haline gelen sanayi, teknoloji, ulaşım, haberleşme, ısınma gibi alanların ihtiyaç duyduğu enerji günümüzde önemli bir gereksinim haline gelmiştir. Ortaya çıkan enerji ihtiyacı ise günümüzde büyük bir oranda fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Mevcut olan fosil enerji kaynakları tükenebilir ve kısıtlı olması sebebiyle insanları alternatif enerji kaynaklarını araştırmaya teşvik etmiştir.

Günümüzde ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak için birçok sistem geliştirilmiş ve farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu sistemlerin genellikle pahalı, çok yer kaplamaları, kullanım ömürlerinin sınırlı olması, arızalanma ihtimallerinin yüksek olması gibi birçok kısıtlayıcı özelliklerinin bulunmasından dolayı Peltier gibi termoelektrik elemanlarından enerji elde etme düşüncesi önemini arttırmıştır.

Termoelektrik etkiyle çalışan Peltier(TEG-TEJ) elemanının boyutsal olarak küçük olması, sıcaklığının kolay bir şekilde kontrol altına alınıp denetlenebilmesi, bakım gerektirmemesi, arızalanma ihtimalinin düşük olması, sessiz çalışması gibi farklı özellikleri ile avantaj sağlamaktadır.

Bu çalışmada, merceklerle odakladığımız güneş ışığını kullanarak peltierin yüzeyleri arasında oluşan sıcaklık farkından enerji elde edilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Termoelektrik, Güneş Işını, Peltier(TEG-TEJ)

SUMMARY

Energy, which has become a basic need with the development of societies, such as industry, technology, transportation, communication, heating has become an important requirement today. In today fossil fuels has generating most of the energy required. The existing fossil energy sources are exhaustible and limited. Therefore, it encourages people to explore alternative energy sources.

Today many systems have been developed to benefit from renewable energy sources and are used in different areas. The idea of obtaining energy from thermoelectric elements such as Peltier has increased its importance due to the fact that these systems have many restrictive features such as generally expensive, occupying a lot of space, limited lifetime and high probability of failure.

The Peltier (TEG-TEJ) element which works with thermoelectric effect provides advantages with its different features such as small size, easy control and control of its temperature, no maintenance, low probability of malfunction, and silent operation. In this work, energy is obtained from the temperature difference between the peltier's surfaces by using the sunlight that focus with the lens.

Keywords: Thermoelectric, Sunbeam, Peltier (TEG-TEJ)

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. SORCE Uydusu Tarafından Aktif Olduğu Süre Boyunca Ölçülen Güneş Sabiti Değeri	4
Şekil 2. Bir Fresnel Merceğin Dağıtıcı Olarak Kullanımı	5
Şekil 3. Bir Fresnel Merceğin Odaklayıcı Mercek Olarak Kullanımı	5
Şekil 4. Elektronların Sıcak İle Soğuk Uçlar Arasında Hareketi	5
Şekil 5. Peltierin Yapısı	7
Şekil 6. Tasarım Resmi 1	17
Şekil 7. Tasarım Resmi 2	17
Şekil 8. Tasarım Resmi 3	18
Şekil 9. Tasarım Resmi 4	18
Şekil 10. Tasarım Resmi 5	19
Şekil 11. Lens Tutucu Halkalar	20
Şekil 12. Bağlantı Elemanları 1	20
Şekil 13. Bağlantı Elemanları 2	21
Şekil 14. Proje Düzeneği 1	21
Şekil 15. Proje Düzeneği 2	22
Şekil 16. Proje Düzeneği 3	22

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. TEG-12708T237 Peltierin Özellikleri	9

SEMBOLLER DİZİNİ

A	: En[mm]
B	: Boy[mm]
H	: Kalınlık[mm]
I	: Jeneratör çıkış akımı [A]
I_{\max}	: TEG maksimum akım[A]
I_{TEG}	: TEG akım[A]
I_{GEN}	: Jeneratör akımı[A]
K_{th}	: TEG termal iletkenlik değeri[W/K]
N_s	: Seri bağlı modül sayısı
N_p	: Paralel bağlı modül sayısı
N_t	: Toplam modül sayısı
N_{tmin}	: Gerekli en düşük modül sayısı
P	: Güç[W]
P_{\max}	: Maksimum güç [W]
P_{\max}	: Maksimum güç[W]
P_0	: Çıkış gücü[W]
R_{GEN}	: Jeneratör iç direnci[Ω]
R_{in}	: Termoelektrik çiftin ortalama iç direnci [Ω]
R_L	: Yük direnci[Ω]

s	: Volt cinsinden ortalama Seebeck Katsayısı[V/K]
T_{amb}	: Ortam sıcaklığı [°C]
T_h	: Sıcak yüzey sıcaklığı [K]
T_c	: Soğuk yüzey sıcaklığı [K]
T_{ave}	: Ortalama sıcaklık[K]
U	: Çiftin çıkış voltajı[V]
U_o	: Açık devre gerilimi[V]
U_{GEN}	: Jeneratör gerilimi[V]
U	: Gerilim değeri[V]
V_{max}	: TEG maksimum gerilim [V]
V_0	: Yükün voltaj değeri[V]
Z	: FOM değeri[1/K]
η_{max}	: Maksimum verim[%]
η	: Verim[%]
Δt	: Sıcaklık değişimi[K]

1.GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Termoelektrik modüller yarı iletken malzeme tabanlı yapılardır. Bu yapılar jeneratör ve soğutucu tipinde olmak üzere iki gruba ayrılır. Bu modüllerde N ve P tipi yarı iletken malzemeler kullanılır. Bu yarı iletken malzemeler bir araya gelerek yarı iletken çifti oluştururlar. Bu yarı iletken çiftlerinin seri olarak bağlanması sonucunda termoelektrik modül meydana gelir [1].

Termoelektrik modüllerin jeneratör olarak kullanılmasındaki çalışma prensibi, modülün iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının gerilim üretmesidir. Üretilen gerilimin büyüklüğü, yarı iletkenin malzemesine ve sıcaklık farkına bağlıdır. Termoelektrik modüller düşük sıcaklık farkına duyarlı oldukları için hassas sıcaklık ölçümleri yapmak mümkündür [1].

Termoelektrik jeneratörler ısı farkından dolayı oluşan elektriksel potansiyel fark sonucu elektrik üretebilirler. Termoelektrik jeneratörler çok uzun ömürlü olması, bakım gerektirmemesi gibi avantajlar nedeniyle günümüzde aktif bir şekilde kullanılmaya çalışılmaktadır.

1.2. Literatür Taraması

Dünya üzerinde hızla gelişen sanayi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan enerji tüketiminin artması sonucu her geçen gün fosil yakıtların kullanımı gittikçe artmaktadır. Fosil yakıtların yenilenemez enerji kaynaklarından olması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Türkiye'de 2016 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi oranı % 35'tir [2] ve 2023 yılında elektrik tüketiminin bugüne kıyasla yaklaşık iki kat artacağı öngörülmektedir. Bununla beraber elektrik üretiminde (hidroelektrik dahil) kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının payı en az % 30 olması hedeflenmektedir. [3]

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında dönüşüm sistemlerinin verimliliği, maliyeti, bakım ve onarımı çok önemli bir parametre olarak karşımıza çıkar. Yenilenemez enerji kaynaklarının bakım ve maliyeti çok yüksek olduğundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüş daha da hızlanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan Termoelektrik Generatör (Jeneratör) (TEG-TEJ) her hangi bir kimyasal işlem gerektirmeden atıl olan ısının oluşturduğu termal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

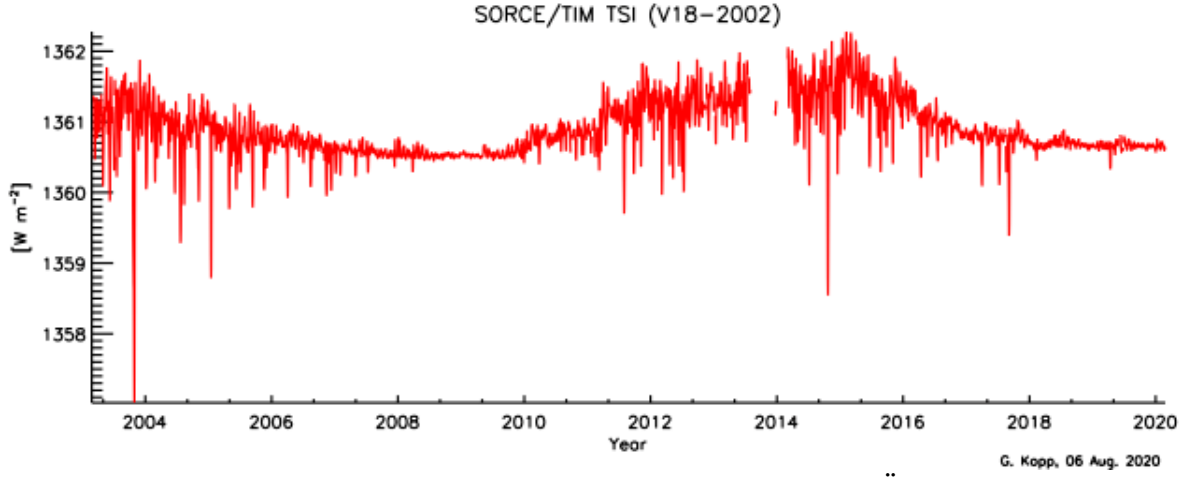
Atık ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için, TEG cihazlarının yakın gelecekte modern dünyanın önde gelen cihazlarından olacağı öngörülmektedir. Özellikle otomobil egzozu, fabrika egzozu ve termal paneller gibi yüksek güçlü uygulamaların yanında medikal uygulamalarda da yaygınlaşmaya başlamışlardır.[3]

