

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: SUNSHINE

PROJE ADI: Işığın Stirling Motor İle Enerjiye Dönüşümü

BAŞVURU ID: 364021

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İçindekiler Tablosu

1.	Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
2.	Problem/Sorun:.....	3
3.	Çözüm	4
3.1.	Çözüm Önerisi ve Sorunların Çözümü.....	4
3.2.	Proje Bileşenleri	5
3.2.1.	Güneş Takip Sistemi	5
3.2.2.	Gölge Sensörü	5
3.2.3.	Parabolik Çanak (Kolektör)	5
3.2.4.	Lineer Aktüatör	5
3.2.5.	Redüktörlü Motor.....	5
3.2.6.	Stirling Motor (Sıcak Hava Motoru).....	5
3.2.7.	Alternatör	6
3.2.8.	Regülatör	6
3.2.9.	Şarj Modülü-Deşarj Modülü	6
3.2.10.	Bataryalar	6
3.3.11.	Su Pompası.....	6
4.	Yöntem	6
5.	Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	7
6.	Uygulanabilirlik	9
7.	Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	9
8.	Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)	10
9.	Riskler	10
10.	Şekil, Grafik ve Görseller.....	13
11.	Kaynakça.....	15

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bugün dünya çapındaki kaygılar yenilenebilir enerjinin en iyi nasıl kullanımı ve gelişen teknoloji ile çevre kirliliğini azaltma konusundaki kaygılardır. Projemizde Güneş Takip Sistemi ve Stirling Motor kullanılarak elektrik üretmek; üretilen elektrik ile kuyu ve yeraltı sularının çıkarılmasının yanında ihtiyaca yönelik olarak kullanılması ve devamlılığının sağlanması, enerjinin en iyi şekilde kullanılması ve çevre kirliliğine yönelik kaygıların giderilmesi amaçlanmıştır. Projemiz yenilenebilir enerji kaynaklarıyla kesintisiz ve sürdürülebilir enerjiyi sağlayabilen bir tasarıma sahiptir. Projemizde kullandığımız Stirling motorlar (sıcak hava motorları) enerji kullanımında bunun en iyi örnekleridir. Projemizde parabolik bir çanak içerisine aynalar monte edilmiştir. Parabolik çanakta ışığın odaklanacağı noktaya stirling motor ve stirling motora bağlı alternatör yerleştirilmiştir. Güneş takip çubuğu (sistemi) güneşi 90° (dik açılı) bir şekilde bulmak için Güneş Takip Kontrol Kartına sürekli olarak sinyal gönderir. Güneş Takip Kontrol Kartı Güneş ışınlarını 90° de yakalayana kadar Parabolik Çanağı yukarı-aşağı ve sağ-sol hareketleri ile çevirir. Güneş takip sistemi güneşi 90° (dik açılı) bir şekilde bulduktan sonra Parabolik Çanağın hareketi durur ve ışığı 600-2000 yoğunlaştırma oranı ile stirling motorun bulunduğu noktaya odaklar. Odaklanan ışık parabolik çanağın çapına göre 500-1500 °C arasında bir değere ulaşarak stirling motoru (sıcak hava motoru) çalıştırır (güneş ışınımındaki termal enerji mekanik enerjiye çevrilir). Harekete geçen stirling motorlar bağlı olan alternatörleri harekete geçirerek elektrik üretmeye başlar (mekanik enerji, elektrik enerjisine çevrilmiş olur). Üretilen elektrik enerjisi de kontrol panosunda bulunan bataryalarda depolanır. Bataryalarda depolanan elektrik enerjisi ile günün her saatinde gece veya güneşin olmadığı saatlerde bile elektrik enerji ihtiyacı sağlanmış olur. Bu sistemin yüksek verimli, modüler, otonom işletilen ve kendinden hibrit bir yapısı vardır (Şekil-1). Bu sayede; elektrik üretilebilmek ve üretilen elektrik enerjisi ile su kuyularından su çıkartılması, insanların elektrik enerjisi ile sulama ve tarımsal sulama ihtiyaçlarına cevap verebilmektir. Gelecekte stirling motorların güneş pillerinin ve diğer güneşten elektrik üreten yapıların yerini alacağı düşünülmektedir.

2. Problem/Sorun:

Dünya nüfusunun sürekli artmasına bağlı olarak devletler ve milletlerin de enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Artan bu enerji gereksinimi, birincil enerji kaynaklarının tükenmesine neden olmakta, bunun yanı sıra birincil enerji kaynağı olarak kullanılan petrol ve türevleri gibi fosil yakıtların kullanımı sonrası ortaya çıkan zararlı gazlar hem çevreye, hem de canlılara çok büyük zararlar vermektedir. Tüm bunlar düşünüldüğünde insanlığı alternatif enerji kaynakları bulma konusunda araştırmalara sevk etmektedir.

Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarının çok sağlıklı olmadığı dolayısıyla daha temiz, güvenli ve bağımsız enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir. Güneş dünyanın en önemli enerji kaynağıdır. Yakın zamana kadar aktif bir şekilde enerji kaynağı olarak kullanılmasa da günümüzde hem yenilenebilir hem de temiz enerjinin vazgeçilmez bir kaynağı haline gelmiştir. Çevre kirliliği gibi önemli sorunları ortadan kaldıran, kullanılması kolay bir teknolojiye sahip olan ve uzun süreli bir verim vaat eden güneş enerji sistemleri üzerinde yoğun çalışmalar sürdürülmektedir.

Yaşadığımız çağda aydınlatma, ısınma, içme sularının yer altından çıkarılması gibi insanlığın gereksinimleri elektrik enerjisi ile mümkün ve kolay hale gelmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Departmanı, Dünya Bankası ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından hazırlanan SDG-7 (Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi)'yi İzleme: Enerji İlerleme Raporu-2021 raporuna göre Son 10 yılda küresel olarak 1 milyardan fazla insan elektriğe erişirken, koronavirüsün finansal etkisi, çoğunluğu Afrika'da bulunan 30 milyondan fazla insan için temel elektrik hizmetlerini karşılanamaz hale getirdiği belirtilmiştir.

