

**DEĞİŞİK TİPLERDE TASARIMI VE İMALATI YAPILAN
GÜNEŞ OCAKLARININ PERFORMANSLARININ DENEYSEL
OLARAK İNCELENMESİ**

Öner TANIK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2012
ANKARA**

Öner TANIK tarafından hazırlanan “DEĞİŞİK TİPLERDE TASARIMI VE İMALATI YAPILAN GÜNEŞ OCAKLARININ PERFORMANSLARININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ” adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Musa Galip ÖZKAYA

Tez Danışmanı, Makine Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oybirliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Adnan SÖZEN

Makine Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Musa Galip ÖZKAYA

Makine Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Kurtuluş BORAN

Makine Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç Dr. Tayfun MENLİK

Makine Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Adnan SÖZEN

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 26/06/2012

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki tüm bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Öner TANIK

**DEĞİŞİK TİPLERDE TASARIMI VE İMALATI YAPILAN GÜNEŞ
OCAKLARININ PERFORMANSLARININ DENEYSEL OLARAK
İNCELENMESİ**
(Yüksek Lisans Tezi)

Öner TANIK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2012

ÖZET

Bu çalışmada, Ortadoğu ve Afrika ülkelerinde yaygın şekilde kullanılan ve üzerinde araştırmaların artarak devam ettiği güneş ocakları deneysel olarak incelenmiştir.

Yansıtıcı yüzeyi parlatılmış krom nikel ile kaplanmış, derinlikleri sırasıyla 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm ve her biri 60 cm çapında olan 4 adet çanak tip güneş ocağı tasarlanmıştır ve performansları test edilmiştir.

Güneş ocaklarının yerden yüksekliği 1m olup, güneşi doğu-batı ve güney-kuzey yönlerinde izleyebilecek şekilde tasarlanmıştır. Güneş ocaklarının odak ayarı elle yapılmıştır.

Performans testleri sonucunda çanaklardaki derinliğin pişirme süresine olan etkisi irdelenmiştir.

Çanak derinliği arttıkça odak noktası ile çanak arasındaki uzaklığın azaldığı, ancak pişirme süresinin de buna bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

Çanak tip güneş ocağında yapılan deneyler, elektrikli ve doğalgazlı ocaklarda da yapılarak maliyet karşılaştırması yapılmıştır.

Bilim Kodu : 708.3.015

Anahtar Kelimeler: Güneş ocağı, Tasarım, Performans

Sayfa Adedi : 77

Tez Yöneticisi : Yrd.Doç. Dr. Musa Galip ÖZKAYA

**THE EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE PERFORMANCES OF
SOLAR COOKERS DESIGNED AND PRODUCED IN DIFFERENT TYPES
(Master Thesis)**

ÖNER TANIK

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2012

ABSTRACT

In this study solar cookers, which are widely used in the Middle Eastern and African countries and about which the researches are increasingly continuing, were investigated.

4 solar cookers, the reflecting surface coated with polished chrome nickel and with a depth of 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm respectively and a radius of 60 cm each, were produced and their performances were tested.

The solar cookers' height from the ground was 1 m. They were designed to follow the sun in the directions from east to west and from south to north. The solar cookers were focused manually.

As a result of the performance tests, the effect of the depth of the dishes to the cooking time was examined.

It was observed that increasing the dishes depth decreased the distance between the focal point and the dish, but the cooking time increased accordingly.

The experiments, conducted with dish type solar cookers, were also conducted with electric and natural gas cookers and a cost comparison was made.

Science Code : 708.3.015

Key Words : Solar Cookers, Design, Performance

Page Number : 77

Adviser : Assist. Prof. Dr. Musa Galip ÖZKAYA

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Yrd. Doç. Dr. Musa Galip ÖZKAYA'ya yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Yrd. Doç. Dr. İbrahim VARIYENLİ'ye , ayrıca manevi desteğiyle çalışmalarımda beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ve teşvik eden Filiz KARABULUT' a teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
RESİMLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1.GİRİŞ	1
2.GÜNEŞ ENERJİLİ SİSTEMLER	4
2.1. Güneş Enerjisi Kullanım Alanları.....	4
2.1.1. Güneş enerjisinin olumlu yönleri	4
2.1.2. Güneş enerjisinin olumsuz yönleri.....	5
2.2. Odaklamalı Güneş Enerjisi Sistemleri.....	5
2.2.1. Sabit toplayıcılar.....	7
2.2.2. Güneşi takip eden toplayıcılar	8
2.3. Güneş Hareketini İzleme Yöntemleri.....	16
2.4. Güneş Işınımı ve Açısı	18
2.4.1. Direkt ve yayılı güneş ışınımı	19
2.5. Güneşli Pişiriciler	20
2.5.1. Isı kutulu tip güneşli pişiriciler	21
2.5.2. Isı transfer tipi pişiriciler	26
2.5.3. Odaklayıcı tip pişiriciler	27

İÇİNDEKİLER (devam)	
3.KAYNAK ARAŞTIRMASI	31
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
4.1. Güneşli pişirici için performans testi	35
4.1.1. Ortalamaların hesaplanması	35
4.1.2. Odak noktasının bulunması	35
4.1.3. Yüzey alanlarının bulunması	36
4.1.2. Ankara iline ait meteoroloji verileri.....	36
4.2. Sistem tasarımı	37
4.2.1.Çanak tipi güneş ocaklarının boyutları	39
4.2.2. Yansıtıcı yüzey malzemesi seçimi	40
5. DENEYSEL BULGULAR	43
5.1. Odak noktasının ve yüzey alanlarının hesaplanması.....	41
5.2. Çanak tip güneş ocağı deneyleri.....	44
5.3. Enerji maliyetlerinin karşılaştırması.....	50
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	54
EKLER	59
Ek-1 Deneylere ait veriler.....	60
Ek-2 Ankara ili meteoroloji verileri.....	75
ÖZGEÇMİŞ	77

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Güneş Enerjili Pişiricinin Kutu Çerçevesi İçin Tasarım Malzemesi Seçimi.....	24
Çizelge 2.2. Farklı tipte güneş ocaklarının özellikleri	29
Çizelge 4.1. Uluslararası standart test yönteminde kontrol edilemeyen iklim değişkenlerine ait değerler	36
Çizelge 5.1. Odak uzaklıklarının bulunması.....	43
Çizelge 5.2. Çanak tipi güneş ocaklarında Ağustos ayı su kaynatma deneyine ait veriler	44
Çizelge 5.3. Çanak tipi güneş ocaklarında Eylül ayı su kaynatma deneyine ait veriler.....	45
Çizelge 5.4. Ağustos ayında yapılan yumurta pişirme deneyine ait veriler	46
Çizelge 5.5. Eylül ayında yapılan yumurta pişirme deneyine ait veriler	47
Çizelge 5.6. Ağustos ayında yapılan patates pişirme deneyine ait veriler	48
Çizelge 5.7. Eylül ayı patates pişirme deneyine ait veriler	49
Çizelge 5.8. Maliyetlerin karşılaştırılması.....	50

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Parabolik oluklu güneş kolektörü şematik gösterim.....	10
Şekil 2.2. Fresnel yansıtıcılı güneş enerjisi sistemi	13
Şekil 2.3. Parabolik çanak yansıtıcı şematik gösterimi.....	14
Şekil 2.4. Tek Eksenli İzleme Yöntemleri	16
Şekil 2.5. Güneş kolektörlerinde güneş takip sistemleri	18
Şekil 4.1. Çanak tipi güneş ocağının şematik gösterimi..	38
Şekil 5.1. Ağustos ayında yapılan deneyde, çanak tipi güneş ocaklarında ulaşılan su sıcaklığı değerlerinin zamana bağlı gösterimi	45
Şekil 5.2. Eylül ayında yapılan deneyde, çanak tipi güneş ocaklarında ulaşılan su sıcaklığı değerlerinin zamana bağlı gösterimi	46
Şekil 5.3. Ağustos ayında yapılan yumurta pişirme deneyinde, pişme süresi ile su sıcaklığı arasındaki ilişkinin zamana bağlı gösterimi	47
Şekil 5.4. Eylül ayında yapılan yumurta pişirme deneyinde, pişme süresi ile su sıcaklığı arasındaki ilişkinin zamana bağlı gösterimi	48
Şekil 5.5. Ağustos ayında yapılan patates pişirme deneyinde, pişme süresi ile su sıcaklığı arasındaki ilişkinin zamana bağlı gösterimi	49
Şekil 5.6. Eylül ayında yapılan patates pişirme deneyinde, pişme süresi ile su sıcaklığı arasındaki ilişkinin zamana bağlı gösterimi	50

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Parabolik Kolektör	11
Resim 2.2. Parabolik oluklu güneş kolektörü	12
Resim 2.3. Fresnel yansıtıcı sistem	14
Resim 2.4. Heliostat sistem	15
Resim 2.5. Değişik araştırmacılar tarafından geliştirilen bazı ısı kutulu pişiriciler.....	25
Resim 2.6. Çanak tip güneş ocağı	29
Resim 2.7. Yansıtıcı tip güneş ocağı.....	29
Resim 4.2. Hareket mekanizmalarının yandan görünüşü	39
Resim 4.3. Güneş ocaklarının önden görünüşü	40

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
°C	Derece santigrad
C_w	Suyun özgül kapasitesi
D	Çap (cm)
dk	Dakika
f	Odak noktası (cm)
gr/cm^3	Özgül kütle
GS	Güneş saati
h	Derinlik (cm)
K	Kelvin
kg	Kilogram
M	Suyun kütlesi
m/s	Hız (rüzgar hızı)
m^2	Metrekare
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
r	Yarıçap
W/m^2	Güneş ışınımı
W	Pişirme gücü
T_1	Birinci kaptaki su sıcaklığı
T_2	Birinci kabın alt yüzey sıcaklığı
T_3	İkinci kaptaki su sıcaklığı
T_4	İkinci kabın alt yüzey sıcaklığı
T_5	Üçüncü kaptaki su sıcaklığı
T_6	Üçüncü kabın alt yüzey sıcaklığı
T_7	Dördüncü kaptaki su sıcaklığı

T₈

Dördüncü kabın alt yüzey sıcaklığı

TL

Türk Lirası

1.GİRİŞ

Kalkınmanın ve gelişmişliğin bir göstergesi olan enerji, bugün sahip olduğumuz uygarlığın en temel etkenlerinden birini oluşturmaktadır. Ancak son yüz yılla birlikte enerji üretim ve tüketim yöntemleri ile yerine yenisi konulamayacak enerji kaynaklarımız tüketilmekte, bunun sonucunda da doğa üzerinde geri dönüşü zor bir bozulmaya neden olunmakta ve çevre kirliliği meydana getirilmektedir.

Son yıllarda özellikle dikkat çekici boyutlara ulaşan çevre kirlenmesi, hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak fosil enerji kaynaklarının tükeniyor olması, yenilenebilir enerjilere olan ilgiyi zorunlu olarak artırmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttıran bir başka husus; petrol ve doğalgaz gibi en yaygın kullanılan iki fosil yakıt türünün belli ülkelerce tekelleştirilmesi ve ülkeler arasında enerjide bağımlılığın hızla artması sonucunda, dünyanın güvenilir ve istikrarlı geleceği için risk oluşturmasıdır.

Ülkemizde bu bağımlılık içerisinde ve yaşamsal önemdeki enerji kaynaklarını ithal yoluyla almakta, bunu sanayiden konuta, tarımdan turizme kadar her alanda kullanmaktadır. Bilinçsiz tüketim de bunlara eklenince ülkemiz için gelecek yıllar enerji açısından çok fazla iç açıcı görünmemektedir.