1.2.1. Güneş Enerjisi

Dünyadaki tüm canlıların temel enerji kaynağı olan güneş dünyamıza 1.496×10^8 km uzaklıkta olup ve dünyamızdan yaklaşık olarak 109.2 kat büyük boyuttadır. [4] Büyük çoğunluğu Hidrojen ve Helyum atomlarından oluşan güneş, üzerinde gerçekleşen nükleer füzyon sayesinde yaklaşık olarak 5778 K yüzey sıcaklığına ulaşır ve oluşturduğu ısının bir bölümünü etrafa yaymaktadır. Yayılan bu ısının bir kısmı güneş ışınları aracılığı ile uzayda gerçekleştirdiği yaklaşık 8 dakika 19 saniye süren bir yolculuğun ardından dünyamıza ulaşmaktadır. Dünyanın güneş ve kendi etrafında gerçekleştirdiği hareketler sonucunda dünyamızın her noktasında aynı yoğunlukta bir güneş ışını ulaşmaz. Günün farklı saatlerinde ve tarihsel olarak gündün gece farklı yoğunlukta elektromanyetik güneş dalgaları dünyamıza ulaşmaktadır. Bu farklı yoğunlukta güneş dalgalarının yoğunluğunun hesaplanmasının karmaşıklığı nedeniyle bir sabit değer kabul edilmiş ve bu değere de "Güneş Sabiti" adı verilmiş ve güneş sabiti değeri 1361 W/m^2 olarak kabul edilmiştir.

Güneş Radyasyonu ve İklim Deneyi (SORCE), gelen röntgen, ultraviyole, görünür, yakın kızılötesi ve toplam güneş radyasyonunun son teknoloji ürünü ölçümlerini sağlayan, NASA'nın sponsor olduğu bir uydu görevidir. SORCE tarafından sağlanan ölçümler, özellikle uzun vadeli iklim değişikliğini, doğal değişkenliği ve gelişmiş iklim tahminini ve atmosferik ozon ve UV-B radyasyonunu ele almaktadır. SORCE uzay aracı, NASA'nın Earth Science Enterprise'a (ESE) güneş radyasyonunun hassas ölçümlerini sağlamak için 25 Ocak 2003'te bir Pegasus XL fırlatma aracıyla 645 km'lik, 40 derecelik bir yörüngeye fırlatıldı. 17 yıldan fazla süren gözlemlerini tamamladıktan sonra görevi 25 Şubat 2020'de sona erdi.[5]

NASA'nın uzaya gönderdiği bu uydu sayesinde toplam güneş ışınımını daha kesin şekilde hesaplama olanağı araştırmacılar için sağlanmış ve günlük olarak oluşturulan web sitesinde yayınlanmıştır.



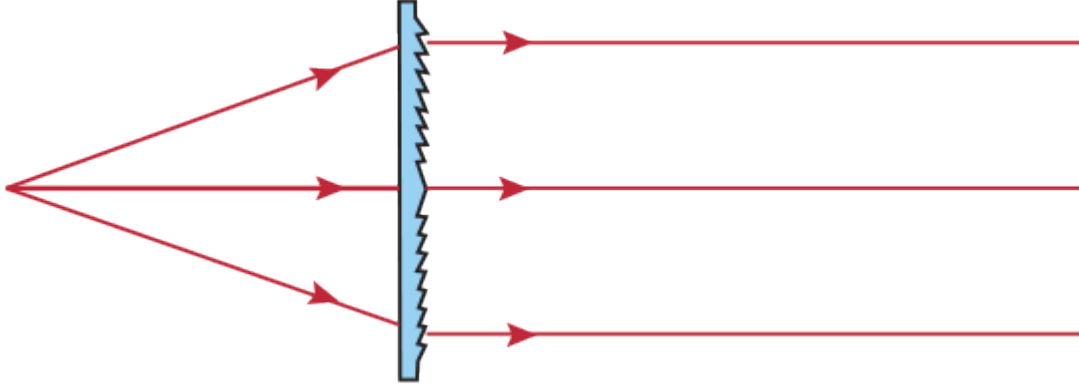
Şekil 1. SORCE Uydusu Tarafından Aktif Olduğu Süre Boyunca Ölçülen Güneş Sabiti Değeri [6]

Ölçülen bu değerlerin büyük bir kısmı atmosfer ve bulutlar tarafından geri yansıtılmakta ve gelen ışınların tamamı yeryüzüne ulaşamamaktadır. Güneşten gelen solar radyasyonun yüzde 51 i yeryüzüne direk ulaşır, bu enerji yeri ve yere yakın atmosferi ısıtır. Buharlaşmayı sağlar, bitkilerin fotosentez olayını gerçekleştirir. Geriye kalan yüzde 49 un, yüzde 4 ü yer yüzeyinden yansır, yüzde 26'sı bulutlar ve atmosfer tarafından yansıtılır, Yüzde 19 ise atmosferik gazlar, partiküller ve bulutlar tarafından emilir.[7] Tüm bunlara rağmen güneş yine de ihtiyacımız olan enerjinin oldukça fazlasını bize sağlamış olmasına karşın bu kaynaktan ne yazık ki yeterli düzeyde yararlanamamaktayız.

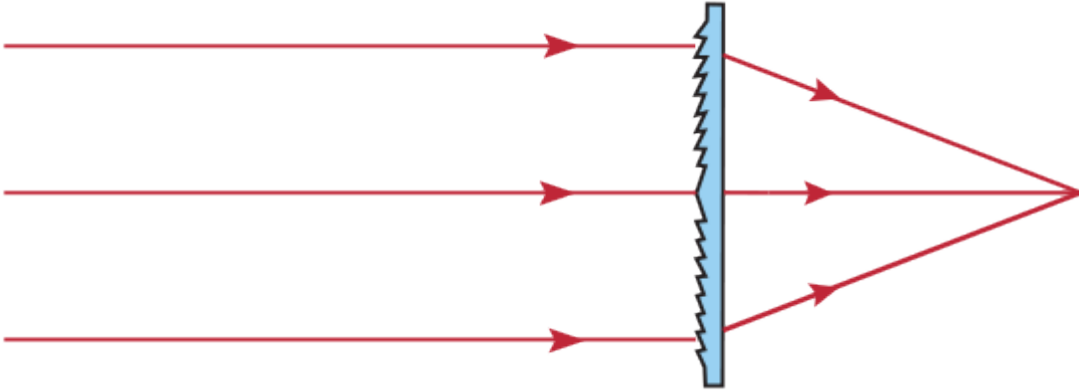
1.2.2. Fresnel Mercekler

Fresnel mercekler genel olarak yönlendirici, odaklayıcı ya da büyütücü olarak güneş enerji uygulamaları, görüntüleme teknolojilerinde, çeşitli lazer cihazları gibi pek çok alanda kullanılan ince levha formunda düşük odak uzunluğuna sahip özel bir mercek tipidir. Birden çok eş merkezli halkalar bulunan ve her halkanın ışığı kırma açısı farklı olan ve bu sayede tüm ışınları tek bir noktada odaklanabilen fresnel mercekleri geleneksel lenslere göre daha ince ve hafif bir formdadır. Bir tarafı tırtıklı ve hafif çıkıntılı diğer tarafı düz olan bu mercekler genel olarak ışığı bir noktada odaklayabileceği gibi ters durumda kullanıldığında ise tek noktadan gelen ışınları birbirine paralel olarak gönderebilir bu anlamda lensin kullanım yönü farklı kullanım amaçlarına hizmet edebilir. Trafik lambalarında daha çok ışığı dağıtmak için kullanılan fresnel mercekleri güneş uygulamalarında ise ışığı bir noktada odaklamak amacıyla kullanılmaktadır. Genellikle akrilik ya da polikarbonattan üretilen bu mercekler kullanım amacına göre farklı özellikler taşımaktadır. Polikarbonat fresnel mercekleri daha yüksek bir

dayanıklılık gerektiren işlerde kullanılırken, akrilik fresnel mercekleri ise yüksek ışık geçirgenliği için kullanılmaktadır.