Doğadaki hemen hemen bütün olaylar; rüzgâr, deniz dalgaları, okyanustaki sıcaklık farkları, iklim değişiklikleri güneş enerjisindeki değişimler sebebiyle gerçekleşmektedir. Ayrıca güneş enerjisi diğer enerji türlerine göre daha temiz ve daha güvenli olduğu için son yıllarda daha çok tercih edilmektedir. Dünyaya gelen güneş enerjisi (radyasyon) Şekil 2'de temsili olarak gösterilmiştir. Gelen ışınının % 6'sı atmosferden, % 20'si bulutlardan ve % 4'ü yeryüzünden yansımaktayken; % 16'sı atmosfer, % 3'ü bulutlar ve % 51'i kara ve denizler tarafından emilmektedir.

Ülkemiz 36° ve 42° enlemleri arasında kuzey yarımkürede yer aldığı için güneş enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Türkiye'nin yıllık güneş enerji potansiyeli 1,3 milyar ton petrole eşittir. Türkiye'nin Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.741,07 saat olup ortalama yıllık toplam ışınım değeri 1.527,46 kWh/m² olarak tespit edilmiştir. Şekil 3'te Türkiye'nin yıllık güneş radyasyonu atlası görülmektedir. Şekil 4'te ise Türkiye'nin 1991-2020 yılları arasındaki Ortalama Güneşlenme Süresini gösteren harita bulunmaktadır. Şekil 3 ve 4'te görüldüğü gibi özellikle Ege, İç Anadolu, Güney Doğu Anadolu ve Akdeniz bölgeleri güneş enerjisi uygulamaları için oldukça elverişlidir.

Ülkemizde elektriğin yaklaşık %50'si Doğalgaz, kömür gibi sera gazı salınımı yüksek yakıtlarla, %32'si su kaynaklı Hidroelektrik Santrallerle, % 18'i ise Güneş, Rüzgar ve Jeotermal ısı kaynaklarıyla üretilmektedir. **Tüm bu bilgiler ışığında** artan enerji ihtiyacını; yenilenebilir, temiz, çevre dostu, düşük maliyetli, bağımsız, yeşil enerji kaynağı ve projemizin enerji kaynağı olan ve güneş enerjisi ile gidermek mümkündür.

3. Çözüm

3.1. Çözüm Önerisi ve Sorunların Çözümü

İnsanlığın elektrik gereksinimi, tükenmekte olan enerji kaynaklarını (kömür, doğalgaz vb) kullanan santraller yerine, daha kolay kurulabilen, eşdeğerlerine göre daha az maliyetli enerji üreten sistemler ile enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, yenilenebilir, çevre dostu enerji kaynakları kullanılarak mümkündür.

Dünya'da 80 ülke su sıkıntısı çekmekte, 844 Milyon insan ise içme suyu hizmetine erişememektedir. Dünya nüfusunun dörtte birinden fazlası olan 2,1 Milyar insan temiz suya ulaşamadığı göz önüne alındığında, erişilemeyen yer altı sularının insanlığın hizmetine sunulması projemiz ile daha kolay hale gelecektir.

Projemiz; elektrik enerjisinin ulaşmadığı veya olmadığı bölge, şehir ve yerleşim yerlerinde güneşlenme süresi boyunca güneş enerjisinden maksimum düzeyde faydalanmak suretiyle elektrik enerjisi üretmek ve üretilen elektrik ile hem enerji ihtiyacı karşılanması hem de yeraltı içme sularına ulaşılması üzerine kuruludur.

Projemizde kullandığımız Stirling Güneş Çanağı Sistemi, birçok yönden avantajlıdır. Öncelikli olarak çevre dostu olması, en küçük ısı değişikliklerine duyarlı olması, elektriğin mümkün olmadığı veya iletilemediği yerlerde kullanılabilir olması, düşük maliyetli olması, çok sessiz çalışabilmesi bu avantajlardan bir kaçıdır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda Stirling Güneş Çanağı Sisteminden % 30 ile % 40 arasında bir verimle elektrik üretilebildiği kanıtlanmıştır.

3.2. Proje Bileşenleri

3.2.1. Güneş Takip Sistemi

Güneşin ışınlarını algılayan ve algıladıktan sonra güneş takip kontrol kartına sinyal ve komut göndererek Lineer Aktüatör ve Redüktörlü Motoru devreye alıp güneşin dik açıyla yakalamak için harekete geçiren bileşendir.

3.2.2. Gölge Sensörü

Gölge Sensörü, güneşin olmadığı ya da havanın bulutlu olduğu yani kapalı olduğu zaman dilimlerinde güneş takip sistemini uyku moduna alır. Bu durumda, depolanan enerji bataryalarda devreye girerek gerekli olan enerji ihtiyacını karşılamaya devam eder.

Gölge Sensörü, ortamdaki doğal ışık seviyesine bağlı olarak sistemin otomatik olarak açılıp kapanması bir değerinde olacak şekilde sistemin çalışmasını sağlayan sensördür.

3.2.3. Parabolik Çanak (Kolektör)

Projemizde 120 cm çapındaki Çanak Uydu Anten içerisine Parabolik ayna dilimleri yerleştirilerek güneşten gelen ışığın aynalar tarafından yansıtılarak tek bir odak noktasında (F) toplanması sağlanmıştır.

Projemizde içbükey bir yansıtıcı ayna ile parabolik çanak yoğunlaştırıcının küçük bir modeli üretilmiştir. Bu sayede küçük bir alandan daha fazla enerjinin suya aktarılması hedeflenmiştir. Güneşin dik açısını bulduğu anda güneşten gelen ışığın aynalar tarafından yansıtılarak tek bir odak noktasında (8 cm çapında) (F) toplanması sağlanmıştır.

3.2.4. Lineer Aktüatör

Sistemin güneşi kuzey-güney doğrultusunda takip etmesi için lineer aktüatör tercih edilmiştir. Lineer motorların sağladığı dönüş hareketini lineer ya da düz itme/çekme hareketine dönüştüren bir aktüatör türüdür. Projemizde kullanılan elektrikli lineer aktüatörler, hassas doğrulukta ve kusursuz bir şekilde kontrol edilebildiği; basit, güvenli ve pürüzsüz hareket sağladığı için tercih edilmiştir. 17mm/sn hız, 12V DC gerilimde çalışabilen ve 500 N Yük taşıma kapasitesine sahiptir.