Bilim insanları, önümüzdeki 50 yıl içinde fosil enerji rezervlerinin tükenebileceğini öngörmekte ve üstelik bu süre içinde, hızla tükenen temiz su kaynakları için dahi ülkelerin savaşabilecekleri olasılığına dikkat çekmektedirler.

Böyle bir gelecek perspektifi içerisinde, endüstri çağının klasik yöntemleriyle enerjinin üretilmesi, iletilmesi ve tüketilmesi yerine, doğanın insanlığa sunduğu seçenekleri göz önüne almak gerekmektedir.

Bu nedenle bilim insanları, bu seçeneklerin, yani “yenilenebilir enerji kaynaklarının” geliştirilmesi ve fosil yakıtların yerinin doldurabilmesi ve yaygınlaştırılması amacıyla yoğun çalışmalar yapmaktadırlar.

Bu çalışmalar içinde güneş enerjisi araştırmaları büyük yer kaplamaktadır.

Kaynaklara göre ilk defa Sokrat (M.Ö. 400) evlerin güney yönüne fazla pencere konularak güneş ışınımının içeri alınmasını belirtmiştir.

Güneş enerjisini odaklayarak güç elde etme fikri tarihte M.Ö. 212 yılında Arşimet tarafından uygulamaya konmuştur. Arşimet yüzlerce cilalanmış içbükey metal levhayı aynı gemi üzerine odaklayarak gemiyi yakma fikrini uygulamıştır. Ne yazık ki Arşimet'in “yakan aynalar” adlı kitabı günümüze kadar ulaşamamıştır [1].

Fransız kimyacı Lavoisier (1862) güneş enerjisini lenslerle yoğunlaştırarak damıtma işlemi gerçekleştirmiştir.

Pasteur (1928) güneş enerjisini bakır bir depo üzerine odaklayarak suyu buharlaştırmış, buharı bir yoğuşturucu içerisinden geçirerek tekrar yoğunlaştırarak damıtılmış su elde etmiştir [1].

18. yy da güneş fırınları ile demir, bakır gibi metallerin eritilmesi mümkün olmuştur, bu fırınlarda ise cilalı demir aynalar ve cam lensler kullanılmıştır. Antonie Lavoisier tarafından tasarlanan bir fırında 1750 °C sıcaklık elde edilmiştir. Bu fırında 1,32 m. çapında bir lense ek olarak 0,2 m. çapında başka bir lens kullanılmıştır ve bu sıcaklık yüz yıl boyunca insanoğlunun elde ettiği en yüksek sıcaklık olmuştur [1].

19. yüzyılda ise güneş enerjisini başka sistemlere dönüştürmek amacıyla çalışmalar yapılmış, düşük basınçta çalışan buhar türbinleri güneş enerjisi ile çalıştırılmıştır. August Monchot, 1875'te 5,4 m çapında gümüş kaplı

panellerden kolektör tasarlamıştır. 5,4 m çapında 18,4 m² yüzey alanına sahip bu toplayıcı da hareketli kısmın kütlesi 1400 kg'dır [1].

Son 50 yılda odaklayıcı kolektörler ve ısı transferi alanlarında mekanik donanım gücü sağlayacak sayısız tasarım yapılmıştır. Merkezi alıcılar ve dağınık alıcılar olarak iki temel bölüm vardır. Merkezi alıcılar güneşin ışınımını tek bir kule tipi kolektöre ileten aynalardır. Dağınık alıcılar ise parabolik tabaklar, fresnel lensleri ve özel çanaklardır. Alıcı sıcaklıkları 100°C ve 1500°C arası değişen sistemlerdir [1].

“Yiyeceklerin pişirilmesinde enerji kullanımı”, tarih boyunca tüm toplumların başlıca enerji gereksinimi ve enerji kullanımının başında gelmektedir.

Güneş ocakları, güneş enerjisi ile yiyeceklerin pişirilmesini sağlayan sistemlerdir. Çanak tip güneş ocakları da bir çeşit güneş odaklama teknolojisidir.

Yakıtsız, ekonomik, çevre dostu, ithal enerji kaynaklarına karşı yerli bir seçenek, orman tahribatlarını önlemeye yardımcı, kırsal bölgelerin sosyo-ekonomik kalkınmasına destek olmaları nedeniyle bu ocaklar üzerinde araştırmalar artarak devam etmektedir [2].

Bu çalışmada da, çanak tip güneş ocaklarının derinliklerinin performansı nasıl etkilediği sorusuna deneysel yöntem ile yanıt aranmıştır.

2.GÜNEŞ ENERJİLİ SİSTEMLER

2.1. Güneş Enerjisinin Kullanım Alanları

Güneş enerjisi direkt veya endirekt olmak üzere iki şekilde değerlendirilmektedir.

Dünyanın en önemli enerji kaynağı olan güneş, konutların ısıtılması ve soğutulması, yemek pişirme, sıcak su temin edilmesi ve yüzme havuzu ısıtılmasında; tarımsal teknolojide sera ısıtması ve tarım ürünlerinin kurutulmasında; sanayide güneş ocakları, fırınları, pişiricileri deniz suyundan tuz ve tatlı su üretilmesi, güneş pompaları, güneş pilleri, güneş havuzları; ulaşım, iletişim araçlarında, sinyalizasyon ve otomasyonda, elektrik üretiminde kontrollü olarak kullanılmaktadır [3].

Güneş enerjisinden enerji üretim sistemlerinde, düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları vardır. Sıcak su üretimi için düşük sıcaklık uygulamaları kullanılırken, endüstriyel proses ısılarının karşılanmasında orta sıcaklık uygulamaları (odaklı kolektörler) yaygın olarak kullanılır.Buhar ihtiyacı ve elektrik enerjisi üretimi için ise endüstriyel yüksek sıcaklık güneş enerjisi uygulamaları kullanılır [4].

Güneş enerjisinden uzay uçuşlarında ve uydularda da yararlanılmaktadır. Roketin ya da uydunun kanatlarına yerleştirilen güneş pilleri (fotovoltaik hücreler) güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çevirmektedir [5].

2.1.1. Güneş enerjisinin olumlu yönleri

Güneş enerjisinin dışa bağımlılık yaratmaması, yerel olarak kullanılabilmesi ve çevre dostu enerji kaynağı olması en önemli avantajlarıdır.

İlk yatırım maliyeti dışında ucuz işletme ekonomisine sahip olması, karmaşık teknolojiler gerektirmemesi ve buna bağlı olarak bakım masraflarının düşük olması da önemli özelliklerindedir.

2.1.2. Güneş enerjisinin olumsuz yönleri

Birim düzleme gelen güneş ışınımı az olduğundan geniş yüzeylere ihtiyaç duyulmaktadır [3]. Güneş enerjisinin depolanması güç ve imkanları sınırlıdır. Kış aylarında güneşlenme süreleri düşer. Güneş ışınımından faydalanan yüzeylerin güneş ışığını sürekli alabilmesi için çevresinin açık olması gölgelenmemesi gerekmektedir [6].

2.2. Odaklamalı Güneş Enerjisi Sistemleri

Güneş ışınımının optik yollarla belirli bir noktaya, eksene veya yüzeye yoğunlaştırılması sonucu güneş enerjisi yüksek sıcaklıkta ısı enerjisine dönüşür [7].

Güneş enerjisinin yoğunlaştırılarak kullanıldığı uygulamalara ait araştırma-geliştirme çalışmaları aşağıdaki başlıklar altında toplanmaktadır

- Güneş Isı-Güç Santralleri
- . Bunlara ait sistem, alt-sistem ve kontrol çalışmaları
- Güneş Isı-Elektrik Santrallerine ait Bileşenler
- Benzeşim Metodları ve Değerlendirme Standartları
- Test ve Ölçüm Teknikleri
- Güneş Isı-Kimyasal İşlemler (Çevrimler, reaksiyon ve detoksifikasyonlar)
- Güneşli Foto Kimyasal İşlemler
- Malzeme Geliştirme [8].

Odaklama işlemi odaklayıcı aynanın geometrisine göre aşağıdaki şekillerde yapılabilir:

- Bir noktaya
- Bir aksenal doğru boyunca
- Bir eğri boyunca
- Bir düzlem üzerine [9].

Proses ısısının sıcaklığının 140°C'tan yüksek olması istendiğinde, ışınım enerji yoğunluğunun artırılması gerektiğinden, düzlemsel kolektör yerine odaklayıcı kolektörler kullanılmaktadır. Odaklayıcı kolektörler, optik ve alıcı sistemlerden meydana gelmektedir. Kullanım alanları, genelde konsantrasyon oranları (C) ile belirlenmektedir. Buna göre;

$C < 4 \rightarrow$ Düz alıcı + Düz yansıtıcı

$C > 4 \rightarrow$ Parabolik yansıtıcılar + Boru veya küresel alıcılar

Fresnel mercekleri

Heliostatlar

Alansal odaklama oranı = (Yansıtıcı yüzeyi kesit alanı) / (Alıcı yüzey kesit alanı)

$$C = A_a/A_r$$

Üç boyutlu noktasal odaklayıcılar için maksimum limit,

$C_{max} = 46.200$ oranında iken,

Çizgisel odaklayıcılar için yoğunluk = 215 oranında olmaktadır [7].

Yoğunlaştırıcı tip toplayıcılarla ilgili birçok tasarım yapılmıştır. Yoğunlaştırıcı toplayıcı, tek bir ayna veya mercekten oluşabileceği gibi, birkaç ayna veya mercekten de oluşabilir. Toplayıcı şekilleri düz ,konik, silindirik, parabolik veya çukur olabilir. Optik kalitenin iyileştirilmesi ve optik konumlandırma sistemlerinin kullanılması ile bu toplayıcılardaki sıcaklıklar ve yoğunlaştırma oranları artırılır [10].

Yansıtıcı yüzey olarak parlatılmış metaller; alüminyum, paslanmaz çelik, kalaylanmış bakır levhalar, paslanmaz çinko ve gümüş levhalar kullanılabilir [11].

Odaklama tekniğine uygun olarak tasarlanan alıcılar, odak boyunca yerleştirilen ve soğurma yeteneği yüksek bir boru içinden uygun bir akışkan geçirilmek suretiyle, yoğunlaştırılan güneş enerjisini faydalı ısıya dönüştürürler.

Bu boru üzerinde bulunan cam tüp hem ısı kaçaklarını azaltır, hem de boru yüzeyinin dış etkilerden korunmasını sağlar. Cam tüpün havasının boşaltılması durumunda daha iyi bir ısı yalıtımı sağlanır.

Yoğun toplayıcılarda asal eksenin güneşi izlemesi gerekmektedir. Doğrudan gelen güneş ışınımı odaklanabildiğinden yayınık güneş ışınlarından yararlanılamamaktadır. Eksenel odaklayıcılarda genelde parabolik oluk türü yansıtıcılar kullanılmaktadır. Yansıtıcılar genelde ayna, paslanmaz elik gibi parlak yüzeylerden oluşmaktadır. Yön olarak kuzey-güney veya doğu-batı doğrultusunda yerleştirilmektedirler. Birbirleri ile seri veya paralel bağlanabilen parabolik oluk toplalarda 200°C'in üzerinde sıcaklıklar elde edilebilmektedir [7].

Çok daha yüksek sıcaklık üretmek için noktasal odaklama yöntemi uygulanmaktadır. Parabolik anak yansıtıcılar kullanılmak suretiyle 3000°C'in üzerinde sıcaklıklara ulaşmak mümkündür. Daha çok ısı-elektrik üretim tesislerinde bu yöntem uygulanmaktadır.