Şekil 2. Bir Fresnel Merceğin Dağıtıcı Olarak Kullanımı[8]



Şekil 3. Bir Fresnel Merceğin Odaklayıcı Mercek Olarak Kullanımı[8]

1.2.3. Termoelektrik Olay

Kelime anlamı olarak termoelektrik elektriksel-ısı ya da ısı-elektrik olarak bilinir. Isı enerjisi ile elektrik enerjisinin birbirlerine doğrudan dönüşümü, termoelektrik olayı tanımlar.[9]

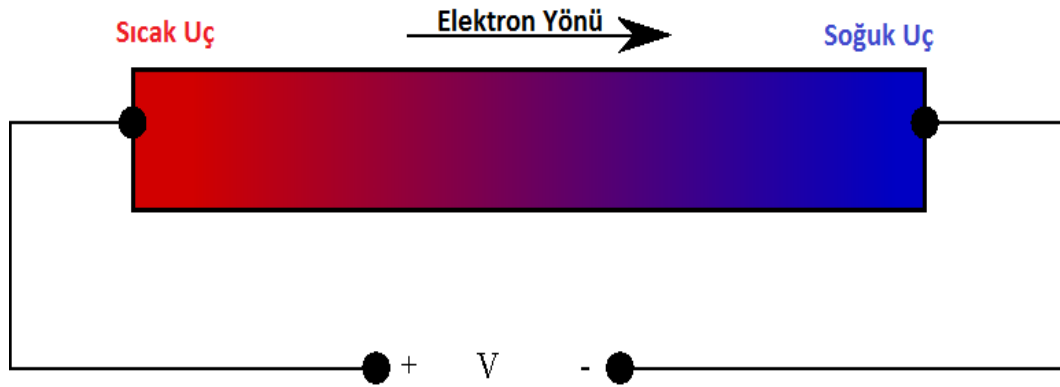
Termoelektrik, ısı ve elektrik enerjisinin birbirine dönüşümüdür. Bu etki ilk olarak 1800'lü yıllarda Alman fizikçi Johann Seebeck tarafından gözlemlenmiştir. Seebeck, iki farklı metaller plakayı iki ucundan birbirine temas ettirerek bir devre kurmuş ve bu devreyi bir ucundan ısıtmıştır. Isının etkisiyle yakındaki bir mıknatısın hareket ettiğini fark etmiştir. Yani ısının etkisiyle bir elektrik akımı üretilmiş, üretilen elektrik akımı da bir elektrik alana neden olarak mıknatıs hareket etmiştir.[10]

Bu etki elektrik üretiminde, sıcaklık ölçümünde yahut maddenin sıcaklığını değiştirmek amacıyla kullanılabilir. Uygulanan gerilimin kutbu tarafından belirlenen sıcaklık ve soğukluk yönünden dolayı, termoelektrik cihazlar sıcaklık denetiminde yaygın olarak tercih edilir.

Termoelektrikte, ısı ve elektriğin birbirine dönüşümde 3 farklı etki vardır. Bunlar; Seebeck, Peltier ve Thomson etkileridir.[10]

1.2.3.1. Seebeck Etkisi

Bir iletkenin uçları arasında oluşturulacak bir sıcaklık farkı, bu iki nokta arasında bir potansiyel fark meydana getirir. Başka bir ifadeyle bir iletkende ortaya çıkan sıcaklık gradyanı bir elektrik alan doğurur. Bu olgu Seebeck etkisi ya da termoelektrik etki olarak adlandırılır. Bu etkinin büyüklüğü Seebeck katsayısı ile değerlendirilir. Birim sıcaklık başına malzemede oluşan potansiyel farka Seebeck katsayısı denir. Sadece iki farklı metal ya da yarı metal arasındaki Seebeck potansiyel farkı ölçülebilir. Termoçift prensibi Seebeck etkisine dayanmaktadır.[11]

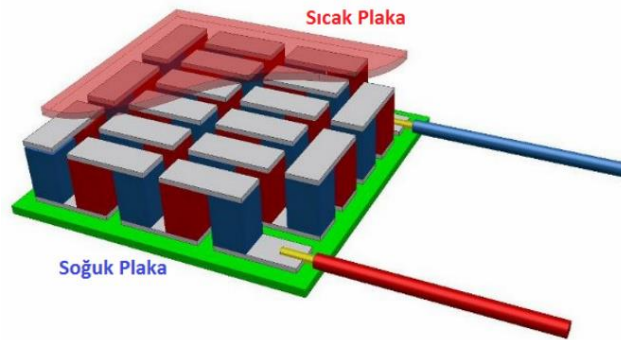


Şekil 4. Elektronların Sıcak İle Soğuk Uçlar Arasında Hareketi[10]

Metallerdeki ısı iletkenliklerinin farklı olmasıyla da sıcak uç ile soğuk uç arasında potansiyel fark oluşur. Oluşan bu potansiyel fark, metallerin ısı güçleri ile birleşme noktalarının sıcaklık farkına bağı olarak değışmektedir. Isıl güçlerin, ölçülen sıcaklık değerlerinde etkin olarak sabit olduğu düşünülürse potansiyel fark;

1.2.3.2. Peltier Etkisi

1834 yılında Charles Peltier, termoelektrik etkinin çift yönlü olduğunu gözlemlemiştir. Seebeck etkisinin tersi şekilde bu sefer metallere elektrik akımı uyguladığında, metallerden birisinin ısındığını diğerinin ise soğuduğunu keşfetmiştir.[10]



Şekil 7. Peltierin Yapısı[10]

Peltier soğutucu, termoelektrik prensiplerle çalışarak soğutucu olarak kullanılan elektronik alettir. Termoelektrikte peltier etkisi olarak bilinen olgu cihazın çalışma prensibinin temelini oluşturur.

Peltier termoelektrik soğutucular ufak boyutlu üretilmeleri nedeni ile elektronik cihazların soğutulmasında çok yaygın kullanılırlar. Mikroişlemci ve sensörlerin soğutulması en başta olan uygulamalardır. Dijital görüntü yakalayan cihazların sensöründe görüntü kalitesinin iyi olması için soğutmanın önemi yüksektir. Bunlara ek olarak peltier soğutucular küçük ve taşınabilir sistemlerdeki soğutma ihtiyaçlarını karşılamakta çokça yararlanılırlar. Bazı uygulama alanlarını şöyle sıralayabiliriz:[12]

- ❖ Tıbbi ihtiyaçlar için taşınabilir ve küçük soğutucu
- ❖ Hassas ilaçların taşınmasında sıcaklık kontrollü kutular
- ❖ DNA analizi (PCR) için ısıtıcı ve soğutucu olarak
- ❖ Nemli bir ortamdan nemin çekilmesinde
- ❖ Piknik amaçlı bir piknik soğutucu

1.2.3.3. Thomson Etkisi

W. Thomson 1851 yılında termoelektrik etkilerden üçüncüsünü keşfetmiştir. Peltier etkisiyle bağlantılı olan bu etki, thomson etkisi olarak adlandırılmaktadır. İletken uçlarının farklı sıcaklıkta tutulduğu bir durumda uygulanan akım yönüne bağlı olarak enerjinin iletken üzerinde absorbe edilmesi veya soğurulması olayına Thomson etkisi denir. Ancak Thomson etkisinde bahsedilen iletken homojen bir iletkendir. Akım geçtiği sürece ısı gradyanı yani ısı değişimi meydana gelir. Yani sıcaklıkları farklı iki uçta akım taşındığında metal ya ısı emer ya da ısı verir. Thomson etkisinde tüm olay T1 ve T2 uç sıcaklıklarına, metalin cinsine akımın yönüne bağlı olarak değişir. Thomson etkisinin günümüzde doğrudan uygulama alanı bulunmamaktadır.[10]

1.3. Amaç Ve Kapsam

Termoelektrik dönüştürücü kullanımıyla güneş enerjisinden elektrik üretimi tasarımının amacı günümüzde ihtiyaç duyduğumuz enerjinin büyük bir kısmının yenilenemez enerji kaynaklarından sağlanması neticesinde yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinden ekonomik ve kişinin ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde enerji elde etmektir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. MÜHENDİSLİK HESAPLAMALARI TEG Sistem Hesaplamaları

2.1.1. Verilen Formüllerin TEG-12708T237 İçin Isı Transferi Hesabı Yapılarak Hesaplanması

Tablo 1. TEG-12708T237 Peltierin Özellikleri

Model	T soğuk yüzey = 30°C ; T sıcak yüzey = 200 °C (En yüksek çalışma sıcaklığı)									
	A mm	B mm	H Mm	Rac Ohm	Rac 22°C Ohm	Rt K/W	U V	I A	P W	n %
TEG- 12708T237	40	40	3,1	1,89	1,29	1,69	3,4	1,81	6,2	4,7