3.2.5. Redüktörlü Motor

Sisteme güneşi iki eksende takip eden bir motor mekanizması sisteme eklendiğini daha önce belirtmiştik. Işığa duyarlı optik sensörden gelen sinyallere göre ofset çanağın Doğu- batı doğrultusunda hareketi için redüktörlü bir motor kullanılmıştır.

3.2.6. Stirling Motor (Sıcak Hava Motoru)

Odak Noktasının bulunduğu yerde 3 adet stirling motor (sıcak hava motoru) bulunmaktadır. Stirling Motorun çalışma prensibine kısaca değinecek olursak sıcak hava motorları, farklı

sıcaklıktaki iş akışkanının genişletilmesi ve sıkıştırılması işlemlerinin kapalı ve rejeneratif bir çevrim olan Stirling çevrimi boyunca tekrarlandığı termal sistemlerdir. Stirling çevrimine göre çalışan bir sıcak hava motoru temel olarak iki pistondan oluşmaktadır. Pistonlardan bir tanesi yer değiştirme pistonu olarak adlandırılır ve görevi çevrim akışkanını sıcak ve soğuk bölge arasında nakletmektir. Diğer piston güç pistonu olarak adlandırılır ve motordaki gücü üreten pistondur. Bir ısı makinesi enerjinin sıcak bölgeden, soğuk bölgeye aktarılmasını sağlar, bu işlem içinde enerjinin bir kısmı mekanik işe dönüşür. Çevrim tersinirdir (yani tersine de gerçekleşebilir). Sistem bir dış kuvvet ile çalışabilir ve işlem içinde soğuk sistemden, sıcak sisteme ısı aktarılabilir, bu şekilde bir ısı makinesinden çok bir soğutucu olarak çalışır ve bu sisteme Carnot Çevrimi adı verilir. Carnot çevrimine göre; sıcak ve soğuk ısı kaynaklarının sıcaklıkları arasındaki fark arttıkça ısı verim artmaktadır. Bu çalışma prensibine göre odak noktasında bulunan stirling motor; yüksek düzeyde ısı ve ışığın etkisi ile harekete geçmektedir.

3.2.7. Alternatör

Sıcak havanın etkisiyle çalışan stirling motor, bağlı olduğu alternatörü harekete geçirerek mekanik enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Alternatör DC, 12 V gerilim üretmektedir. Her bir stirling motora alternatör bağlanmıştır.

3.2.8. Regülatör

Voltaj regülatörü ya da kısaca regülatör; bir güç kaynağına bağlı olarak çalışan ya da şarj olan makine ve cihazların bağlı oldukları süre boyunca doğru voltaj seviyesine maruz kalmalarını sağlayan bir sistemdir. Projede kullandığımız lineer yani ileri beslemeli ya da negatif geri beslemeli olarak çalışan regülatör, olası bir voltaj değişikliği durumunda tampon görevi görerek bataryaya bağlı makine ya da cihaz donanımlarının zarar görmesini önler.

3.2.9. Şarj Modülü-Deşarj Modülü

Şarj - Deşarj Modülü, şarj edilebilir bataryalarımızı korunaklı bir şekilde şarj etmenize olanak sağlayan röleli bir devredir. Üst (2,75 V) ve alt (12,6V) voltaj değerleri dışına çıktığında üzerinde yer alan röleyi kapatarak bataryaları korumanıza olanak sağlayan Modül kullanılmıştır.

3.2.10. Bataryalar

Enerji devamlılığını sağlamak için uzun ömürlü, daha hafif, daha güçlü bir seviyeye kadar daha hızlı şarj olabilen 3S 4P 12 adet Lityum-İyon Pil kullanılmıştır.

3.3.11. Su Pompası

Projemizde 12 V, 4,8 W güç harcayan ve saatte 240 litre su akışı sağlayan mini dalgıç su pompası tercih edilmiştir.

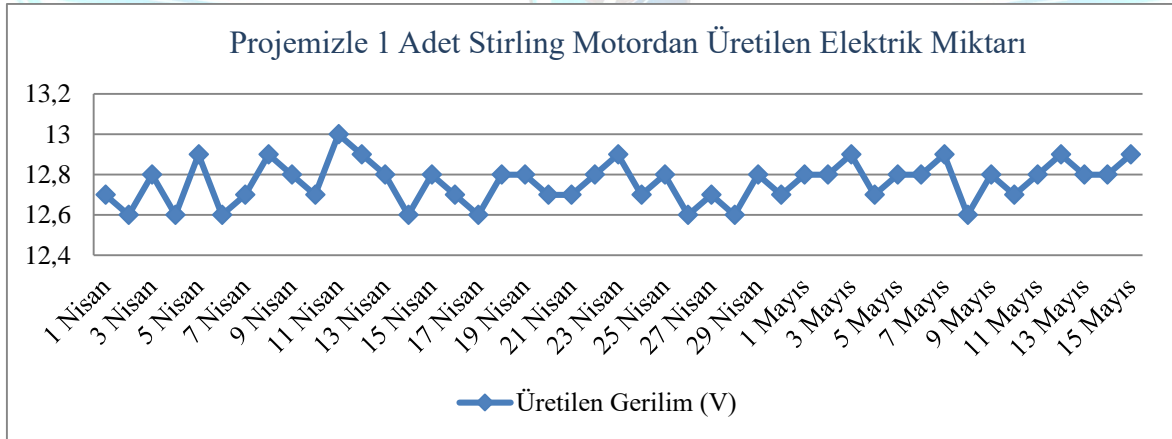
4. Yöntem

Projemizde ışık toplayıcı olarak Çanak Uydu Antenlerinin çalışma prensibinden yararlanılmıştır. Çanak Uydu Antenleri dünyanın yörüngesindeki uydudan gelen sinyalleri parabolik görünümü ile LNB'nin olduğu noktaya odaklayarak görüntü ve ses aktarımını en kaliteli bir şekilde almaktadır. İkinci olarak; Fizikte sık rastlanan Çukur Aynanın yansıtma özelliğinden yararlanılarak Çanak Uydu Anten içerisine Parabolik ayna dilimleri yerleştirilerek, her dilim ayna aynı noktada odaklandırılıp güneşten gelen ışığın aynalar tarafından yansıtılarak tek bir odak noktasında (F) toplanması sağlanmıştır.