Odak noktasındaki soğurucudan ısı, akışkanlar vasıtasıyla dışarı taşabilmekte veya bu bölgeye yerleştirilen sıcak hava motoru (stirling motoru) ile mekanik enerji doğrudan elde edilebilmektedir [7].

Odaklayıcı sistemler hareket referansına göre 2 grupta incelenmektedir:

2.2.1. Sabit toplayıcılar

Sabit toplayıcılar sürekli sabit olup, güneşi takip etmezler. Bu kategoride 3 tip toplayıcı vardır;

- i. Düz Panel Tip Toplayıcı
- ii. Sabit Parabolik Toplayıcı
- iii. Vakum Borulu Toplayıcı

2.2.2. Güneş takip eden toplayıcılar

Toplayıcı yüzey alanının artırılması istendiğinde ısı kayıplar ve ısı taşıyıcı akışkanın sıcaklığı da artar. Düz plaka tip toplayıcılarda yüksek akışkan sıcaklıkları, ancak yüksek ışınım miktarlarında ve küçük toplayıcı yüzeylerinde elde edilebilir. Buradan ışınım yoğunlaştırılması ışınım kaynağının yeni optik aletlerle uygun şekilde konumlandırılarak ışınımın yutucu yüzeylere gönderilmesi fikri ortaya çıkmıştır [10].

Mercek veya aynalar yardımıyla gerçekleştirilen yoğunlaştırma işleminde, yansıtılan ışınım odak noktasında toplanmakta ve böylece enerji akısında artış sağlanmaktadır.

Yoğunlaştırılmış toplayıcılar ile düz panel tip toplayıcılar arasındaki temel farklılıklar aşağıdaki gibidir;

Aynı çalışma sıvısı, yüzey alanı ve ısınım etkisi altında, yoğunlaştırıcı toplayıcılarda çalışma sıvısı sıcaklığının düz plaka toplayıcılara oranla daha yüksek değerlere ulaştığı ve daha yüksek ısı verim elde edildiği görülmüştür.

Yoğunlaştırıcı toplayıcılarda ısı verim, toplayıcı yüzey alanından çok etkilenirken, ısı kayıp yüzeylerinden fazla etkilenmez.

Yansıtıcı yüzeyler daha az malzemedan imal edilir. Yoğunlaştırıcı toplayıcıların birim yüzey alanı için maliyeti, düz panel toplayıcılarda daha düşüktür.

Küçük toplayıcı yüzey alanlarından daha az enerji toplanabilmesine rağmen, seçici yüzey kullanılması ve vakum izolasyonu ile ısı kayıplar küçültülmüş toplayıcı verimi ve ekonomiklik arttırılmıştır.

Yoğunlaştırıcı tip toplayıcıların yoğunlaştırma oranlarına bağlı olarak yayılan ışınımı toplama oranları da değişir.

Yansıtıcı yüzeylerin yansıtıcılıkları zamanla azalabilir. Bu durumda yüzeylerin temizlenmesi ve tekrar parlatılması gerekir [12].

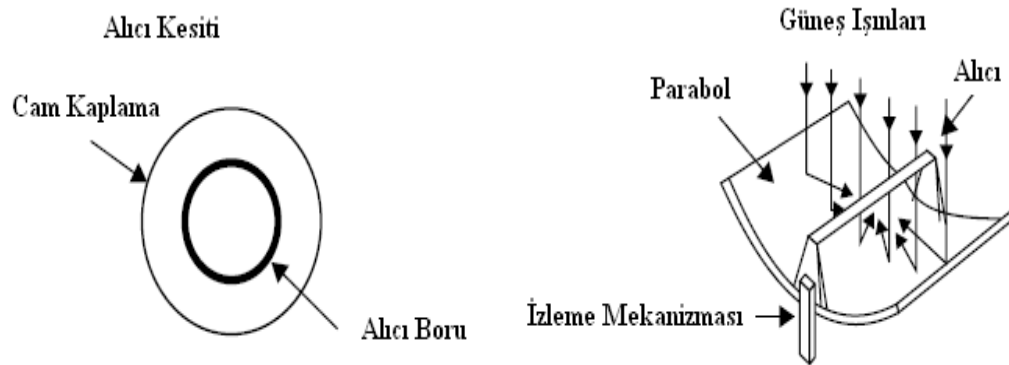
Yoğunlaştırıcı toplayıcılar aşağıdaki gibi gruplandırılabilir.

- i. Parabolik Oluk Toplayıcılar
- ii. Fresnel Yansıtıcılar
- iii. Parabolik Çanak Yansıtıcılar
- iv. Heliostat Sistem

Parabolik oluk tip toplayıcılar

Yüksek verim ve yüksek toplayıcı performansına sahiptirler. Güneş enerjisi ile elektrik üretme sistemleri için parabolik oluk tip toplayıcı sistemler ısı uygulama yöntemlerinde 400 °C' de ısı üretmek için en ileri güneş enerjisi teknolojisidir. Üretimde sağlanan gelişmelerden dolayı parabolik oluk toplayıcılar, güneş enerjisi teknolojilerinin en gelişmişidir. Parabolik oluk tipi toplayıcılar kullanılarak düşük iskelet ve teknoloji maliyetleri ile 50~400 °C arası sıcaklıklar elde edilebilir [13].

Parabolik oluklu kolektörler, yansıtıcı özelliğe sahip bir malzemenin, parabolik şekilde bükülmesi ile imal edilmektedirler. Alıcı yüzey, odak hattına doğrusal bir şekilde yerleştirilmiş ve üzeri cam örtü ile kaplanmıştır. Parabolik yüzeye gelen güneş ışınları, parabolik yüzeyden paralel bir şekilde yansıtılarak emici kısma gelmektedir. Odaklanmış güneş ışınları, alıcı yüzey tarafından emilerek, ısı enerjisi olarak çalışma akışkanına aktarılarak, yararlı ısı enerjisi elde edilmiş olmaktadır. Parabolik oluklu kolektörlerde, güneşi tek eksenle izleme yeterli olabilmektedir. Parabolik oluklu kolektörlere ait şematik gösterim, şekil 2.1'de görülmektedir [14].



Şekil 2.1. Parabolik oluklu güneş kolektörü şematik gösterim [15]

Parabolik oluklu güneş kolektörlerinde, alıcı boru üzeri cam kaplama ile kaplanmış durumdadır. Bu kaplama sayesinde, alıcı borudaki ısı kaybı azaltılmaya çalışılmaktadır. Yalnız alıcı boru üzerinde bulunan cam örtüden dolayı sistemden yansıyan ışınların tam olarak alıcı boruya ulaşması engellenmiş olacaktır. Alıcı boru ile cam örtü arasındaki ısı kaybını engellemek için iki malzeme arası vakumlanmış olarak yapılmaktadır. Parabolik oluklu kolektörlerde alıcı borunun uzunluğu genellikle 25 ile 100 metre arasında değişmektedir. Parabolik oluklu kolektör uygulaması resim 2.1'de görülmektedir [15].

Toplayıcılar doğu-batı doğrultusunda sıralanarak, kuzey-güney yönünde güneşi takip edebilir veya kuzey-güney doğrultusunda sıralanıp doğu-batı doğrultusunda güneşi izleyebilirler. Güneş izleme sistemleri sayesinde yansıtıcı yüzeyin gün içerisinde daima güneşe bakar durumda olması sağlanmaktadır [10].



Resim 2.1. Parabolik Kolektör [16]

Toplayıcıların yüzeyi, seçiciliği yüksek malzeme ile kaplanmıştır. Bu kaplama güneş ışınımı için yüksek emicilik, ısı ışınım kayıpları için düşük yayma özelliklerine sahiptir. Emici borudan taşınım ile ısı kayıplarını azaltmak için borunun dışı cam tüp ile kaplanmıştır.

Cam tüpün temiz olması durumunda, gelen ışınımının iç bölgedeki yutucu boruya aktarma oranı yaklaşık % 90 oranında olmaktadır. Genelde cam tüpün üzeri yansımayı önleyici malzeme ile kaplanarak aktarma oranı artırılır. Bir başka yöntem de, toplayıcı borudan taşınım ile ısı transfer miktarını azaltarak toplayıcı performansını arttırmaktır. Yüksek sıcaklık uygulamalarında cam tüp ile yutucu boru arasındaki bölgede vakum yapılır. Güneş izleme mekanizması güvenilir olmalı, güneşi kesin açılarla takip edebilmeli, toplayıcıyı günün sonunda, gece süresince, bulutlu zamanlarda eski konumuna döndürebilmelidir [10].

İzleme mekanizması toplayıcıyı bazı etkenlere karşı koruma görevini de yapar. Olumsuz çevre ve çalışma koşullarından (rüzgar, fırtına, yüksek sıcaklıklar, ısı transferinde kullanılan sıvının akış mekanizmasındaki arızalar vs.) korumak için toplayıcı odaklaması durdurulur.

izleme mekanizması mekanik veya elektrik/elektronik sistemlerle çalıştırılır. Elektronik sistemler genellikle izlemeye kesinlik ve güvenilirlik sağlar. Mekanizmalar motor kontrollü güneş ışığını takip eden elektronik algılayıcılar yardımı ile çalışır. Toplayıcı üzerindeki güneş ışınımı akışı ve algılayıcı ölçümlerinden elde edilen veriler yardımıyla bilgisayar sayesinde motorlar kontrol edilmektedir. Bazı sistemlerde toplayıcı yıkama mekanizmaları vardır. Böylece tamirat masrafları azaltılır [13].



Resim 2.2. Parabolik oluklu güneş kolektörü [15]

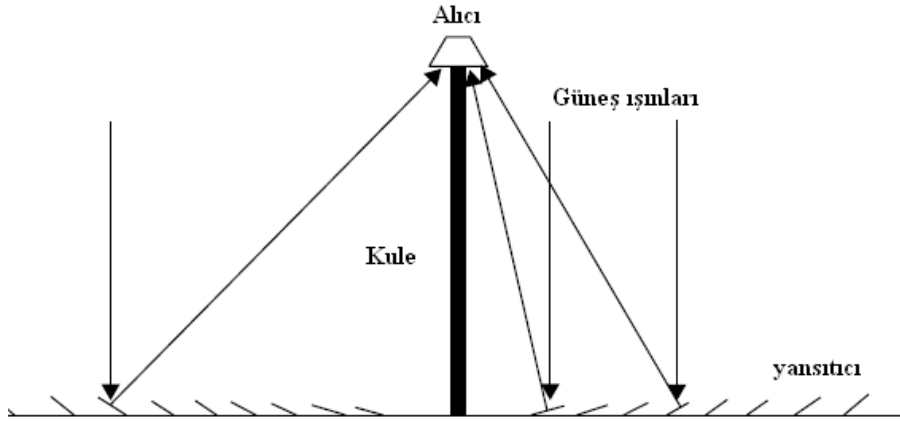
Fresnel yansıtıcılar

Fresnel sistemi, fresnel mercekli sistem ve doğrusal fresnel yansıtıcı sistem olmak üzere iki tiptir.

Mercekli fresnel sistemde güneş ışınları, herhangi bir malzemedan yapılmış toplayıcı özelliği olan merceğe gelmekte ve bir ışın demeti halinde alıcı yüzeyine yansıtılmaktadır. Fresnel yansıtıcı sistemlerde ise güneş ışınları parabolik oluk kolektörlerdeki gibi yüzeyden alıcıya yansıtılmaktadır. Parabolik oluklu kolektörlerle, fresnel yansıtıcı sistemlerin farkı, yansıtıcı yüzeyin parabolik olarak tasarlanma zorunluluğunun olmamasıdır. Bu sistemlerde, düz zemin üzerine yerleştirilmiş yansıtıcılar, güneş ışınlarını bir kuledaki emiciye odaklarlar. Bu sistemlerde, büyük ebatlı emiciler tasarlanabilir ve emicinin hareket etmesine gerek yoktur.