Soğutucu Boyutu : 90x25x90 mm

Yaprak Boyutu : 85x41x78 mm

$A_{soğ}$: 85x78=6630 mm²

A_{lens} : 2500x10⁻⁶m²

$h_{combined_1}$: (10-30)W/m²K

$h_{combined_2}$: (3-10)W/m²K

q_{in} : 1000W/m²

α_{lens} : 0,92

T_{∞} : 25°C, 298K

$A_{peltier}$: 1600x10⁻⁶m²

$\alpha_{Al_2O_3}$: 0,69

U_0	: 12
I	: 10
T_{amb}	: 22
R_{in}	: 1,89 Ω
T_h	: 128,8°C = 393,8 K
T_c	: 66,6°C = 339,6 K
V_{max}	: 3,4 V
I_{max}	: 1.81 A
P_{max}	: 6,2 W
η_{max}	: %4,7

Lens İle Odaklanmış Sıcak Yüzey,

$$\alpha_{lens} \cdot A_{lens} \cdot q_{in} = h_{combined_1} \cdot A_{peltier} \cdot (T_s - T_{\infty}) \quad (1)$$

$$0,92 \cdot (2500 \cdot 10^{-6} m^2) \cdot (1000 W/m^2) = 15 \left(\frac{W}{M^2 K} \right) \cdot (1600 \cdot 10^{-6} m^2) \cdot (T_s - 298) K$$

Bu Denklemden T_s Değeri,

$$T_s = 393,8 K = 120,8^\circ C$$

Soğuk Yüzey Sıcaklığı,

Soğuk yüzeyin soğutucu kanatçıklı yüzeye soğutulmasında $h_{combined_2} = (3-10)$ arasında seçilir. Sıcaklığımız düşük olduğundan dolayı oluşacak sıcaklığın (30-60) °C arasında bir değerde olacağını varsayımıyla $h_{combined_2} = 4$ olarak kabul edildi.

$$\alpha_{Al_2O_3} \cdot A_{peltier} \cdot q_{in} = h_{combined_2} \cdot A_{soğutucu} \cdot (T_s - T_{\infty}) \quad (2)$$

$$0,69 \cdot (1600 \cdot 10^{-6} m^2) \cdot (1000 W/m^2) = 4 \left(\frac{W}{M^2 K} \right) \cdot (85,78 \cdot 10^{-6} m^2) \cdot (T_{s_2} - 298) K$$

Bu Denklemden T_{s_2} Değeri:

$$T_{s_2} = 339,6 K = 66,6^{\circ}C$$

Üretici firma tarafından verilen değerlerle istenilen yük ve sıcaklıklarda sırasıyla;

Ortalama Sıcaklık,

$$T_{ave} = \frac{(T_h + T_c)}{2} \quad (3)$$

$$T_{ave} = \frac{(393,8 + 339,6)}{2} = 366,7 K$$

Yük Direnci,

$$R_L = \frac{V_0}{I} \quad (4)$$

$$R_L = \frac{12 V}{10 A} = 1,2 \Omega$$

Çıkış Gücü,

$$P_0 = V_0 \cdot I \quad (5)$$

$$P_0 = 12 \cdot 10 = 120 \text{ W}$$

Sıcaklık Değerleri,

$$\Delta T = (T_h - T_c) \quad (6)$$

$$\Delta T = (393,8 - 339,6) = 54,2 \text{ K}$$

Seebeck Sabiti,

$$S = \frac{2V_{\max}}{\Delta T} \quad (7)$$

$$S = \frac{2,3,4}{54,2} = 0,1254 \text{ V/K}$$

Rin İç Direnci,

$$R_{\text{in}} = R_L = \frac{V_{\max}^2}{P_{\max}} \quad (8)$$

$$R_{\text{in}} = R_L = \frac{3,4^2}{6,2} = 1,864 \Omega$$

Peltier sağlayıcısı tarafından peltierin verimi verilmişse, FOM değeri aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$Z = \frac{4\eta_{\max} \text{ TEG}}{[\Delta T - \eta_{\max} \text{ TEG}(1,5T_h + 0,5T_c)]} \quad (9)$$

$$Z = \frac{4,0,03}{[54,2 - 0,03(1,5 \cdot 393,8 + 0,5 \cdot 339,6)]} = 0,003823 \text{ K}^{-1}$$

TEG'in sahip olduğu termal iletkenlik değeri ise,

$$K_{th} = \frac{s^2}{R_{in} \cdot Z} \quad (10)$$

$$K_{th} = \frac{0,1254^2}{1,864 \cdot 0,003823} = 2,206 \text{ W/K}$$

Yük direnci, TEG'in iç direncine eşit olduğunda, TEG'den alınacak maksimum güç,

$$P_{Lmax} = \frac{s^2 \cdot \Delta T^2}{4R_{in}} \quad (11)$$

$$P_{Lmax} = \frac{0,1254^2 \cdot 54,2^2}{4 \cdot 1,864} = 6,19 \text{ W}$$

İstenilen değerleri karşılamak için gerekli minimum modül sayısı,

$$N_{Tmin} = \frac{P_0}{P_{max}} \quad (12)$$

$$N_{Tmin} = \frac{12 \cdot 10}{6,19} = 19,3 \cong 20 \text{ adet}$$

Çoğu TEG; seri, paralel veya seri-paralel düzenleme ile elektriksel olarak bağlanabilen bir takım bireysel modüller içerir.

Sistemdeki toplam modül sayısı,

$$N_T = N_S \cdot N_P \quad (13)$$

$$N_T = N_S \cdot N_P = 20$$

Maksimum verim,

$$\eta_{\max} \rightarrow R_{\text{GEN}} \cong R_L \quad (14)$$

$$R_{\text{GEN}} = \frac{N_S \cdot R_{\text{in}}}{N_P} \quad (15)$$

$$R_{\text{GEN}} = \frac{4,1,864}{5} = 1,491 \Omega$$

$R_{\text{GEN}} \cong R_L$ durumu için $N_S=4$ ve $N_P=5$ yazılabilir.

İstenilen değerlere göre gerekli modül sayısı bulunduktan sonra, yapılan düzenleme sonrası TEG'in akım değeri,

$$I_{\text{GEN}} = \frac{N_S \cdot S_M \cdot DT}{\frac{N_S \cdot R_M + R_L}{N_P}} \quad (16)$$

$$I_{\text{GEN}} = \frac{4,0,1254 \cdot 54,2}{\frac{4,1,864}{5} + 1,2} = 10,10 \text{ A}$$

Açık Devre Gerilimi,

$$U_{\text{GEN}} = I_{\text{GEN}} \cdot R_L \quad (17)$$

$$U_{\text{GEN}} = 10,10 \cdot 1,2 = 12,12 \text{ V}$$

Güç Değerleri,

$$P_0 = \frac{V_{GEN}^2}{R_L} \quad (18)$$

$$P_0 = \frac{12,12^2}{1,2} = 122,4 \text{ W}$$

Maksimum hale getirilen TEG verimliliğindeki m direnç oranının değeri,

$$m_{opt} = \frac{(\Delta T + \eta_{max} \cdot T_C)}{(\Delta T - \eta_{max} \cdot T_H)} \quad (19)$$

$$m_{opt} = \frac{(54,2 + 0,03 \cdot 339,6)}{(54,2 - 0,03 \cdot 393,8)} = 1,519$$

TEG'in verimliliği elektriksel yüke bağlı olarak değişir. Yük direncinin iç dirence oranı m ile ifade edilerek akım denklemi aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$I = \frac{s \cdot \Delta T}{[(1+m)R_{in}]} \quad (220)$$