Üretilen Prototip Deney Sonuçları

Projemiz 01 Nisan – 15 Mayıs 2022 tarihlerinde, haftada 4 gün boyunca saat 10.00-16.30 arasında; gece ise saat 21.00-02.00 saatleri arasında test edilmiştir. Parabolik Çanak, güneşin

ışınlarını dik konumda alıp stirling motora odakladıktan sonra, stirling motorlar çalışmaya başlamıştır. Stirling motorlar 20 W gücünde mekanik enerji üretmiştir. Stirling motora bağlı alternatörler ile elektrik enerjisi üretilmektedir. Üretilen elektrik gerilimi regülatörler ile dalgalanmanın önüne geçilerek 12 V olarak ölçülmüş ve regüle edilen gerilim bataryalarda depolanmaktadır. Batarya olarak 3S 4P 12 adet Lityum-İyon PİL kullanılmış olup; her bir pilin tam dolma süresi yaklaşık 1 saat olarak tespit edilmiştir. Bataryadaki her bir pil tam dolu olduğunda 8W'lık enerjiyi; toplamda 96 W'lık bir enerjiyi depolamış olur. Güneş takip sistemini oluşturan Lineer Aktüatör 1 saatte 3,78 W; Redüktörlü Motor 2,14 W enerji harcamaktadır. Lineer Aktüatör ve Redüktörlü Motorların bir günde toplam en fazla 10 dakika çalıştığı görülmüştür. Güneş takip sistemine ait kontrol kartının tükettiği enerjinin bekleme modunda 2W; uyku modunda 0,5 W olduğu ölçülmüştür. Projede kullanmış olduğumuz su pompası 4,8W bir güç harcıyarak 3 metre yüksekliğe kadar maksimum 240 litre su çıkarmıştır. Güneş enerjisinin olmadığı 21.00-02.00 saat aralığında sistem bataryada depolanan enerjiyi kullanarak su çıkarmaya devam etmiştir. Regülatörler ile bataryalar arasında Şarj-Deşarj Modülü konulmuştur. Şarj Modülünün pillerdeki gerilim 12,6V'a ulaştığında enerjiyi kestiği görülmüştür. Deşarj modülünün ise pillerin geriliminin 2,75V'un altına düşmesini engellediği tespit edilmiştir.



5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Karşılaştırmalı Güneş Enerjisi Kolektörleri	
Hareket Tipi: Sabit	
Düz Güneş Kolektörleri	
Yoğunlaştırma Oranı : 1	Sıcaklık Aralığı °C : 30-80 °C
Genellikle düzlemsel güneş kolektörü kalıcı bir şekilde sabitlenir ve güneşin izlenmesi gerekmez. Genellikle düzlemsel güneş kolektörü 100°C'ye kadar düşük sıcaklıklı uygulamalar için kullanılır	
Vakumlu Güneş Kolektörleri	
Yoğunlaştırma Oranı : 1	Sıcaklık Aralığı °C : 50-200 °C
Bu güneş kolektörleri, vakumla kapatılmış bir cam tüpün içerisinde bir bakır ısıl borusundan oluşur. soğuk, bulutlu ve rüzgârlı günlerde koşullar olumsuz olduğunda, faydaları büyük ölçüde azalır	
Bileşik Parabolik Kolektörleri	

Yoğunlaştırma Oranı : 1-5	Sıcaklık Aralığı °C : <u>60-240 °C</u>
Yutucu yüzey üzerine güneş ışınımı düşmeyen kolektörlerdir. Bu yoğunlaştırıcılar, güneşten gelen tüm ışınları (direkt ve difüz) yutucu üzerine geniş sınırlar içerisinde yansıtma yeteneğine sahiptir.	
Hareket Tipi: Tek Eksenli İzleme	
Doğrusal Fresnel Reflektörü	
Yoğunlaştırma Oranı : 10-40	Sıcaklık Aralığı °C : <u>60-250 °C</u>
Fresnel yansıtıcı teknolojisi, ışığı bir kuleye monte edilmiş sabit bir alıcıya odaklayan bir dizi doğrusal ayna şeridinden oluşur. Fresnel yansıtıcısı, teknolojisindeki zorluk, yan yana bulunan yansıtıcılar arasında gölgelenmenin önlenmesi, yansıtıcılar arasında daha fazla boşluk bırakılmasına neden olmaktadır.	
Parabolik Oluk Kolektörü	
Yoğunlaştırma Oranı : 15-45	Sıcaklık Aralığı °C : <u>60-300 °C</u>
Parabolik oluk güneş kolektörleri, bir yansıtıcı malzeme tabakasını parabolik bir şekle bükerek yapılır. Parabol yansıtıcı güneşe doğru yönelmiş olduğunda, yansıtıcıya gelen paralel ışınlar alıcı tüp üzerine yansıtılır. Güneş tek eksenle izlenmesi yeterlidir	
Hareket Tipi: İki Eksenli İzleme	
Parabolik Çanak Kolektörü	
Yoğunlaştırma Oranı : 600-2000	Sıcaklık Aralığı °C : <u>500-1500 °C</u>
Parabolik çanak yansıtıcı, güneşi iki eksenle takip eden ve güneş enerjisini çanağın odak noktasında bulunan bir alıcıya yoğunlaştıran noktasal odaklı bir kolektördür. Projemizde kullandığımız kolektördür.	
Heliostat Kolektörü	
Yoğunlaştırma Oranı : 600-2000	Sıcaklık Aralığı °C : <u>150-2000 °C</u>
Aşırı yüksek radyant enerji girişleri için, direkt güneş ışınımını ortak bir hedefe yansıtmak için çok sayıda düz ayna veya heliostat kullanılır. Heliostatlar üzerinde hafif içbükey şekilli ayna parçaları kullanarak, yüksek sıcaklıkta ve basınçta buhar üretmek için büyük miktarda termal enerjiyi bir buhar eşanjörüne gönderir.	