Parabolik oluklu sistemlerden en büyük avantajı, bu sistemlerde kullanılan yansıtıcıların parabolik oluklu sistemdeki yansıtıcılardan, imalatının ve maliyetinin düşük olmasıdır. Diğer bir avantaj olarak, sistemin yansıtıcılarının düz zemin üzerine monte edilmesidir, bu da sistemin yapısal açıdan parabolik oluklu kolektörlere göre daha basit olmasını sağlamaktadır [14].

Bu sistemin çalışması ile ilgili şematik gösterim Şekil 2.2'de görülmektedir .



Şekil 2.2. Fresnel yansıtıcılı güneş enerjisi sistemi [9]

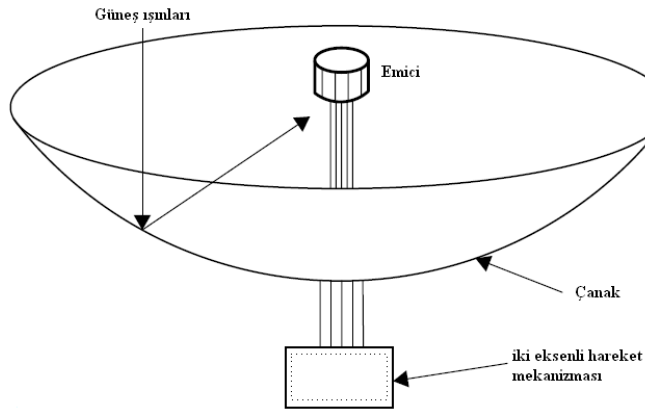
Fresnel yansıtıcılı sistemlerde dezavantaj olarak görülen diğer bir durumda, yansıtıcı yüzeylerin birbirlerini gölgelemeleridir. Yansıtıcı yüzeylerin birbirlerini gölgelemesini önlemek için yansıtıcılar birbirinden ayrı şekilde döşenmelidir. Bu durumda yer sıkıntısı oluşturmaktadır. Bu durum kule yüksekliğini artırarak giderilebilir fakat bu da sistemin maliyetini arttırmaktadır. Bu istenmeyen durumu giderebilmek için iki ayrı emici kule tasarımı yapılabilmektedir. Bu sistem, resim 2.3'de görülmektedir.



Resim 2.3. Fresnel yansıtıcı sistem [12]

Parabolik çanak yansıtıcılar

Parabolik çanak yansıtıcılar iki ekseninde de hareket yapabilen ve güneş ışınlarını çanak kısmının ortasında toplayan, odaklamayı noktasal olarak yapan sistemlerdir. Emici kısım, odaklanmış güneş ışınlarının sistem içerisindeki akışkana termal enerji olarak aktarılmasını sağlamaktadır. Bu sistemler genellikle elektrik üretiminde kullanılmaktadırlar. Sistem, şematik olarak şekil 2.5’de görülmektedir.



Şekil 2.3. Parabolik çanak yansıtıcı şematik gösterimi [9]

Parabolik çanak yansıtıcılarla çalışma akışkanına aktarılan termal enerji ile ulaşılabilecek sıcaklıklar ışınlarını tek noktaya en uygun güneşlenme açısında aldıklarından verimi en yüksek güneş enerjisi sistemleridir. Bu

sistemler konsantrasyon oranı olarak 600 ila 2000 arasındaki rakamlara ulaştıkları için yüksek termal verime sahip sistemlerdir. Kolektör ve emici kısımları çeşitli malzemelerden yapılabildiklerinden malzeme seçiminde esnek koşullara sahiptirler.

Heliostat sistemler

Çevresinde bulundurduğu yansıtıcı aynalar sayesinde güneş ışınlarını bir noktada toplayan sisteme heliostat sistemler denir. Bu sistemlere güneş tarlaları da denmektedir. Bu sistemlerde güneş ışınları tek bir noktaya odaklandıkları için, sadece odak noktasında enerji transferi gerçekleştiğinden, enerji transfer ekipmanlarının sadeliği noktasında üstünlükleri mevcuttur. Konsantrasyon oranları olarak 300 ila 1500 arasında olduklarından sistemin enerji verimliliği fazla olmaktadır. Termal enerji depolama açısından üstünlükleri bulunmaktadır. Elde edilen güç bakımından diğerlerine göre üstün olduğu için, sistemin, ekonomiklik açısından diğer sistemlere göre üstünlükleri mevcuttur. Heliostat sistemli güneş enerjisi santrali resim 2.4.'de görülmektedir [14].



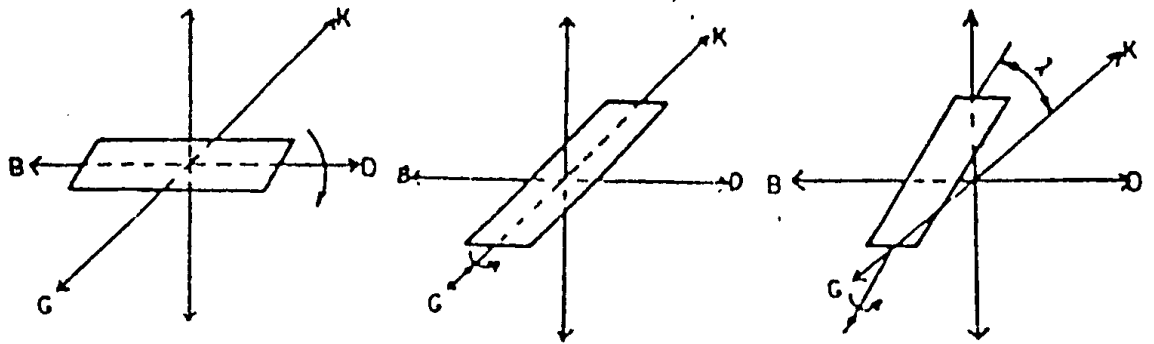
Resim 2.4 Heliostat sistem [13]

2.3. Güneş Hareketini İzleme Yöntemleri

Güneş hareketini izleyen kolektörlerde izleyici tipinin seçimi yanında, izleme yönteminin seçimi de büyük önem taşır. İzleme yönteminin seçiminde etkili nitelikler geniş bir araştırma ile elde edilebilir. İzleme yöntemleri temel olarak iki grupta incelenir [17].

- 1- Tek eksenli izleme
- 2- İki eksenli izleme

Birinci yöntem, toplayıcının güneşi bir eksen üzerinde takip etmesidir. Bu eksenler doğu-batı veya kuzey-güney'dir. Parabolik oluk tip toplayıcılar genelde bu yöntemi kullanılırlar. Bu sistemin kullanımında güneşin düzgün takip edilmesi için güneşin gökyüzündeki hareketi hakkında düzenli ve kesin veriler gereklidir. Yoğunlaştırıcı toplayıcılar düşük yoğunlaştırma oranlarına sahip değilse yalnızca direk ışınım için kullanılabilirler. Çünkü bu toplayıcıların birçok tipi dağınık ışınımı yoğunlaştıramamaktadır. Böylece bulutlu havalarda yoğunlaştırıcı toplayıcılar düz panel tip toplayıcılara oranla, birim toplayıcı açıklığından emilen ışınım miktarı olarak daha verimli olacaklardır [10].



Şekil 2.4. Tek Eksenli İzleme Yöntemleri (Doğu-batı, Kuzey-güney, Kuzey-güney kutupsal)

İkincisi ise, güneşi hem enlem hem de boylam yönlerinde takip edebilme özelliği olan bir cihazla çalışan altazimuth sistemdir. İki eksenli izleme

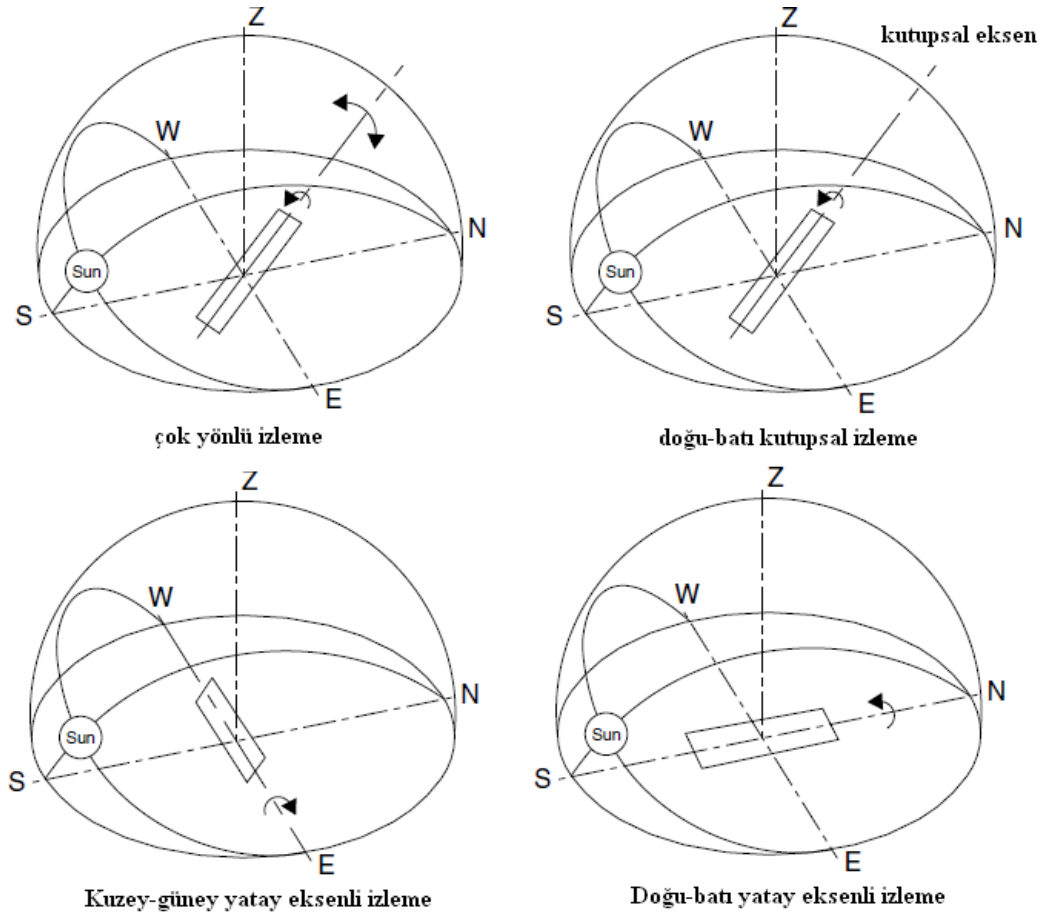
yönteminde kolektör birbirine dik iki eksen etrafında dönme hareketi yapar. Düz plaka tipi güneş toplayıcıları genellikle bu yöntemi kullanmaktadırlar.

Avantajları:

- 1- Güneş ışınlarını maksimum şekilde toplar.
- 2- Akışkanın kolektörden çıkış sıcaklığı daha yüksektir.
- 3- Atmosferik yutulmalardan dolayı ışıınım şiddetindeki azalmalar hariç bütün gün boyunca aldığı enerji sabittir.