$$I_L = \frac{0,1254 \cdot 54,2}{[(1+1,519)1,864]} = 1,447 \text{ A}$$

Elde edilen değer sonucunda tek bir modül için

Akım,

$$I_{SC} = 2 \cdot I_{max} \quad (21)$$

$$I_{SC} = 2 \cdot 1,447 = 2,894 \text{ A}$$

Gerilim,

$$U_L = -R_{in} \cdot (I_L - I_{sc}) \quad (22)$$

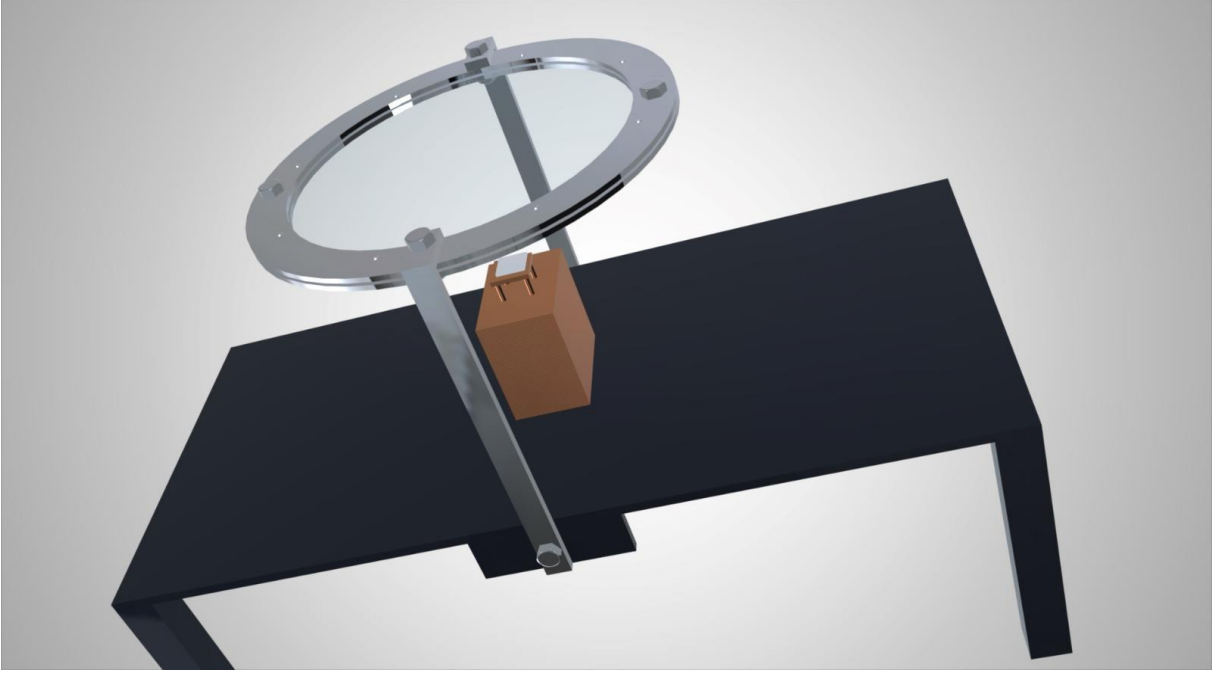
$$U_L = -1,864 \cdot (1,447 - 2,894) = 2,697V$$