Projemizde kullandığımız Parabolik Çanak Yansıtıcılar (Kolektör), güneşi iki eksenle takip eden ve güneş enerjisini çanağın odak noktasında bulunan bir alıcıya yoğunlaştıran noktasal odaklı bir kolektördür. Bu tipteki yansıtıcılar güneş ışınlarını termal alıcıya yansıtmak için güneşi sürekli olarak takip etmektedir. Parabolik çanak sistemleri, 1500 C°'nin üstündeki sıcaklıklara ulaşabilen bir yapıya sahiptir. Parabolik çanakların birkaç önemli avantajı vardır: Küçük bir emici alana sahip olduğu için, daha az radyasyon kaybı vardır. Çizelge 2'de görüldüğü üzere her zaman güneşi takip ettiği için, tüm kolektör sistemlerinin en verimli olanıdır. Tipik olarak 600-2000 Aralığında yoğunlaştırma oranlarına sahiptir ve bu nedenle ısı enerjisi emme ve güç dönüşüm sistemlerinde oldukça verimlidirler. Sabit ve Tek Eksenli Kolektörlere göre daha fazla yoğunlaşma ve sıcaklık aralığı daha fazla olan kolektör özelliğine sahiptir. Benzer kolektör olan Heliostat kolektörü ise çok geniş bir arazi üzerinde ışığı büyük bir kule üzerine ve tek bir noktaya odaklamaktadır. Ancak; projemizde kullandığımız Parabolik Çanak Yansıtıcılar (Kolektör) az yer kaplamakta ve birbirinden bağımsız Parabolik Çanak Yansıtıcıların (Kolektör) entegre olmasıyla çalışmaktadır. Ayrıca; Kullanılan Stirling motorları

Proje Ön Değerlendirme Raporu ve Proje Tanıtım Videosunun hazırlanması ve Yüklenmesi									
Projedeki Donanımlarının Birleştirilmesi Aşaması									
Sistemin Çalıştırılması ve Test Edilmesi									
Proje Detay Raporunun ile Proje Videosunun Hazırlanması ve Yüklenmesi									
Proje testlerine devam edilmesi ve iyileştirmelerin yapılması									

Projemizin tahmini bütçesi 18.020,00-TL'dir. Projemizde kullandığımız tüm ürünler kolay temin edilebilir ve uzun kullanım ömrüne sahiptir. Piyasadan hazır temin edilen parçaların seri olarak üretilmesi maliyeti daha da azaltacaktır. Diğer güneş panellerine toz, kir, çamur kalıntıları bulaştığında verimi düşerken; parabolik çanak sistem toz, kir ve çamur kalıntılarında minimum düzeyde etkilenmektedir.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Projemiz temel elektrik hizmetlerine erişim sağlayamayan ve enerji olmadığı için temel su ihtiyacını karşılamayan insanların faydalanacağı bir projedir. Ayrıca; yenilenebilir enerji kaynağına sahip olduğu için yıl içindeki güneşli gün sayısının çok olduğu, güneş ışınlarının gün içinde uzun zaman faydalanma süresi sağladığı ve bunun yanında su altı kaynağınca zengin olan yerlerde insanlığın hizmetine sürekli ve devamlı olarak sunulacak projedir.

Temel elektrik ve su ihtiyaçlarının yanında; tarım arazilerinin sulanması, hayvansal sulama yapılması geçimini bu yollarla sağlayan insanlar tarafından ucuz, yenilenebilir, temiz, çevre dostu, düşük maliyetli, bağımsız olduğu için daha çok tercih edilecektir.

9. Riskler

Projeyi olumsuz yönde etkileyecek unsurlar (riskler)

Sorun 1: Projede güneş ışığından faydalandığı için bulutlu havalarda ve güneşin olmadığı saatlerde sistem çalışmayacaktır.

Çözüm 1: Sorunun çözümü için bataryalar kullanılmıştır. Güneşli gün ve saatlerde bataryalar tamamen şarj edilmiş; bulutlu havalarda ve güneşin olmadığı saatlerde sistemin devamlı olarak çalışması sağlanmıştır.

Sorun 2: Güneş ışınımının fazla olmasından dolayı üretilen gerilimin (voltaj) sabit olmamasıdır.

Çözüm 2: Voltaj değişkenliği ise regülatör kullanılarak 12 V değerinde sabitlenmiştir.

Sorun 3: Güneş ışınlarıyla elektrik üreten güneş hücre panelleri ağır metaller ve katkı maddeleri içermektedir.

Çözüm 3: Projemizde ağır metaller (arsenit, kurşun, bakır, galyum, kadmiyum vb) ve katkı maddeleri kullanılmamıştır. İnsan sağlığına ve doğayı olumsuz etkileyecek malzemeler kullanılmamıştır.

S.N	Malzeme Adı	Adet	Fiyat (TL)	Toplam Fiyat (TL)
1	Ofset Çanak Anten 120 cm	1	900,00	900,00
2	P220 Yataklı Rulman	2	85,00	170,00
3	Esnek Ayna	1	350,00	350,00
4	Mini Yüksek Verimli Su Pompası	1	150,00	150,00
5	DC 12V Redüktörlü Motor	1	600,00	600,00
6	DC 12 V 500N Lineer Aktüatör	1	1.200,00	1.200,00
7	Stirling Motor	3	3.000,00	9.000,00
8	Alternatör	3	250,00	750,00
9	Li-On Pil	12	50,00	600,00
10	Şarj Modülü 3S BMS	1	150,00	150,00
11	3 Eksenli Güneş Takip Cihaz Kontrol Kartı	1	2.100,00	2.100,00
12	3 Eksenli Güneş Takip Sensörü	1	1.050,00	1.050,00
13	3 Eksenli Güneş Takip Cihaz Gölge Sensörü	1	1.000,00	1.000,00
TOPLAM				18.020,00

Tablo-1 Malzeme ve Fiyat Listesi

R=Olasılık x Etki			Etki				
			Çok Ciddi	Ciddi	Orta	Hafif	Çok Hafif
			5	4	3	2	1
Olasılık	Çok Yüksek	5	25	20	15	10	5
	Yüksek	4	20	16	12	8	4
	Orta	3	15	12	9	6	3
	Küçük	2	10	8	6	4	2
	Çok Küçük	1	5	4	3	2	1