Dezavantajları:

- 1- İzleyici açılarının sürekli hesabı için bilgisayar ile kontrol edilen izleyici sistemine ihtiyaç vardır.
- 2- Rüzgâr yükünün yarattığı problemlerle boru tesisatı ve kavramalarda zorlanma söz konusudur.
- 3- İki eksenli izleme cihazlarının maliyeti yüksektir.
- 4- Mekanik parçaların çok iyi dengelenmesi gerekir.



Şekil 2.5. Güneş kolektörlerinde güneş takip sistemleri [9]

2.4. Güneş Işınımı ve Açısı

Güneş uygulamalarında en önemli unsurlardan biri de değişik enlemlerdeki bölgelere gelen güneş ışınım miktarının tespitidir.

Gelen güneş ışınımı değerlerinin bilinmesi halinde, binaların soğutma amaçlı ısı yüklerinin bulunması, pasif bina ısıtma sistemlerinin değerlendirilmesi ve performans sonuçlarının irdelenmesi, güneş enerjisi toplama ve dönüşümü sağlayan sistemlerin çalışma performanslarının analiz edilmesine olanak sağlar [17].

Bu şekilde güneş ışınımı davranışlarının bilinmesi optimum parametrelerin elde edilmesini kolaylaştırmaktadır.

Güneş ışınım değeri, coğrafi ve meteorolojik şartlara göre değişim göstermektedir. Yapılan güneş ışınımı hesaplamalarına, seçilen coğrafyanın özellikleri, güneş açıları vasıtası ile tasınsa bile yılın belli günleri aynı meteorolojik şartları elde etmek zordur [18]. Bunun için ortalama değerler geliştirilmiştir.

Güneş ışınımı hesaplamasında kullanılan en temel kavram güneş saati (güneş zamanı)'dir. Güneş saati (GS), güneşin her günkü görünen hareketine göre ölçülür. Güneş öğlesinde, güneş saati 12.00' dır. Güneş saatine göre zaman 0 ile 24 arasında belirtilir. 1 saat, 15⁰'lik açıya tekabül eder [19].

2.4.1 Direkt ve yayılı güneş ışınımı

Yayılı (diffüz) ışınım; atmosfere giren güneş ışınımının bir kısmının atmosferdeki maddelere çarparak yön değiştirmesi, kırılması ve dağılması neticesinde oluşan ve yansıyan ışınımdır. Herhangi bir kırılma veya yansımaya uğramadan yerküreye doğrudan ulaşabilen ışınımına ise direkt ışınım denir. Yayılı ışınımın enerji yoğunlukları direkt ışınımın % 10'u kadar düşüktür. Işınımın enerji yoğunlukları, atmosfer koşullarına (toz, basınç, bulutluluk durumu vs.) bağlıdır [10]. Direkt ışınlar yerküreye birbirlerine paralel ve düştükleri yüzeye belli bir açı oluşturacak şekilde düşerler. Hava açıkken yerküreye ulaşan ışınlar direkt, hava bulutlu iken ulaşanlar yayılı ve yansımış ışınlardır. Atmosfere giren güneş ışınlarının atmosfer maddelerine çarpanları gökyüzünün aydınlığını oluşturur, direkt yerküreye ulaşanlar ise çarptıkları yüzeylerde ısı enerjisine dönüşürler. Direkt ışınımın çarptıkları yüzeye geliş açısına bağlı olarak yansımaya uğurlar. Direkt ışınların geliş açısı çarptığı yüzeye ne kadar dik ise yansımaya uğur azalır ve yüzeyde ısı enerjisine dönüşecek miktar da o oranda büyür [18].

2.5. Güneşli Pişiriciler

İlk Güneş Fırını doğa bilimci Georges Louis Leclerc Buffon (1707–1788) tarafından yapılmış, fakat Horacede Saussure, basit bir kutu tipi pişirici tasarlayarak (1740–1799) dünyada pişirme için güneşi kullanan ilk kişi olmuştur [22].

1894 yılında Çin'de bir restoran, güneşli pişiricide yapılan yemekleri müşterilerine ikram etmiştir. Aynı şekilde uzun süren gemi yolculuklarında gemi kaptanlarının güneşli pişiricilerden yararlandıkları bilinmektedir [11].

Güneşli pişiriciler ısı güneş teknolojileri arasında yer alan düşük sıcaklıktaki uygulamalardan birisidir. Güneşli pişiriciler ile yemek pişirmek, çay demlemek, su dezenfekte etmek, şoklanmış yiyecekleri çözmek, sütü pastörize etmek, meyve ve sebze kurutmak, salça yapmak, sıcak su hazırlamak gibi işlemler yapılabilir [23].

Optimum çalışma şartları için güneş ocaklarının türleri, boyutu / kapasitesi, kullanılacak malzeme tipi araştırmaları devam etmektedir.

Ülkemizde güneşli pişiriciler, yerleşimin uygun olduğu kırsal yörelerde, yazları kullanılan sahil bölgelerinde geliştirilmiş modellerle kullanım potansiyeline sahiptir. Ancak günümüzde mevcut geleneksel sistemlerin yaygınlığı ve güneşli pişirme üniteleri konusunda ticari bir üretim söz konusu olmadığından kullanım yok denilecek düzeydedir [23].

Herhangi bir yakıt gereksinim duyulmaması, dolayısıyla ekonomik ve çevreci özelliği güneş ocaklarının avantajlı yönünü oluştururken, pişirme işinin güneşe bağımlı olması nedeniyle güneşsiz havalarda yaşanan sorunlar dezavantajlı yönünü oluşturur. Bu nedenle güneş enerjisinin olmadığı saatlerde depolanan enerjinin kullanılmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir.

Günümüzde çok sayıda güneşli pişirici çeşidi bulunmaktadır. Bunlar başlıca üç ana grupta incelenebilir; ilki kabın yerleştirildiği odak bölgesinde direkt ışınları yoğunlaştıran parabolik odaklayıcı tip güneşli pişiriciler, ikincisi, odaklanma ile sera özelliğinin birleşik etkisine dayanan ısı kutulu güneşli pişiriciler, üçüncüsü ise güneş enerjisini toplayacak kolektör kısmı dışarıda olup, pişirme ünitesi evin içerisinde mutfakta olan ısı transferi tipi güneşli pişiricilerdir [24].

Gelişmekte olan ülkelerdeki araştırmacılar ticari amaçla çeşitli güneşli pişirici modelleri geliştirmişlerdir. Ülkemizde de EİEİ tarafından geliştirilmiş bir model mevcuttur [25].

Çeşitli tipte güneşli pişiriciler aşağıda belirtilen şekilde sınıflandırılabilir.

2.5.1. Isı kutulu tip güneşli pişiriciler

Bu tip güneşli pişiriciler günümüzde, Hindistan, Mısır, Pakistan ve Bangladeş'te yaygın diye nitelendirilebilecek bir kullanım alanı bulmuştur.

Kutu tipi güneşli pişiriciler aşağıdaki üstünlükleri nedeniyle, dünyada en yaygın kullanılan güneş enerjili pişiricidir [11].

- Kutu tipindeki pişiriciyi güneş yönünde döndürmeye gerek yoktur.
- Bu tip pişiricilerde meyve konservesi de yapılabilir.
- Tasarımı basit ve ucuzdur.
- Bölgesel olarak mevcut materyallerle kolay bir şekilde tasarlanabilir.
- Ortam sıcaklığının düşük olduğu ve sadece yaygın ışınım olan koşullarda bile, etkin olarak çalışabilir.
- Etkinliği yüksektir.
- Çalışma kolaylığı sağlar.

- Maliyeti düşüktür.

Isı kutulu güneşli pişirici, birkaç tabakalı cam veya diğer geçirgen örtülü yalıtılmış bir kaptan imal edilmiştir. Bu tip pişiricide sera etkisinden yararlanılır.

Burada geçirgen örtü kısa dalga boylu güneş ışınımının geçişine izin verirken, ısı kutulu pişiricinin iç yüzeyinin yaydığı uzun dalga boylu ışınım için geçirgen değildir.

Ayrıca pişirme hacmi üzerine gelen güneş ışınımını arttırmak için yansıtıcı yüzeyler kullanılabilir. Ancak ısı kutulu pişiriciler sabit aygıtlardır. Bunun için yansıtıcı yüzey kullanımı sınırlıdır.

Isı kutulu pişiriciler düşük sıcaklıklarda kullanıldıklarından sterilizasyon için gerekli sıcaklıklara bazı hallerde ulaşılmaz. Sterilizasyon için pişirme kabı ve içindekilerin sıcaklıklarını birkaç dakika süresince kaynama noktasına çıkarmak yeterlidir. Çoğu yiyecek maddeleri 60–70 °C gibi düşük sıcaklıklarda pişmeye baslar. Bu sıcaklıklarda ısı kutulu pişiricilerde kolaylıkla ulaşılan değerlerdir. Bazı yiyecek maddeleri ise 50 °C' de dahi pişmeye baslar. Böyle düşük sıcaklıklarda pişirilen malzemeye ısı transfer hızı oldukça düşüktür. Yiyeceklerin bozulmasına neden olan mikroorganizmalar bu sıcaklıkta faaliyetlerini sürdürmezler ancak sıcaklık 50 °C'nin altına inerse faal hale gelirler [26].

Kutu tipi güneşli pişirici, üst tarafında pencere bulunan kapalı bir kutu şeklinde tasarlanabilir. Basit şekilde tasarımılanan kutu tipindeki bir pişirici şu bölümlerden oluşur; Kutu çerçevesi, kapak örtüsü, soğurucu yüzey, yalıtım elemanı, bağlantı elemanları [11].

Tasarım yapılırken göz önüne alınması gereken bilgiler şunlardır:

Kutunun boyutu: Kutunun boyutu belirlenirken aşağıdaki etkenler göz önüne alınır: Kullanışlılık için ortalama bir ailenin bir öğününü pişirecek büyüklükte olmalıdır.

Sık sık yeri değiştirilecek ya da taşınacaksa fazla büyük olmamalıdır. Genelde kullanılacak tencerenin boyutlarına göre ve şekline göre yapılmalıdır.

Güneş ışığı toplama alanının kutu hacmine oranı: Güneş ışığını toplayan alan ne kadar büyük olursa, içeriye giren güneş ışığı daha fazla olacağından içeride elde edilen ısı enerjisi o kadar fazla olur. Bu yüzeyin büyük olması ne kadar ısı kayıplarına sebep olacak olsa da, yeterli yalıtım yapıldığında giren ısı enerjisi çıkan enerjiden daha fazla olduğundan net bir ısı kazancı olur. Olası ısı kayıplarını engellemek için pişirici duvarlarının toplam alanını olabildiğince küçük tutmak gerekir.

Güneşli pişiricilerde en-boy ilişkisi: Öğle güneşine yönlendirilmiş bir kutu tipi pişiricinin doğu-batı yönünde daha uzun olması pişiricinin kullanım kolaylığı açısından tercih edilir. Bu şekilde Güneşli pişiricinin konumu daha uzun süre değiştirilmeden bırakılabilir.

Yansıtıcılar: Güneşli pişiriciye eklenecek bir ya da daha çok yansıtıcı, atmosferde yansıyan ek ışığı da pişiriciye yönlendirerek ısı artışı sağlar. En iyi yansıtıcı olarak ayna düşünülebilir ancak aynalar ağır pahalı ve kırılıp kırılırlar. Yansıtıcı olarak parlatılmış alüminyum, paslanmaz çelik plakalar veya alüminyum folyo kullanılabilir.