Güç Değeri,

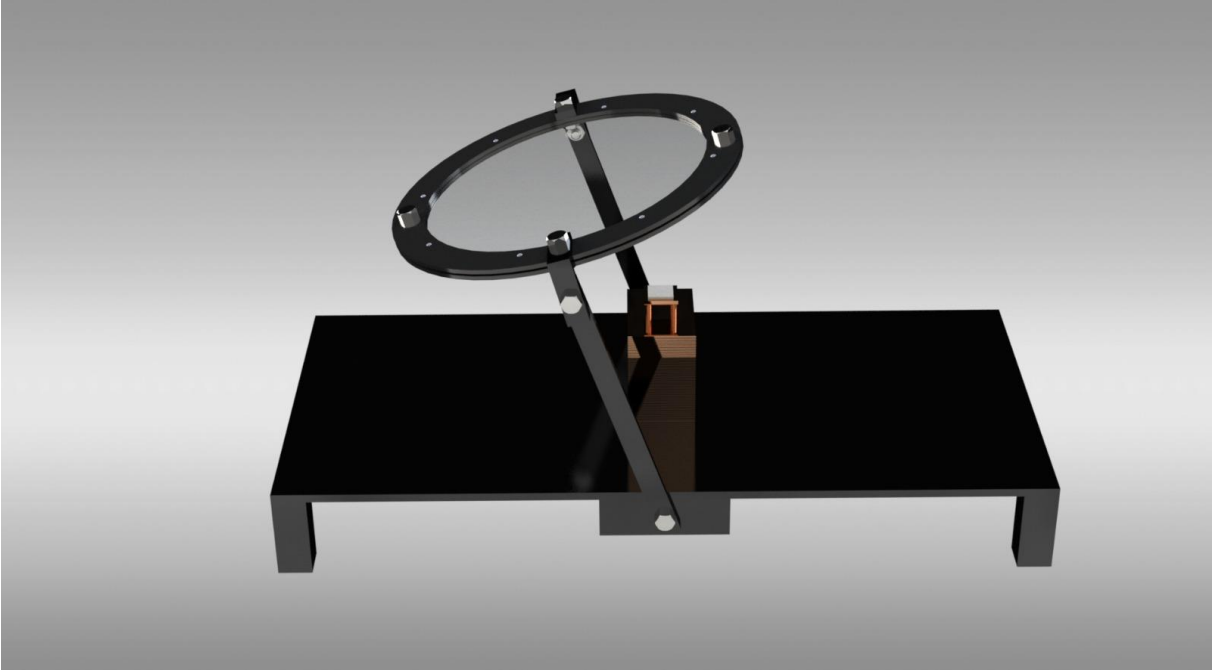
$$P_L = I_L \cdot U_L \quad (23)$$

$$P_L = 1,447 \cdot 2,697 = 3,902W$$

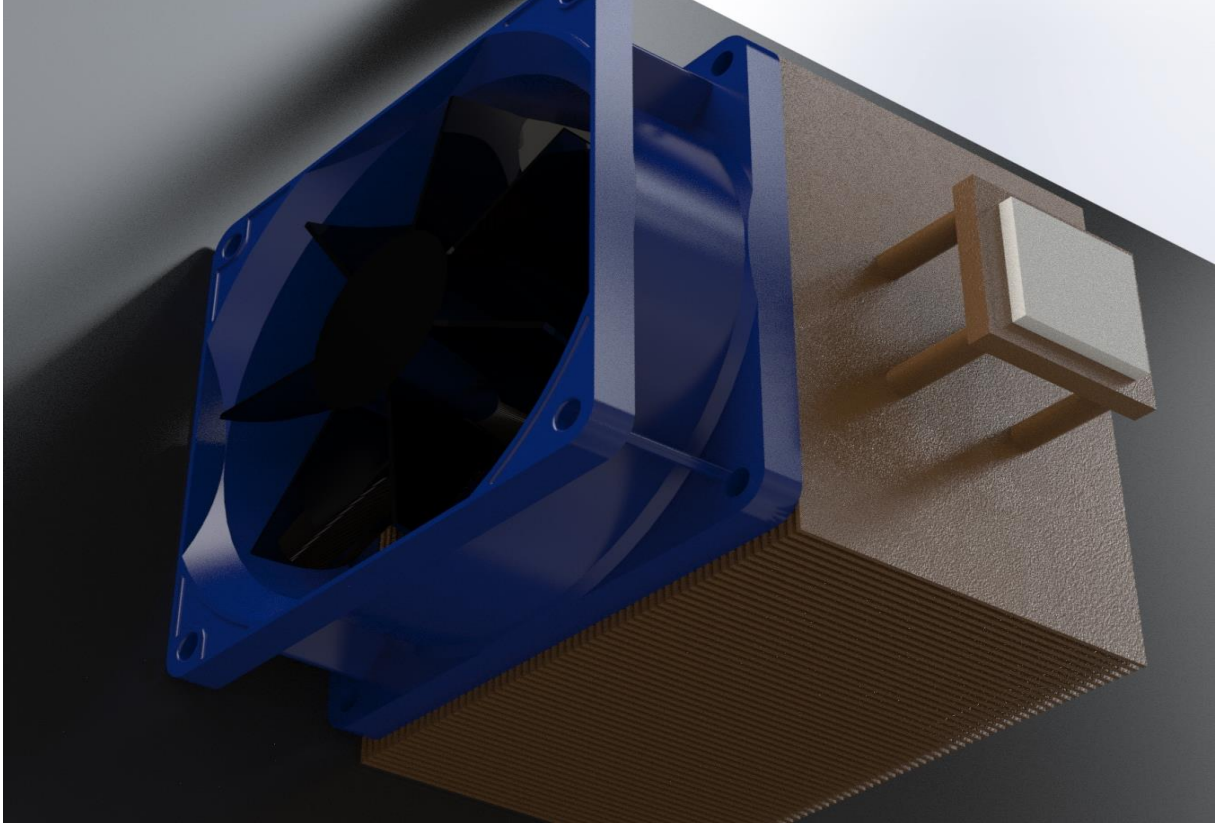
2.3. Yapılan Tasarım



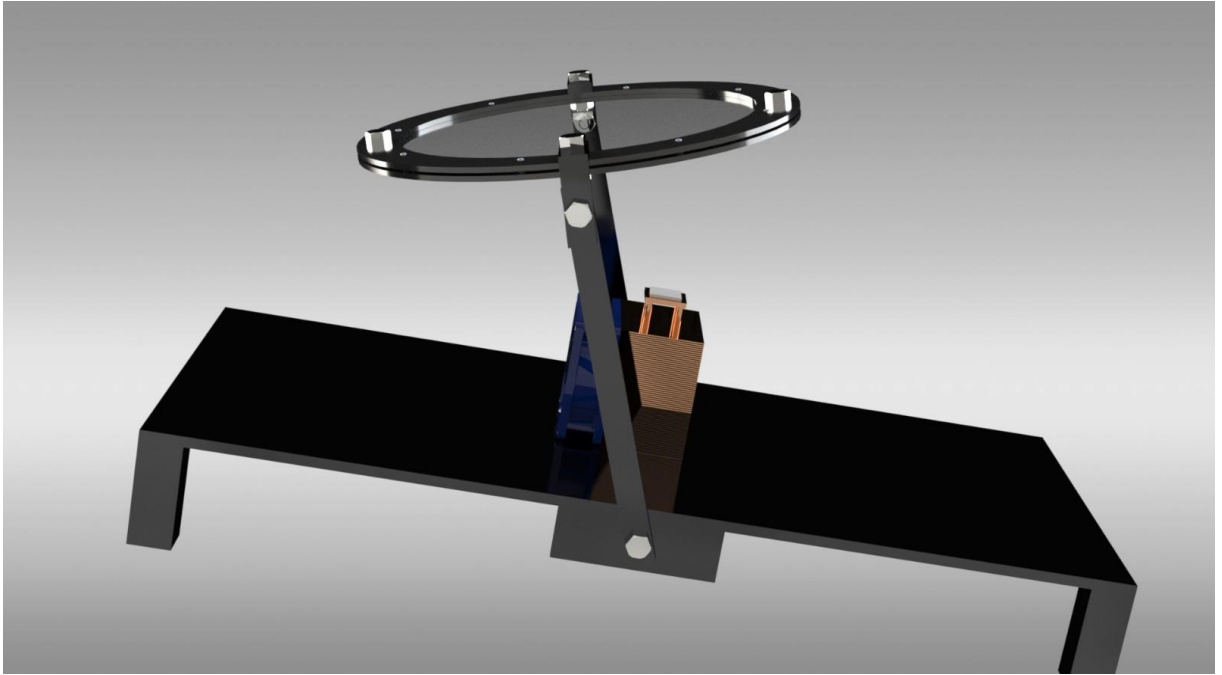
Şekil 6. Tasarım Resmi 1



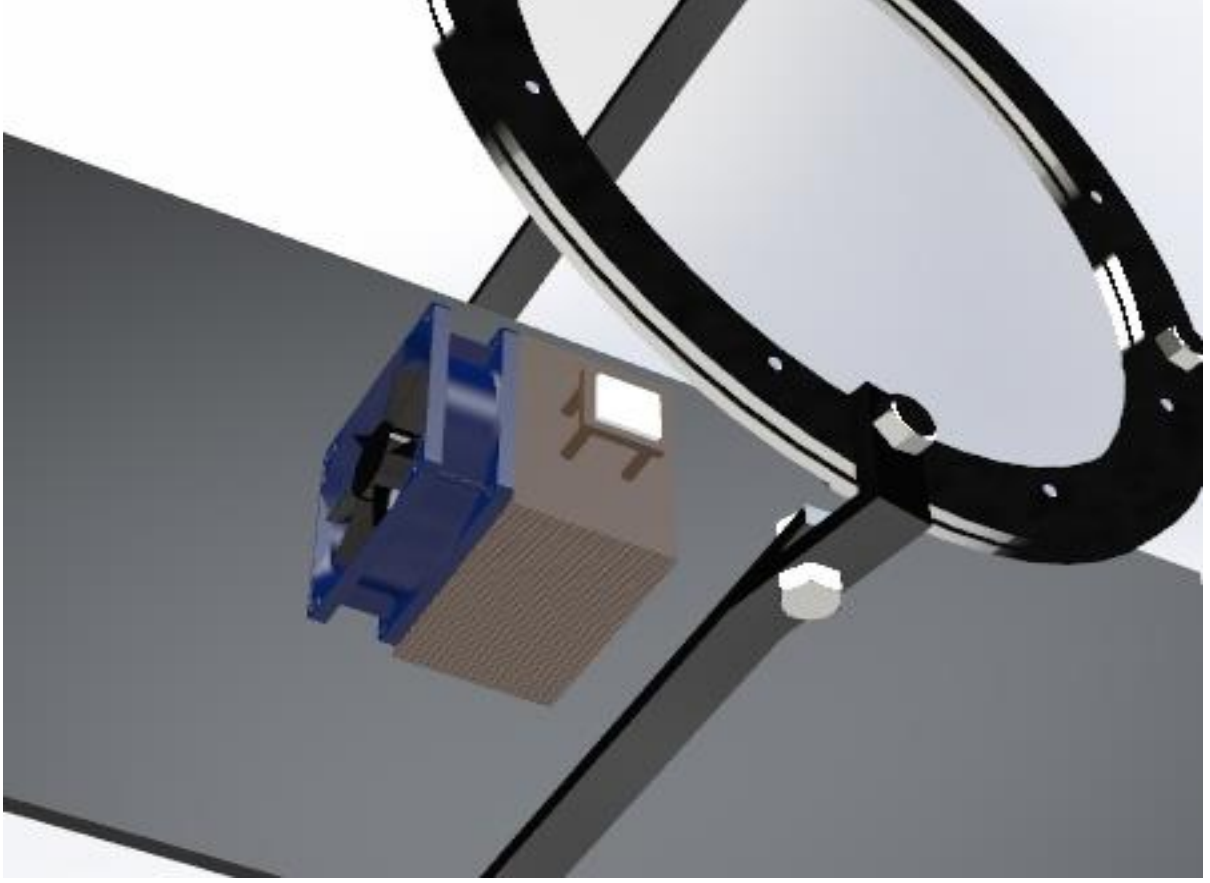
Şekil 7. Tasarım Resmi 2



Şekil 8. Tasarım Resmi 3



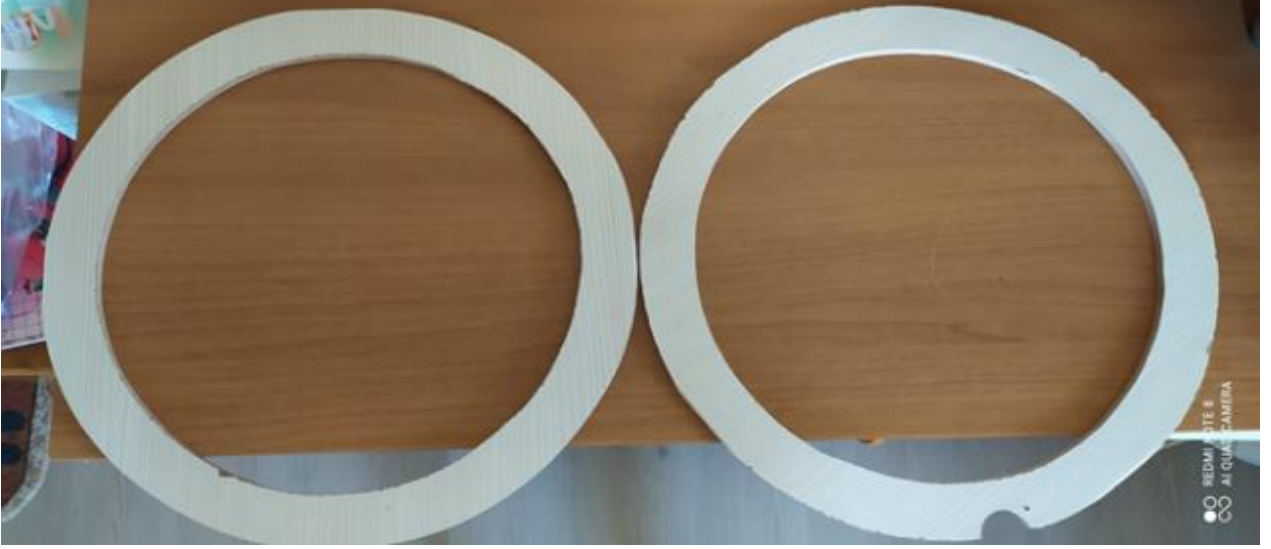
Şekil 9. Tasarım Resmi 4



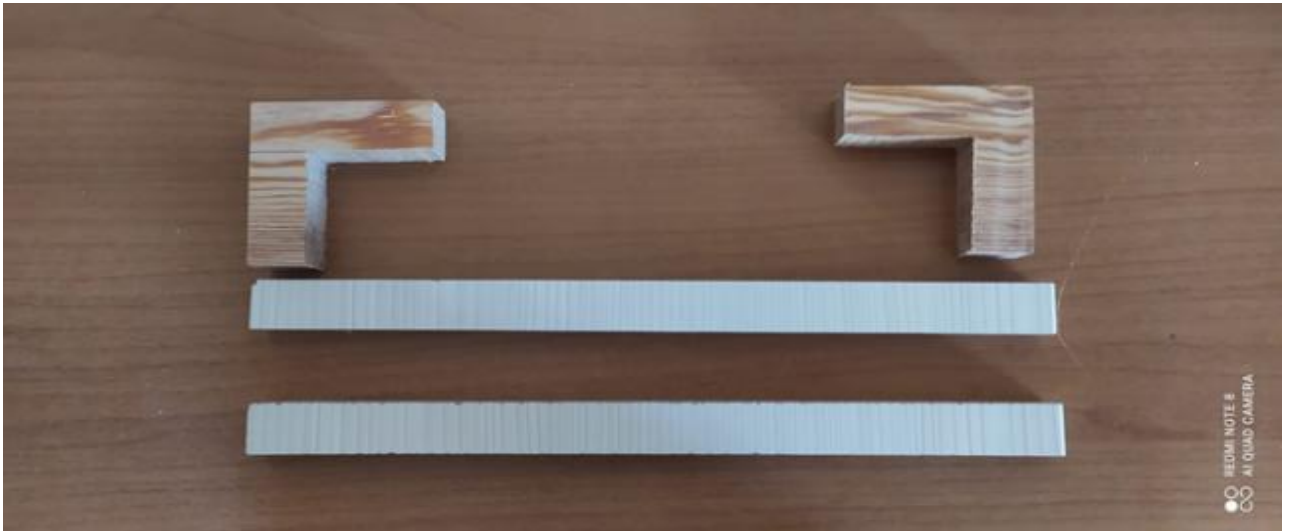
Şekil 10. Tasarım Resmi 5

2.4 İmalat ve Montaj

Yapılan tasarımda alt tabla ve destek çubukları için tahta malzemesi kullanılıp ölçüler alındı. Alınan ölçülere göre tahta parçalar imal edildi. Alt tabla ile destek çubukları birbirine monte edildi. Daha sonra kol tutucuları alt tabla ile monte edildi. Delikler uygun ölçülere göre matkapla delindi. Kol tutuculara kollar civatayla monte edildi. Lens lens tutuculara civatalarla monte edildi. Lens tutucusu kollara civata ile monte edildi. 2 teg 1 tec olmak üzere 3 peltier devreye seri bağlandı. Avometre ile ölçülen voltaj değerleri not edildi.



Şekil 11. Lens Tutucu Halkalar



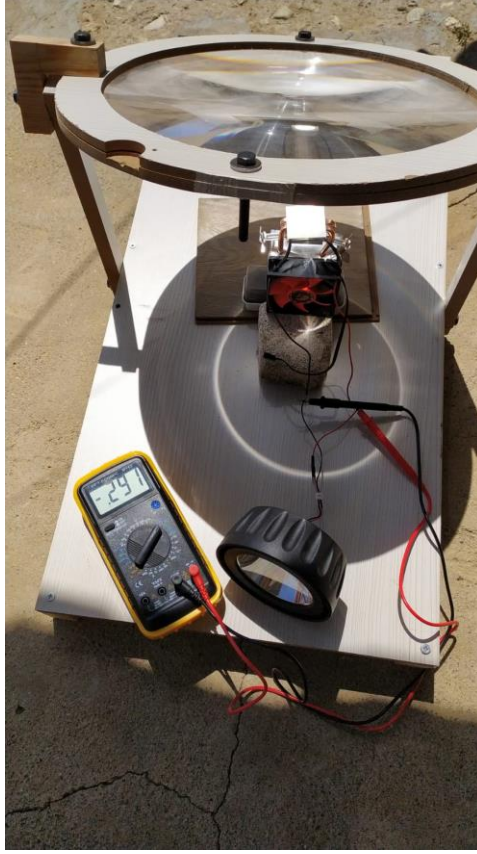
Şekil 12. Bağlantı Elemanları 1



Şekil 13. Bağlantı Elemanları 2



Şekil 14. Proje Düzenegi 1



Şekil 15. Proje Düzenegi 2



Şekil 16. Proje Düzenegi 3

3.BULGULAR

Yapılan tasarımda öncelikli amacın projenin taşınabilirliği olması amaçlanmıştır. Her ne kadar büyük bir hacme sahip olan bir tasarım olsa da lenslerin tasarlanan eklem bölgeleri aracılığı ile sistem üzerinde hasar almayacak ve yer kaplamayacak şekilde katlanabilmesi sağlanmış ve bu sebeple hem taşıma esnasında oluşabilecek hasarların hem de taşıma sırasında kapladığı alan küçültülmeye çalışılmıştır. Tasarımda lens açısının değiştirilebiliyor olması sayesinde günün her saatinde ve her bölgede güneşin bir noktaya yansıtılabilmesi sağlanmıştır. Tablanın uzun bir gövdeye sahip olması ise güneşin batış ve doğuş saatleri gibi düşük açılarda gelmesi halinde dahi sistemin çalıştırılabilmesi amacıyla planlanmıştır.

Sistemin 200 derecenin üzerinde bir sıcaklıkta çalışabilmesi için bu sisteme uygun bir TEG modülü seçilmiştir. Sistemin soğutulması için pasif bir soğutucu tercih edilmiş ve ısı iletimini artırmak amacıyla termal macun kullanılmıştır.

Yoğunlaştırılan ve güneşin yansıtıldığı sıcak tablaya rüzgar ve hava akımının etkisi sonucu sıcaklıkta meydana gelen düşüşü engellemek amacıyla bir siperlik yapılmıştır.

Üretilen elektrik ,bir voltaj regülatör devresi aracılığı ile 5V'luk bir gerilime sabitlenmiş böylece günümüzdeki pek çok cihazı çalıştırması amaçlanmıştır.

4.TARTIŞMA

4.1 Peltier Seçiminin İrdelenmesi