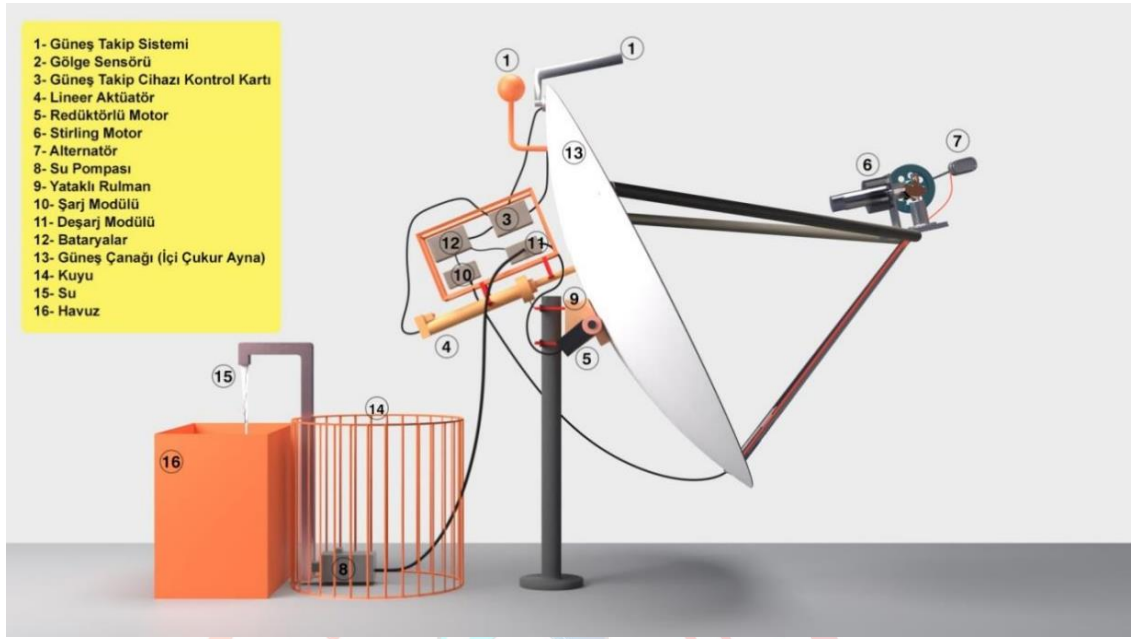
Tablo-2 Olasılık – Etki Matrisi

İş No	İşin Tanımı	Kimler Tarafından Yapılacağı	AYLAR									
			Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	
1	Başvuru Sürecinin Takibi ve Takım Başvurusunun Yapılması	Gürhan AKKURT										
		Mustafa Şaban KESER	X	X	X							
		Süleyman Eren AKPINAR										
2	Literatür Taraması Yapılması	Emre ARSLAN										
		Mustafa Şaban KESER										
		Gürhan AKKURT	X	X	X							
		Süleyman Eren AKPINAR										
		Nisa AKTAŞ										
		Bilgehan GÜRBÜZ										
3	Projede Kullanılacak	Emre ARSLAN			X	X	X					

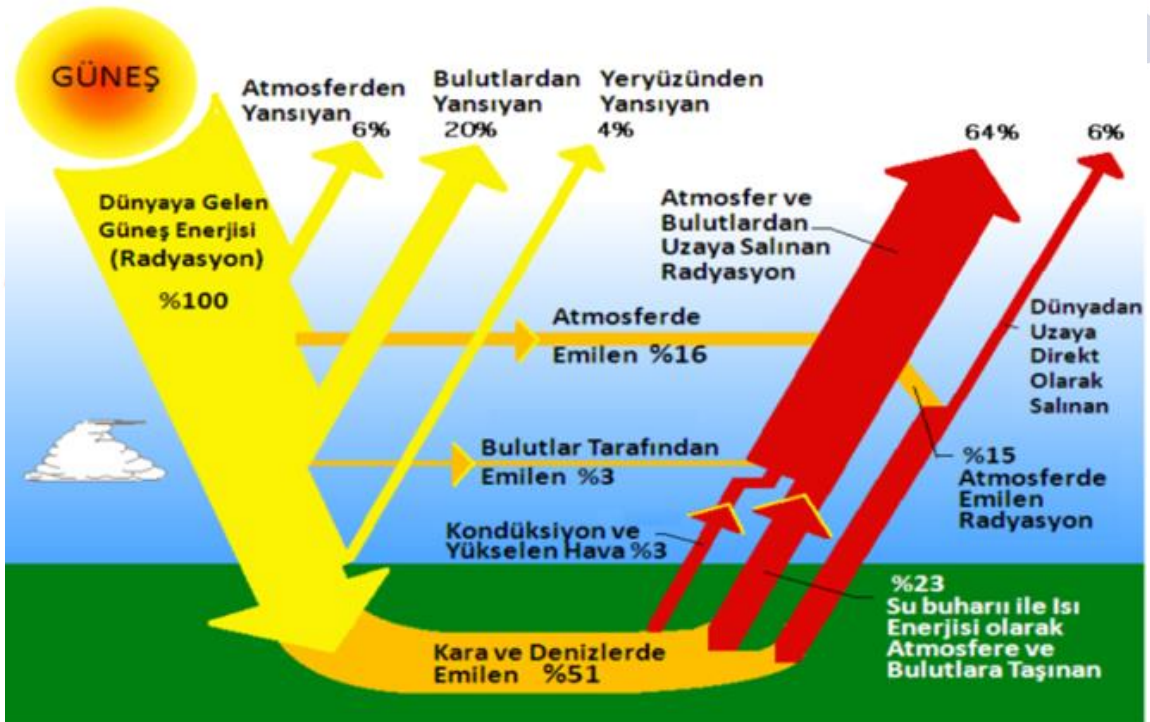
	Malzemelerin Belirlenmesi ve satın alınması	Mustafa Şaban KESER											
		Gürhan AKKURT											
4	Projenin tasarımının yapılması	Emre ARSLAN								X			
		Mustafa Şaban KESER											
		Gürhan AKKURT											
		Süleyman Eren AKPINAR											
		Nisa AKTAŞ											
		Bilgehan GÜRBÜZ											
5	Proje Değerlendirme Raporu ve Proje Tanıtım Videosunun hazırlanması ve Yüklenmesi	Emre ARSLAN											
		Mustafa Şaban KESER											
		Gürhan AKKURT											
		Süleyman Eren AKPINAR						X	X	X			
		Nisa AKTAŞ											
		Bilgehan GÜRBÜZ											
6	Projedeki Donanımlarının Birleştirilmesi Aşaması	Emre ARSLAN											
		Mustafa Şaban KESER											
		Gürhan AKKURT											
		Süleyman Eren AKPINAR									X		
		Nisa AKTAŞ											
		Bilgehan GÜRBÜZ											
7	Sistemin Çalıştırılması ve Test Edilmesi	Emre ARSLAN											
		Mustafa Şaban KESER											
		Gürhan AKKURT											
		Süleyman Eren AKPINAR									X	X	
		Nisa AKTAŞ											
		Bilgehan GÜRBÜZ											
8	Proje Detay Raporunun ile Proje Videosunun Hazırlanması ve Yüklenmesi	Emre ARSLAN											
		Mustafa Şaban KESER											
		Gürhan AKKURT											
		Süleyman Eren AKPINAR								X	X		
		Nisa AKTAŞ											
		Bilgehan GÜRBÜZ											
9	Proje testlerine devam edilmesi ve iyileştirmelerin yapılması	Emre ARSLAN											
		Mustafa Şaban KESER											
		Gürhan AKKURT											
		Süleyman Eren AKPINAR								X	X	X	X
		Nisa AKTAŞ											
		Bilgehan GÜRBÜZ											