Kapak örtüsü: Kapağın amacı bütün ışınımın içeri girişine izin verirken bir yandan sıcak havayı ve ısı ışınımı içeride tutarak ısı kaybını azaltmaktır. Cam ve plastik esaslı malzemeler, kapak örtüsü olarak kullanılabilir. [11]

Camın geçirgenliği, basit bir yüzey işlemi olan asit banyosu sayesinde % 6, %7 oranında artırılabilir [27].

Yalıtım: Isı kaybı azaltılabilirse pişirme süreci daha hızlı ya da daha yüksek sıcaklıklarda olur. Duvarların ısı kaybı pişirme hacmi ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkı yüzünden malzemedeki kaynaklanır. Bunu önünde tüm yüzeylere yalıtkan malzeme kaplayarak engellenebilir. Saydam yüzeyden ise ısı kayıplarını engellemek için çift cam kullanılabilir ya da özel filmlerle kaplama yapılabilir. Yalıtım malzemesi olarak, poliüretan köpük, cam yünü, vb ısı iletim değeri düşük olan yalıtkan malzemeler kullanılabilir.

Pişirme Kabı: İnce metalden yapılmış, koyu renkli ve yansıma yapmayan (mat) yüzeye sahip pişirme kapları tercih edilmelidir.

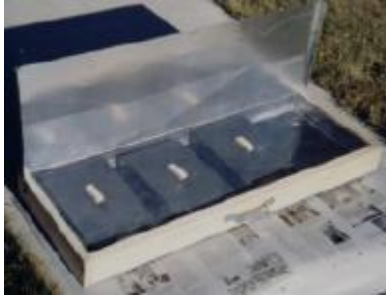
Kutu tipi güneşli pişiricinin tasarımı yapılırken dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri de, malzeme seçimidir. Çizelge 2.1' de malzemelerin birbirlerine göre üstünlükleri ve dikkat edilmesi gereken noktalar gösterilmektedir [11].

Çizelge 2.1. Güneş enerjili pişiricinin kutu çerçevesi için tasarım malzemesi seçimi

Malzeme	Özellikleri
Ahşap Malzeme	Tasarım ve malzeme maliyeti azdır. İyi işlenmiş ve kurutulmuş ahşap malzeme kullanılmalıdır. Tasarım işlemleri kolaydır. Aşırı sıcaklıklarda zarar görebilir. Malzemenin soğurucu yüzey ile doğrudan teması önlenmelidir.
Metal Malzeme	Dayanımı yüksektir. Yüksek ısıya dayanıklıdır. Ağır ve pahalıdır. Isı iletkenlik özelliği vardır. Soğurucu yüzey ile yalıtılarak ısı kayıpları önlenmelidir. Alüminyum gibi hafif metaller kullanılabilir.

Çizelge 2.1. (devam)

Plastik Malzeme	Yüksek sıcaklığa dayanıklı plastik malzemeler kullanılmalıdır. Dayanımları yüksek olan plastik malzemeler kullanılmalıdır. Mor ötesi ışınlardan zarar görmemesi için boyanmalıdır. Isıl genişleme özellikleri dikkate alınmalıdır. Plastik malzeme sertleşerek kırılmamalıdır.
-----------------	--



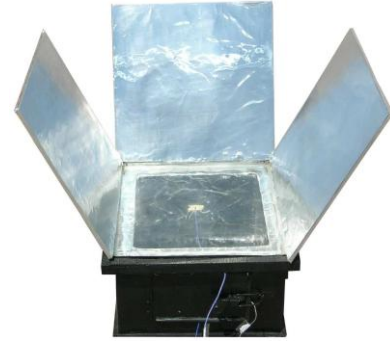
a) Güneş Tavası



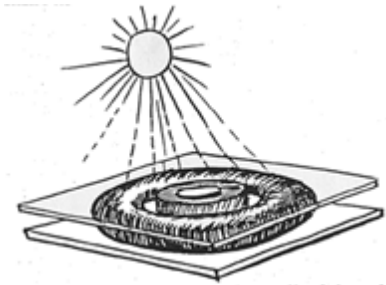
b) Katlanabilir Pişirici



c) Örnek bir kutu tipi pişirici



d) Yonca Güneş Fırını



e) Çerçevesi Lastikten Oluşan Pişirici



f) Sepetten Yapılmış Pişirici

Resim 2.5. Değişik araştırmacılar tarafından geliştirilen bazı ısı kutulu pişiriciler

2.5.2. Isı transfer tipi pişiriciler

Isı transferi tipi güneş fırınları; güneş enerjisini toplayacak kolektör kısmı dışarıda olup pişirme ünitesi evin içerisinde mutfakta olan tipidir. Isı transfer tipi pişiriciler, düzlemsel toplayıcı tipi pişiriciler yada buhar tipi pişiriciler olarakta adlandırılırlar.

Su buharlaştırmalılarda kolektör borularında ısınan su buharlaşarak kolektörün üst tarafındaki yemek kabının altına gelir ve burada ısınıp kaptaki yemeğe vererek yoğunlaşır ve tekrar termosifon prensibine göre kolektörün alt tarafına döner. Ayrıca parçalı bulutlu havalarda da sistemden yararlanılabilir. Bilhassa arası vakumlanmış eş eksenli çift cam boruların en iç tarafına eklenmiş ısı boruları içerisine soğutucu akışkan doldurularak oluşturulan düzlemsel kolektörlü pişirme sistemleri düşük ışınlı havalarda çok daha verimli çalışmaktadır. Bu tür pişiricilerde pişirme ünitesi evin (veya mutfak) içine yerleştirilerek, diğer tip pişiricilerdeki dış ortamda (yani evin dışında) pişirme işlemini gerçekleştirme dezavantajı da yok edilmektedir [28].

Bir veya daha fazla akış kanalı içeren toplayıcı bulunan enlem derecesine uygun eğimde yerleştirilir. Toplayıcı üst kısmında akışkan kanalı içinde yiyeceklerin pişirildiği kabın yerleştirildiği yalıtılmış pişirici hacmi ile bağlantılıdır [26].

Yalıtılmış pişirici ve akış kanalındaki su kapalı bir sistem oluşturur. Toplayıcıdaki su ısınarak buhar haline dönüşür. Toplayıcıdaki buhar, yalıtılmış pişiriciye yükselir ve daha soğuk yüzeylerde (örneğin pişirme kabı ve pişirici hacim yüzeyleri) yoğunlaşır. Yoğuşan akışkan tekrar ısınmak üzere toplayıcıya döner. Böyle kapalı sistemlerde, suyu buharlaştırmak nispeten kolaydır [26].

Buharın yoğunlaşma gizli ısı temel olarak pişirme kabından iletimle yiyeceklere transfer edilir. Kaynayan suyun ve buharın sıcaklığı 100 °C'dir. Pişirme kabı

malzemelerinin iç ve dış yüzeyleri arasında ısı transferi gerçekleştirecek sıcaklık farkı gereklidir. Pişirme kabının iç sıcaklığı genellikle 100 °C'nin birkaç derece altındadır. Bu nedenle pişirme kabındaki su ve yiyecek maddesi kaynama noktasına kadar ısınmaz ve pişirme hızı düşüktür. Bu tür pişiriciler sebze, çorba gibi uzun süreli ve yavaş pişirilen yiyecek maddeleri için uygundur [26].

Isı kutulu pişiriciler gibi düzlemsel toplayıcı tipi pişiriciler düşük sıcaklıklarda çalışan sistemlerdir ve bu pişiriciler nispeten daha mütevazî pişirme kapasitesi nedeniyle pişirme sıcaklığı 100 °C' nin altındadır.

Bu tip pişiriciler diğer güneş ocağı türlerine göre daha karmaşık ve ilk yatırım maliyeti fazla olabilmektedir.

2.5.3 Odaklayıcı tip pişiriciler

Çeşitli yansıtıcı yüzeylerin kullanıldığı yansıtıcı tip güneş ocakları içinde en çok tercih edilen çanak tip güneş ocaklarıdır. Yansıtıcı yüzeylerin kullanıldığı güneş ocakları, silindirik, parabolik, konik veya yarı küresel geometrik şekillerde tasarlanabilirler.

Çanak tip pişiriciler noktasal odaklamalı yoğun toplaç sınıfına girerler [29].

Bu tip pişiricide noktasal odaklama yöntemiyle gelen güneş radyasyonu pişirme kabı üzerine odaklanır. Bilinen en eski güneş yoğunlaştırma yöntemidir.

Noktasal odaklayıcı paraboloid ocaklarda yemek pişirme veya diğer sistemlere göre daha kısa sürede su kaynatma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Güneş enerjisi paraboloid formdaki bir yüzeyden yansıtılarak odak bölgesinde yoğunlaştırılmaktadır [23].

Güneş enerjisinden kazanılması düşünülen ısının sıcaklığı 140 °C 'den daha yüksek olduğunda, ışınımın yoğunlaştırılması gerekir [23].

Hiçbir fosil yakıta gerek duyulmadan suyu kaynatabilen bu sistemlerin kullanım alanı yaygınlaşmaktadır. Güneş ocağının ilk yatırım giderlerinden başka giderinin olmaması nedeniyle LPG, odun, kömür, petrol,...vs. gibi fosil yakıtlara alternatif durumdadır [23].

Pişirme kabı, odaklanan radyasyonun çoğu kap tabanına gelecek şekilde yerleştirilir. Bu sistem geleneksel pişirme yöntemleri ile benzerlik gösterir.

Ulaşılan yüksek sıcaklıklar nedeniyle aşırı ısınma ve yiyeceklerin yanma tehlikesi vardır. Sistemde odaklama özelliği nedeniyle 100 °C ile 500 °C arasında sıcaklıklara ulaşılabilir.

Bu tip pişiricilerde noktasal odaklama yapıldığından direkt güneş ışınlarına gerek duyulur. Bulutsuz güneşli günler çalışma için uygundur. Sistem üzerine gölge düşmesi veya havanın bulutlanması durumunda pişirme kabına enerji akışı kesilir. Gölgelemeden sonra sistemin güneşli andaki koşullara dönmesi için gerekli süre gölgelenme zamanı, pişirme kabı boyutları, rüzgar gibi faktörlere bağlıdır. Ancak bu süre kısa gölgelenme periyotları için sistemde ulaşılan yüksek sıcaklıklar nedeniyle uzun değildir. Bu tip sistemler belirli sürelerle (10 ila 20 dakika) güneşi izlemek için ayarlanmalıdır [26].

Bulutlanma dışında tozlanmada ocağın performansını azaltır. Derince olan iç bükey odaklayıcı pişiriciler daha az sıklıkla ayarlanma gerektirir. Bununla beraber odaklayıcı içine pişirme kabının yerleştirilmesi nedeniyle uygunsuz çalışma koşulunu oluşturabilir [26].

Bu pişiriciler diğer pişirici tiplerine göre birçok üstünlüğe sahiptir. Örneğin yüksek pişirme sıcaklıklarına ulaşabilme ve daha hızlı pişirme olanağına sahiptirler. Ayrıca her türlü besinin pişirilebilmesine uygundur.

Bu pişiricilerin istenmeyen özellikleri ise pişirme işleminin izlenmesi için sistemin sık sık kontrolünün gerekli olması ve takip sistemi gerektirebilmesidir.

Yansıyan ışınımın pişirme işlemini yapanlar ve çocuklar için yakıcı bir tehlike oluşturması ve ayrıca seri üretilmedikçe özel imalat durumunda diğer birçok güneşli pişiriciden pahalı olmaları dezavantajlı yönleridir [26].