Yapılan araştırmalar sonucunda 2 farklı peltier türü olduğu, bunların termoelektrik soğutucular olan TEC isimli ve Termoelektrik Jeneratörler olarak adlandırılan TEG tipi peltierler olduğu öğrenildi. Yapacak olduğumuz çalışma bir elektrik üretim devresi olduğu için tipi TEC tipi peltierler gibi 70 derecelik çalışma sıcaklığı yerine çok daha yüksek sıcaklılara dayanıklı +200 derece sıcaklıkta çalışabilen TEG tipi peltierlerin sistemimiz için daha uygun olduğu kanaatine varıldı.

Seçilen bu peltier olumlu olarak daha yüksek sıcaklıklarda çalışma fırsatı tanımış olsa da TEC tipi peltierlere göre daha pahalı ve Türkiye sınırları içerisinde çok fazla bulunmaması nedeniyle tedarik sürecinde çalışmamıza olumsuz bir etki yarattı.

4.2 Güneş Odaklayıcının İrdelenmesi

Çalışmamız için gerekli olan sıcaklığı sağlayabilmek adına Fresnel tipi lens kullanımı tercih edildi.Yaptığımız çalışmalar sonucunda beklediğimiz etkiyi sağlayan bu lens oldukça kısa bir süre içerisinde 200 derecenin üzerine çıkmamızı sağladı.Ancak yine yapılan çalışmalar esnasında dikkat edilmemesi halinde lensin etrafında bulunan her şeyi yakma potansiyeli olduğu , özellikle göz veya cilde odaklanması sonucu ciddi fiziksel sonuçlara yol açabileceği de hesaba katılarak kontrolsüz bir biçimde kullanılmaması gerektiği unutulmamalıdır.

5. SONUÇLAR

Yapılan hesaplara bakıldığında peltierin yüzeyine gelen güneş enerjisi lens ile bir noktaya odaklanıldığında, artan sıcaklık ile beraber peltierin yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı sonucunda peltierde akım ve gerilim meydana gelmiştir. Ayrıca yapılan hesaplar sonucunda soğutucu plakaların olması peltierin soğuk kısmındaki ısı tahliyesini hızlandıracağından sıcak ve soğuk taraftaki ısı farkı sonucu peltierin vereceği voltaj ve akım değerleri de artmıştır. Buna karşılık peltierlerin verimlerinin düşük olması nedeniyle peltiere yüksek miktarda güneş enerjisi verilmesi durumunda peltierden alınabilecek enerji miktarı standartların çok altındadır.

Yapılan deneyler sonucunda peltierden alınan voltaj ve akım değerlerinin çevre şartlarından çok etkilenmesinden dolayı alınan verilerde sürekli bir düzensizlik gözlemlenmiştir. Alınan deney sonuçları aşağıda verilmiştir;

Deneme 1: 0.136 V

Deneme 2: 3.502 V

Deneme 3: 0.782 V

Deneme 4: 0.981 V

Deneme 5: 1.231 V

Deneme 6: 1.440 V

Deneme 7: 1.650 V

Deneme 8: 2.07 V

Deneme 9: 1.969 V

Deneme 10: 1.901 V

Deney sonuçlarına bakıldığında, teorik hesaplamalarda alınan değerlerin çok altında alınan voltajın ve akım değerlerinin düşük ve düzensiz olması ayrıca maliyetinin yüksek olmasından dolayı, peltier kullanarak enerji elde etmek verimsiz ve stabil olmayan bir yöntemdir.

6.ÖNERİLER

Proje kapsamında elde edilen veriler ve bulgulara dayanarak aşağıdaki öneriler çıkarılmıştır.