Tablo-3 İş Paketleri ve Süreçleri Tablosu

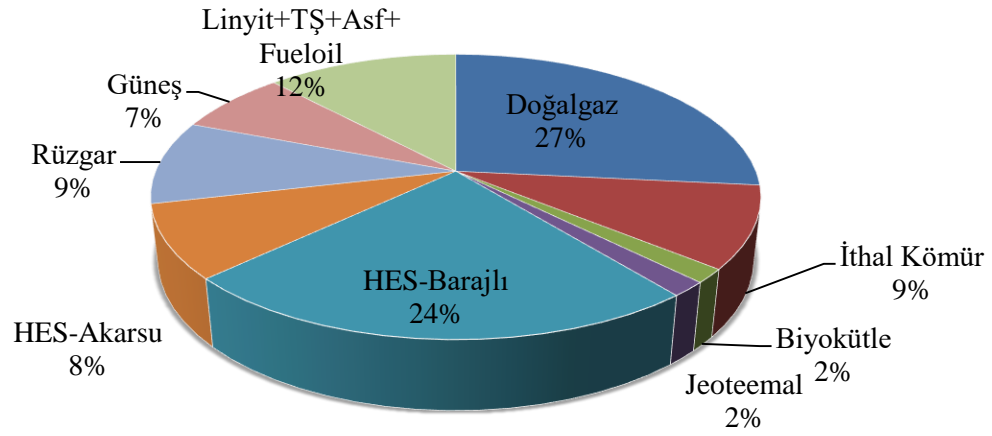
10. Şekil, Grafik ve Görseller



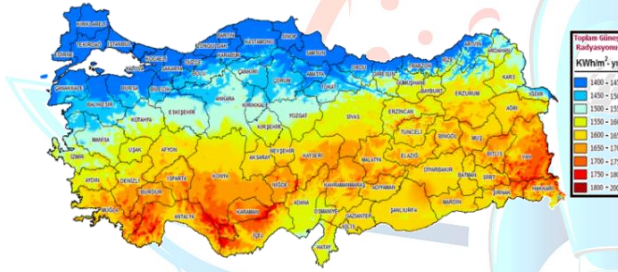
Şekil-1 Proje tasarım ve bileşenleri



Şekil 2. Güneşten gelen ışının dağılımı



Grafik-1 Elektrik Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı



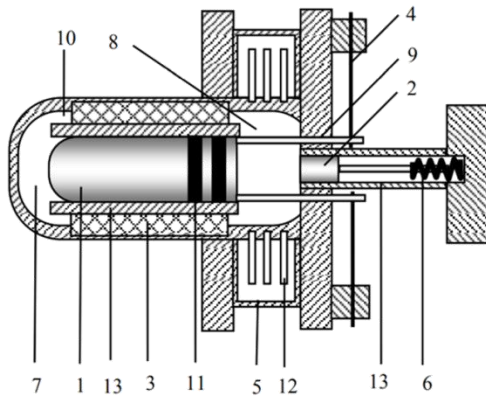
Şekil 3. Türkiye'nin yıllık toplam güneş radyasyon atlası [10].



Şekil 4. Türkiye'nin 1991-2020 Ortalama Güneşlenme Süresi [11].