Resim 2.6. Çanak tip güneş ocağı



Resim 2.7. Yansıtıcı tip güneş ocağı

Çizelge 2.2. Farklı tipte güneş ocaklarının özellikleri [2, 31]

Özellik	Isı Kutulu Pişiriciler	Düzlemsel Toplayıcı Pişiriciler	Odaklayıcı Tip Pişiriciler
Üretim durumu:			
Tasarım basitliği	Evet	Evet	Hayır
Üretim tekniği	Çok Basit	Nispeten Basit	Nispeten Basit
İmalat hassaslığı	Hayır	Hayır	Evet

Çizelge 2.2. (devam)

İklimsel etmenler Kullanılan güneş ışınımı Düşük çevre sıcaklığının etkisi Bulutluluğun etkisi	Direkt ve difüz Isınma zamanını uzar Az	Direkt ve difüz Isınma zamanını uzar Az	Direkt Çok az Tamamen
Çalışma Özellikleri Yönlendirme gerekliliği Ayarlama sıklığı Yanlış yönlendirmeye işlemin etkilenmesi Yiyeceklerin pişirmede karıştırılma gerekliliği Sistemin açık havada çalışması Özel pişirme kabı Pişirme kabından yiyecek taşmasıyla etkilenme Pişirme kabına ulaşma kolaylığı Pişiricide ulaşılan sıcaklık	Tercihen Sık değil İkincil Hayır Gerekli Koyu renkli kap Belki Kolay 80-150 °C	Tercihen Sık değil İkincil Hayır Gerekli değil Çift cidarlı kazan Hayır Kolay 80-100 °C	Gerekli Sıklıkla Önemli Evet Gerekli Koyu tabanlı kap Evet Kolay 200 – 250 °C
Pişirme yeteneği Kuru ısı (fırında kızartma) Nemli ısı (kaynatma) Yağda kızartma	Olabilir Evet Hayır	Hayır Evet Hayır	Olabilir Evet Evet
Isı depolama yeteneği Gün batımından sonra yiyecekleri sıcak tutma	Oldukça yüksek	Orta	Hiç
Bakım Toz ve kirden etkilenme Toplayıcı yüzeyini temiz bulundurma zorunluluğu Temizlemeyle yüzeyin bozulması Yedek parça temini Tamir kolaylığı Onarım için ustalık gereği Yedek parça gerektirme sıklığı	Önemsiz Düşük Olası değil Belki Kolay Gerekli değil Sık değil	Önemsiz Düşük Olası değil Belki Oldukça kolay Gerekli Sık değil	Önemli Yüksek Olabilir Güç olabilir Güç olabilir Çok gerekli Sık değil
Emniyet etkenleri Kullanıcının yanma tehlikesi Kullanıcı rahatsızlığı Çocuklar için tehlike Elemanların dayanıklılığı Orta şiddette rüzgara dayanma Kötü kullanma dayanımı	Hayır Hayır Önemsiz Evet Evet Biraz (cam hariç)	Hayır Hayır Önemsiz Evet Evet Biraz (cam hariç)	Evet Evet Orta Belki değil Hayır Yansıtıcı hariç dayanıklı
Malzeme Kırsal bölgede bulunma Yakın bir şehirden temin	Evet (cam hariç) Evet	Evet (cam hariç) Evet	Zor Olabilir

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Grundy W., Güney Afrika'da bulunan Lesoto bölgesindeki halkın yemek yapmak için günde iki saatlerini odun toplamakla geçirdikleri halde, güneşli pişiricilere çekinceyle yaklaştığını, yeniliklere kapalı ve reklamın hiçbir anlamının olmadığı toplumlarda başarısız sonuçlarla karşılaşıldığını belirtmektedir[31].

Sperber B., "Güneşli kutulu pişiriciler yardımıyla eşitsizliğin indirgenmesi" isimli makalesinde, Güneş ocakları inşa ederek ve nasıl kullanılacağını öğreterek üçüncü dünya ülkelerine çevre, sağlık, ekonomi ve eşitlik gibi konularda katkı sağlamanın olanaklı olduğunu belirtmiştir [32].

Atlıoğlu A., parabolik yansıtıcı güneş kolektörlerinde kullanılan yansıtıcı malzemeler ve özelliklerini araştırmış, gümüş ve alüminyumun yansıtma oranının en ideal değerlerde olduğunu belirtmiştir [33].

Andreatta D., basit bir kutu tipi güneşli pişirici ile günde yaklaşık 12 litre suyun pastörize edilebileceğini belirtmiştir [34].

M.A. Mohamad ve M.Abdel Dayem, Mısır'da yaptıkları çalışmada et, tavuk, pirinç pişirmişler ve. sonuç olarak pişirme zamanının; pişirmeye başlama zamanına, yemek sıcaklığına, pişiricinin ön ısıtma sıcaklığına, yemeğin ısı kapasitesi ve yoğunluğuna pişirme miktarına bağlı olduğunu göstermişlerdir [35].

Essam Abdallah ve Mohammed Al Soud, Programlanabilir mantık denetleyici (PLC) sistemi ile güneşi iki ekseninde izleme durumunda silindirik tip güneş ocağında suyun sıcaklığının 90 C'ye kadar çıkabileceğini göstermiştir [36].

Deniz E., ve Atik K., bir adet ısı kutusu tipi güneş enerjili pişirme sistemi imal ederek Karabük şartlarında denemişler, yonca güneş fırını adını verdikleri kutu tipi güneş enerjili pişirme sistemi ile Karabük şartlarında değişik

günlerde çeşitli yiyecekler pişirilerek yapılan deneylerde tam pişirme işleminin gerçekleşmiş olması ile bu tip pişirme sistemlerinin Karabük şartlarında kullanılabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, güneş enerjili pişirme sistemlerinde ortak bir sorun olarak karşılaşılan pişirme süresinin uzunluğu sorununun Karabük şartlarında da mevcut olduğunu, bu durumun, bu sistemlerin yaygın kullanımını engelleyen bir unsur olduğunu belirtmişlerdir [37].

Gedik E., ve Öz E., Karabük şartlarında bir ısı kutusu tipi güneşli pişirici ile yapılan gözlemler sonucunda, fırın pişirme kabı içerisindeki kütle artışı pişirme süresini uzattığını, farklı ısı kapasitesine ve yoğunluğuna sahip gıdaların pişirme süresini etkileyen faktörlerden biri olduğunu belirtmişlerdir [38].

Harmim A., Boukar M., Amar M., Cezayir'de yaptıkları deneysel çalışmada birinde kanatçıklarla ısı transfer yüzeyi artırılmış kanatçıklı pişirme kazanı, diğerinde ise normal bir pişirme kazanı kullanmışlar, kanatçıklı pişirme kazanının daha yüksek sıcaklıklara daha kısa sürede ulaştığını belirlemişlerdir [39].

U.S. Mirdha ve S.R. Dhariwal Hindistan'da yaptıkları çalışmada; geleneksel tip bir kutu pişirici ile, aynı boyutlarda fakat çeşitli aynalar ekleyerek güneş ışığı yansıttıkları bir pişiriciyi karşılaştırmışlar, daha yüksek sıcaklıklara ulaşmanın ve uzun süreli sıcaklık muhafazasına sahip olunabileceğinin olanaklı olduğunu göstermişlerdir [40].

Anjum Munir ve Oliver Hensel, Bitkilerden uçucu yağların elde edilmesi için sabit odaklamalı bir güneş konsantratörü geliştirmiş ve deneyler sonucunda başarıya ulaştığını belirtmiştir [41].

N.M. Nahar, Hindistan'da yaptığı çalışmada, çift aynalı yalıtımlı güneş fırını ile tek aynalı yalıtımsız güneş fırınlarının performanslarını deneysel olarak

karşılaştırmıştır. Sonuç olarak çift aynalı yalıtım malzemeli güneş fırınının performansı tek aynalı yalıtımsız güneş fırınının performansından daha iyi olduğu gözlenmiştir [22].

S. D. Pohekar ve M. Ramachandran, Hindistan'da parabolik güneş ocağının teşviki için değişik pişirme alternatifleri arasında otuz farklı kriter dayanan ve potansiyel gelişim alanını belirlemeye dönük bir anket düzenlemişler ve parabolik güneş ocağının yemek pişirmede LPG, odun sobası ve kutu tipi güneş ocağının ardından dördüncü sırada yer aldığını belirtmişlerdir [42].

Karadağ Y., İzmir ve Muğla şartlarında bir paraboloid güneş ocağı ve kutu tipi güneş ocağı ile deneyler yapmış, deneyler sonucunda paraboloid güneş ocağının su kaynama verimliliğini $>55\%$ bulmuş, ayrıca paraboloid güneş ocağının sadece yaz ve bahar aylarında değil havanın bulutsuz olduğu diğer günler içinde kullanılabileceğini belirtmiştir [2].

H. H. Öztürk (2004), Prof. Dr. Gazanfer Harzadın tarafından tasarlanıp üretilen parabolik güneşli bir pişiricinin deneyleri sonucunda enerji ve ekzerji analizlerini gerçekleştirmiştir [43].

P. Rajamohan ve S. Shanmugan Bir saat içinde suyun sıcaklığını $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkarabilen çanak tip güneş ocağı geliştirmiş ve termal verimliliğini hesaplamışlardır. Ayrıca paraboloid tipteki güneş ocaklarının tozlanma ve bulutlanma gibi etmenlerden olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir[44].

N. V. Patel ve S. K. Philip (2000), Filipinler, Çin ve Almanya'da geliştirilmiş olan biri paraboloid, diğer ikisi fresnel tipte üç ayrı tip güneş ocağının ısı performans ve verimliliklerini elde etmek amacıyla test etmişlerdir [45].

Hosny Z. Ve Abou-Ziyan (1998), Mısır iklim ve çevre şartlarında güneşi izleyen paraboloid tipte ve ısı kutulu tipte iki ayrı güneş ocağının deneysel çalışmalarını yaparak birbirleriyle kıyaslamışlardır [46].

A. Eltez A. GÜNGÖR, N. ÖZBALTA Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsünde bir paraboloid tip güneş ocağı imal ederek, ülkemizde uygulanabilirliği araştırmışlar, su kaynama verimliliği; paraboloid yoğunlaştırıcı için > % 55 bulmuşlar, 400 ° C'den daha yüksek sıcaklıklar için odak noktasının 50 cm²'den fazla olmaması ve elips veya daire şeklinde düzgün bir yüzeye sahip olması gerektiğini belirlemişlerdir [23].

P. Kariuki Nyahoro ve arkadaşları (1997), ısı depolayan ve odaklı tipte bir güneş ocağının deneylerini yaparak ocağın ısı depolamasının simülasyonlu performansını elde etmişlerdir [47].

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1 Güneşli pişiricilerde performans testi

Güneşli pişiriciler konusunda ASAE tarafından kabul edilen güneşli pişirici performans test standartlarında deneylerin yapılışı, terminolojiler, test protokolü ve hesap yöntemleri belirlenmiştir [48].

Bu standarda göre, hem ısıtma kabı içinde bulunan su sıcaklığı hem de dış hava sıcaklığı 10 dakikayı aşmayacak aralıklarla, güneş ışınım şiddeti, rüzgar hızı ölçülmeli ve rapor edilmelidir. Test yapılan bölgenin enlemi ve testin yapıldığı tarih belirtilmelidir.

4.1.1. Ortalamaların hesaplanması

Ortalama ışınım şiddeti, ortalama dış hava sıcaklığı ve ortalama pişirme kabındaki suyun sıcaklığı her 10 dakikalık aralık için hesaplanır.