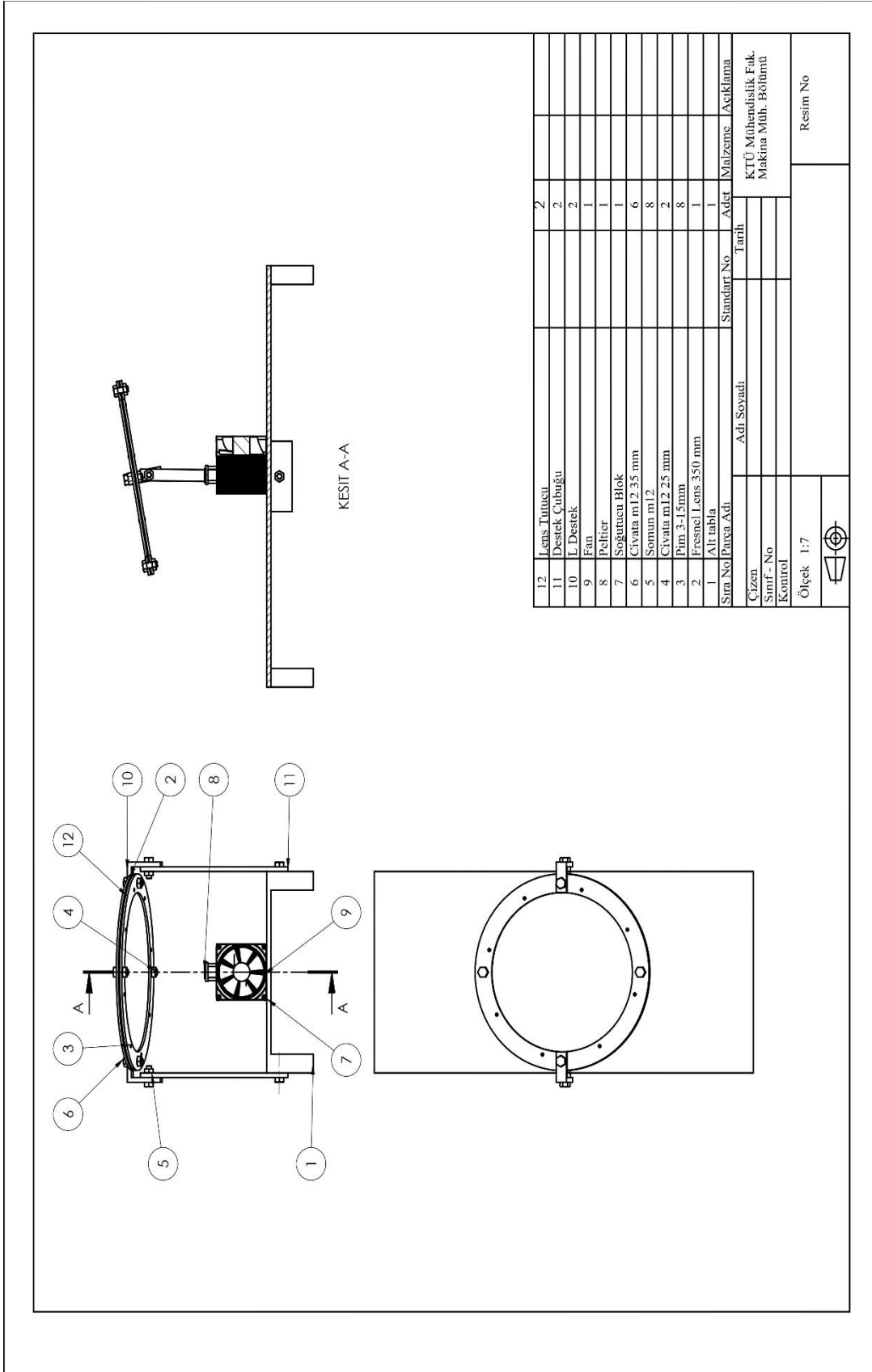
- Gün içindeki sıcaklık ve güneşin gelme açısına bağlı olarak elde edilen voltaj ve akım değerleri farklılık gösterdiği için güneş ışığının yoğun olduğu saatlerde kullanılması
- Güneşin gelme açısı dikkate alınarak lens ve termoelektrik elemanların uygun konum ve açıda konumlandırılması.
- Kullanılan termoelektrik elemanların soğutmak amacıyla bir pervane aracılığı ile aktif soğutma yapmanın sistemi verimsizleştirdiği ve elde edilen kazancın harcanan enerjiden düşük olması nedeniyle mümkünse pasif soğutma ile soğutulması.
- Isı iletkenliğini artırmak amacıyla kaliteli bir termal macun kullanılması
- Mümkünse birden çok termoelektrik elemanı birbirine seri bağlayarak çalıştırarak elde edilen volt değerini daha yüksek bir seviyeye çıkartılması.
- Lens ile sistem arasındaki en iyi sonuç için lensin sisteme odak uzaklığı olan 180 mm uzaklıkta olması tavsiye edilmektedir.
- Kullanılan lensin oldukça güçlü bir güneş yoğunlaştırma potansiyeli olduğu ve dikkatsiz kullanılması halinde etrafta yangın çıkartma potansiyeli ile birlikte cilde veya göze odaklanması halinde ciddi güneş yanıkları ile görme kaybına kadar varabilen sonuçlar doğurabileceği unutulmamalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Şahin, T., Termoelektrik Soğutucuların Modellenmesi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012
2. Invest.(2020,11,10). <http://www.invest.gov.tr/en-US/sectors/Pages/Energy.aspx>
3. Khalid YAHYA. Termoelektrik Generatörler İçin Değişken Koşullar Altında Etkin Maksimum Güç Noktası İzleyicisinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 2018
4. NASA. (2020, 11 15). <https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/sun/overview/>
5. Colorado Edu (2020,11,15) . <https://lasp.colorado.edu/home/sorce/>
6. G.Kopp. (2020,11,16) <https://spot.colorado.edu/~kopp/TSI/>
- 7.Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2020,11,15) <https://www.mgm.gov.tr>
8. Edmunds Optik(2020,11,15) . Edmundsoptik.com/knowledge-center/application-notes/optics/advantages-of-fresnel-lenses
9. Canbay, C., Kompozit Yarıiletkenlerin Termal Elektrik ve Optik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 2005.
10. <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/termoelektrik-etki-nedir/17041#ad-image-0>
11. Kasap, S., Thermoelectric Effects in Metals: Thermocouples, Department of Electrical Engineering University of Saskatchewan Canada, 2001, (10), 1-11.
12. Bulut, H., Termoelektrik Soğutma Sistemleri, Soğutma Dünyası Dergisi, Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 2005, (31), 9-16.

8.EKLER

EK-1 Teknik Resim-1



11	Lensa Temaru	2			
10	Pemrak Cahayau	2			
9	L. Dentrak	2			
8	Palisat	1			
7	Soyamru Blok	1			
6	Carana ml 2,35 mm	6			
5	Sosuan ml 2	6			
4	Carana ml 2,25 mm	2			
3	Pem 3-1 Sosan	8			
2	Frasaal Lensa 3,50 mm	1			
1	Alu tabla	1			
Sera No	Pegapa Adu	Standart No	Adat	Mohasru	Acakharu
Carana	Adi Soyrah	Tarah			
Saraf - No					
Kontrol					
Objek	1:7				
					Resim No

9.ÖZGEÇMİŞ

Alper BALCIOĞLU, 21 Şubat 1997 tarihinde İzmir'de doğdu. İlköğretimini ve ortaöğretimini Şehit Yarbay Mesut KURU Okulu'nda aldı. Lise öğrenimini Alp OĞUZ Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Lisans öğrenimi Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde devam etmektedir. İyi düzeyde AutoCAD ve Solidworks bilmektedir. Orta düzeyde İngilizce bilmektedir.

Umut Çağatay ELGAY, 12 Ekim 1996 tarihinde Sakarya'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Sarıyer İlköğretim Okulu'nda derece ile tamamladı.2015 Yılında Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği lisans eğitimine başladı. İyi düzeyde Autocad ve Solidworks ,orta düzeyde İngilizce bilmektedir.

Mahmut Nedim ÖZBAY, 19.08.1996 tarihinde Şanlıurfa ilinde doğdu. İlköğretimini Yenişehir İlköğretim Okulu'nda orta öğretimini Tatlıses İlköğretim Okulu'nda tamamladı. Lise öğrenimini Şanlıurfa Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Lisans öğrenimi Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde devam etmektedir. Orta düzeyde İngilizce bilmektedir. Orta düzeyde Autocad ve Solidworks bilmektedir.

Zeki Batuhan YAKUT, 01.01.1997 tarihinde Kütahya'da doğdu. İlk ve orta öğretimini Donanma İlköğretim Okulu'nda tamamladı. Lise öğretimini Atılım Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Lisans öğretimini Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde devam etmektedir. Orta düzey İngilizce ve başlangıç düzeyi Almanca ve orta düzeyde MatLab ve Autocad bilmektedir.