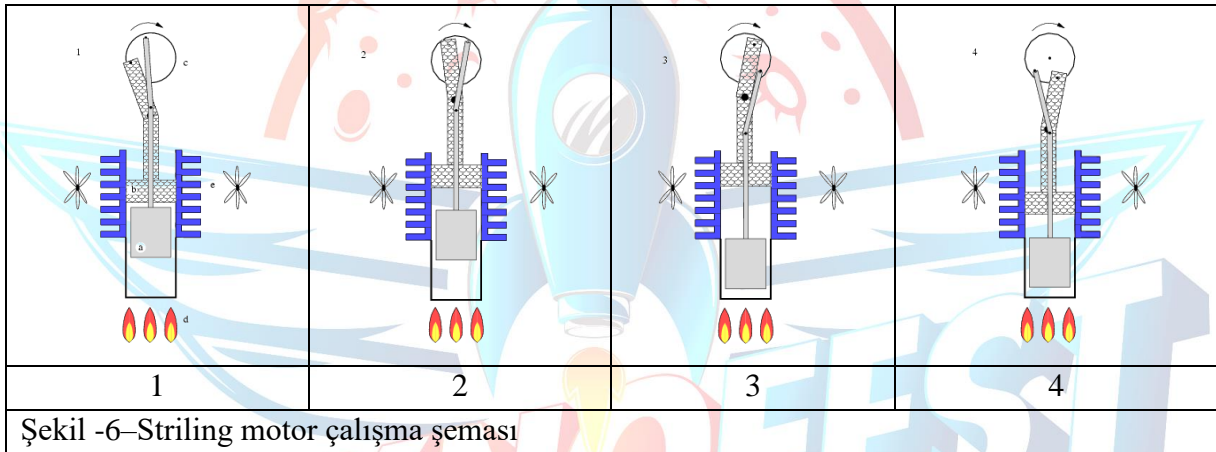


Görsel-1 Takımımız Tarafından Tasarlanan ve Yapılan Projenin Görseli

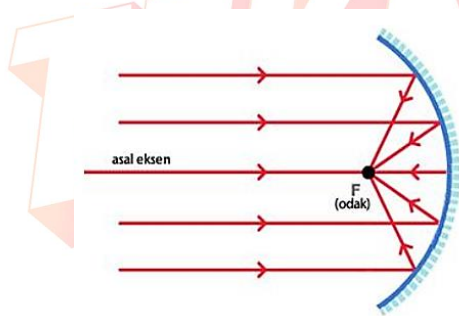


- 1) Yer Değiştirme Pistonu
- 2) Güç Pistonu
- 3) Rejeneratör
- 4) Yaprak Yay
- 5) Soğutucu Kısım
- 6) Helisel Yay
- 7) Sıcak Bölge
- 8) Soğuk Bölge
- 9) Piston Rotu
- 10) Akışkan Aktarma Kanalı
- 11) Sızdırmazlık Elemanı
- 12) Soğutma Kanatçıkları
- 13) Silindir

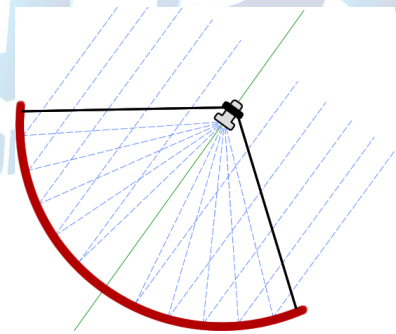
Şekil 5- Stirling Motor (Sıcak hava motorunun) parça ve kısımlarının şematik gösterimi



Şekil 6- Stirling motor çalışma şeması



Şekil 7- Parabolik Ayna Işık Yansıma Prensibi



Şekil 8- Çanak Uydu Anten Çalışma Prensibi

Projemiz tüm test aşamalarını başarıyla geçmiş ve çalışabilirliği kanıtlanmıştır. Aşağıda yer alan video linkinden yapmış olduğumuz projemizin çalışması videosu izlenebilir.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=mBWN6zFIN8M>

11. Kaynakça

1. Kimiaghalam, "Application of the multi-objective optimization method for designing a powered Stirling heat engine: Design with maximized power, thermal efficiency and

- minimized pressure loss,” *Renewable Energy*, vol. 60, pp. 313– 322, Dec. 2013.
2. E. Gholamalizadeh and S. H. Mansouri, “A comprehensive approach to design and improve a solar chimney power plant: A special case—Kerman project,” *Applied Energy*, vol. 102, pp. 975–982, Feb. 2013.
 3. Stine, W, and Harrigan, R, “Power From The Sun”, Courtesy of sandia national laboratories, chapter03, Solar thermal projects, Shenandoah, Georgia. 2014.
 4. Douglas, M, “Stirling Energy Systems”, SOLar Dish Stirling, The Arizona, USA 2004 <http://www.galaide.org/2004/05/05/a-stirling-idea/>.
 5. Metin, A, “ Sıcak Hava Motoru ”, Trakya Üniversitesi Merkez Kütüphanesi <http://193.255.140.18/Tez/0058419/METIN.pdf>.
 6. Kalker, G, Stirling Engines, Clarendon Press, Oxford, 1980.
 7. Beale, W.T., “Free Piston Stirling Engines - Some Model Tests and Simulations”, International Automotive Engineering Congress, Detroit, Michigan, 1969.
 8. Karabulut, H. “Dynamic Analysis of A Free Piston Stirling Engine Working with Closed and Open Thermodynamic Cycles”, Automotive Engineering Department, Gazi University, Ankara, Turkey, 2010.
 9. Hsu, S.T. Lin, F.Y. ve Chiou, J.S., “Heat Transfer Aspects of Stirling Power Generation Using Incinerator Waste Energy”, *Renewable Energy*, University of California - Berkeley, USA , 2003.
 10. Lane, N.W. ve Beale, W.T., “A 5KW Electric free-Piston Stirling Engine”, Proceedings of the Seventh International Conference on Stirling Cycle Machines, Tokyo, Japan, Kasım 1995.
 11. Güçlüer, D, “Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS - Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi İle Belirlenmesi ”, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
 12. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Departmanı, Dünya Bankası ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından hazırlanan SDG-7 (Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi)’i İzleme: Enerji İlerleme Raporu (2021)
 13. TEİAŞ, 2021 Yılı Elektrik Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)
 14. Dünya Su Geliştirme Raporu, Birleşmiş Milletler, <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021/> (2021)
 15. Walker, G., Stirling Engines, Clarendon Press, Oxford, England, 1980
 16. Kaya, K., Koç, E. 2015. “Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi,” *Mühendis ve Makina*, cilt 56, sayı 660, s. 61-68.
 17. Stine, W.B. and R.P. Diver, A Compendium of Solar Dish/Stirling Technology, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM: 1994. Report SAND93-7026 UC-236
 18. West, C.D., Principles and Applications of Stirling Engines, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY, 1986.
 19. Meijer, R. J., The philips stirling thermal engine, Thesis, Technische Hogeschool Delft, 99-103 (1960).
 20. Finkelstein, T., Organ, A. J., Air Engines The History, Science, and Reality of the Perfect Engine, ASME Press, New York, 1-30 (2001).
 21. Yücesu, H. S., Küçük güçlü güneş enerjili bir stirling motoru tasarımı, Doktora Tezi, Gazi

- Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 27-28 (1996).
22. Walker, G., Stirling Engines, Clarendon Press, Oxford, 47-71, 73-103, 107- 121, 124-156, 160-199, 203-233, 254-287 (1980).
 23. Çınar, C., Gama tipi bir Stirling motorunun tasarımı imali ve performans analizi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4-50 (2001).
 24. Özgören, Y. Ö., Stirling motorlarında ısı kayıplarının azaltılması için termal bariyer kullanımı, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4-54 (2004).
 25. Avustralya Hükümeti Meteoroloji Bürosu, Güneş enerjisi için iklim bilgisi <http://www.bom.gov.au/climate/data-services/solar/#tabs=Understanding> (2018)
 26. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü <https://enerji.gov.tr>
 27. Türkiye'nin 1991-2020 yılları arasındaki Ortalama Güneşlenme Süresi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü <https://mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx>