4.1.2. Odak noktasının bulunması

Bir parabol şekilde, sonsuzdan gelen ışınlar odak denilen noktaya doğru yansıma eğiliminde olmaktadır. Odak noktasının bulunması, aşağıdaki formülle mümkündür:

$$f = D^2 / 16 \cdot h \quad \text{Eş.4.1}$$

Burada;

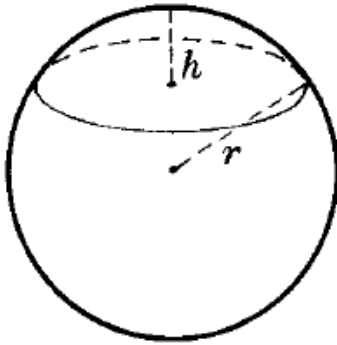
f= Odak noktası (cm)

D= Çap (cm)

h= Derinlik (yükseklik, cm)

4.1.3. Yüzey alanlarının bulunması

Değişik derinliklere sahip her bir çanak, çapları değişik birer kürenin parçası gibi düşünülürse, küre parçasının yüzey alanı formülünden çanakların yüzey alanları bulunabilir.



Küre parçasının yüzey alanı = $2\pi rh$

Eş.4.2

4.1.4. Ankara iline ait meteoroloji verileri

Deneylerin yapıldığı günlere ilişkin birim alana düşen güneş ışınım şiddeti (W/m^2) ve rüzgar hızı (m/s) verileri meteoroloji işleri genel müdürlüğünden temin edilmiştir.

Çizelge 4.1 Uluslararası standart test yönteminde kontrol edilemeyen iklim değişkenlerine ait değerler [11,49]

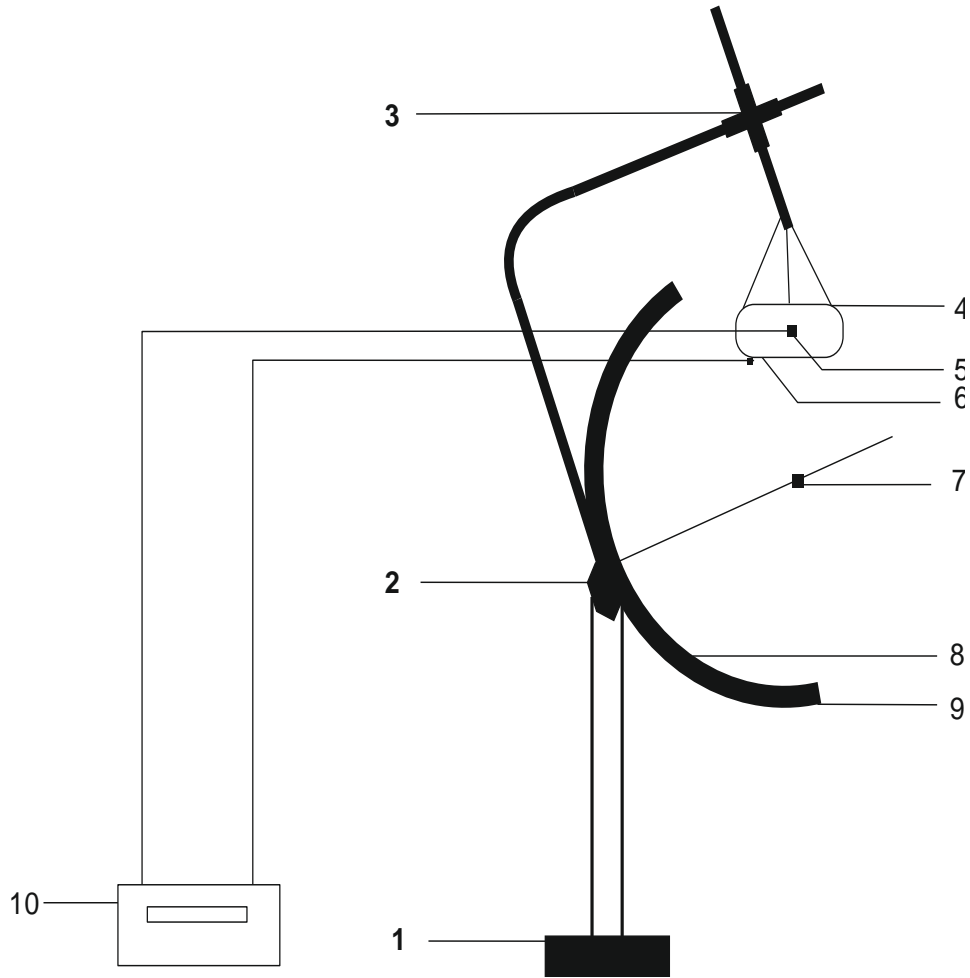
Kontrol Edilemeyen İklim Değişkenleri	
Rüzgar Hızı	Deneme sırasında rüzgar hızı 1.0 m/s'den az olmalıdır.
Hava Sıcaklığı	Denemeler 20 – 35 °C sıcaklıklar arasında yapılmalıdır.
Su Sıcaklığı	Su sıcaklığı 40-90 °C arasında olmalıdır.
Güneş Işınımı	Güneş ışınım şiddeti 450-1100 W/m^2 arasında olmalıdır.
Güneş Zamanı	Denemeler güneş zamanı olarak 10:00-14:00 saatleri arasında yapılmalıdır.

4.2 Sistem Tasarımı

Güneş ocakları tekerlekli bir düzeneğin üzerinde ve taşınması oldukça kolay olacak şekilde tasarlanmıştır. 3,2 m uzunluğunda demir profil üzerine 80 cm'lik eşit aralıklarla dört adet çanak tip güneş ocağı yerleştirilmiştir.

Deneylerde kullanılan çanak tip güneş ocaklarının her biri üç ana kısımdan oluşmaktadır.

- a. Taşıma düzeni (iskelet): Çanağı ve hareket mekanizmasını üzerinde taşıyan metal iskeletten ibarettir.
- b. Hareket mekanizması: Her bir pişirici sistemde iskelet ile çanağı birbirine bağlayan ve çanağın iki ekseninde hareketini sağlayan birer vidalı hareket mekanizması olduğu gibi, aynı zamanda pişirme kabının da sağ-sol ve aşağı-yukarı hareketini sağlayan, iç içe geçmiş borulardan oluşan hareket mekanizmaları mevcuttur.
- c. Çanak ve yansıtıcı yüzey: Çanakların her biri 3 mm kalınlığında sacdan yapılmış ve üzeri yansıtıcı özelliği bakımından kimyasal kaplama yöntemi kullanılarak krom-nikel ile kaplanmıştır. Yansıtıcı yüzeylerin pürüzsüz ve tozsuz olmasına dikkat edilmiştir.



Şekil 4.1. Çanak tipi güneş ocağının şematik gösterimi.

1. İskelet 2. Çanak ayar mekanizması 3. İleri - geri ve sağa - sola ayar mekanizması 4. Pişirme kabı 5. Pişirme kabından ölçülen su sıcaklığı ($T_{iç}$) 6. Yüzey sıcaklığı (T_{alt}) 7. Odak noktası 8. Yansıtıcı yüzey 9. Çanak



Resim 4.2 Hareket mekanizmalarının yandan görünüşü

4.2.1.Çanak tipi güneş ocaklarının boyutları

Gazi Üniversitesi'nde tasarlanan çanak tip güneşli pişiricilerin yerden yüksekliği 1 m , her biri 0.6 m çapındadır.

Çanak tipi güneş ocaklarının derinlikleri sırasıyla 5 cm, 10 cm, 15 cm ve 20 cm'dir.

Pişirme kabı olarak bakırdan yapılmış ve her biri bir litrelik hacme sahip tencereler kullanılmıştır. Bu tencereler siyah mat boya ile boyanmıştır.

Tencerelerin bir zincir yardımıyla güneş ocağına asılabilmesi için 2 mm'lik saclardan kementler yapılmış ve her bir kementin eşit uzaklıktaki üç ayrı noktasına delikler açılarak zincirlerin bu deliklere bağlanması sağlanmıştır.

Piştirme esnasında odak ayarı 10 dakikalık periyotlarla elle yapılmıştır.



Resim 4.3 Güneş ocaklarının önden görünüşü

4.2.2 Yansıtıcı Yüzey Malzemesi Seçimi

Yapılan araştırmalarda yansıtıcı yüzey malzemesi olarak alüminyum folyo, ayna ve krom-nikel kaplama yöntemlerinin yaygın şekilde kullanıldığı görülmektedir.

Yansıtma yeteneği, odaklı toplayıcıların yapıldığı malzemeye bağlı olup, değeri: aynada % 88, ticari alüminyumda % 74-85, parlatılmış nikelde % 60, kromda %51, parlatılmış çinkoda % 54'tür.

Paraboloid yüzeyli güneş enerjili pişiricilerde, yansıtılan güneş ışınlarının odak noktasında kesişmeleri gerekir. Bu nedenle, yansıtıcı yüzeyin parlatılmasında aşağıdaki etmenler dikkate alınmalıdır [50].

Yüzeyin parlaklığı zamanla kaybolmamalıdır.

Yüzey düzgün olmalı ve ışığı kırmadan yansıtmalıdır.

Parlaklık yüzeyin tamamında homojen olmalıdır.

Parlatma işlemi uygun bir maliyetle gerçekleştirilebilmelidir.

Yoğunlaştırıcı tip güneş enerjili pişiricilerde yansıtıcı yüzeylerin parlatılmasında aşağıdaki yöntemler uygulanır [50].

Flotal ayna kullanımı: Bu yöntemde, düzgün kesilmiş, küçük kare şeklinde aynalar, silikon veya asfalt zifti ile yansıtıcı yüzeye yapıştırılır. Yansıtıcı yüzeye yapıştırılan aynalar arasında boşluk kalmamasına dikkat edilmelidir. Ayna kalınlığı arttıkça, kırılma nedeniyle ışığın dağılımı artacağından, yansıtıcı ayna kalınlığı, mümkün olduğu kadar ince olmalıdır.

Yüzeysel yansıtıcı ayna kullanımı: Bu yöntemde, genellikle alüminyum folye yüzeye yapıştırıcı bir tabaka aracılığı ile doğrudan yapıştırılır. Bu yöntemin en önemli olumsuzluğu, doğal koşullara bağlı olarak yapıştırıcı işlevinin zamanla azalmasıdır.

Yansıtıcı yüzeyin doğrudan parlatılması: Yansıtıcı yüzey olarak krom veya nikel sac kullanmak, çelik sac yüzeyi elektroliz banyosunda krom ile kaplamak, pirinç metal yüzeyi nikel ile kaplamak, yansıtıcı yüzey dış malzemesinin elektroliz işlemi uygulanabilen plastik olması durumunda, plastik yüzeyi elektroliz ile parlatmak, alüminyumdan tasarımılanan yansıtıcı yüzeyin dışını boyayarak parlatmak.

Krom – Nikel kaplama özellikleri:

Bu çalışmada krom-nikel sac kaplama yöntemi uygulanmıştır. Bu malzemenin seçiminde piyasada kolay bulunabilir olması, işlenmesinin kolaylığı ve ışınım yansıtma oranının yüksek oluşu etken olmuştur.

Ayrıca krom-nikel kaplama, korozyona karşı yüksek dirençli bir tabaka oluşturması, homojen oluşu ve sürtünme açısından doğal bir kaydırıcılığa sahip olması nedeniyle tercih sebebidir.

Kromun kimyasal sembolü; Cr, Atom ağırlığı; 52,1 , birleşme değeri; 3-6, Özgül kütlesi; 7,1 gr/cm³ , erime noktası; 1800 °C, sertliği; Vickers (Hv) 750 ile 1050 kg/mm² arasındadır.

Elektrolitik krom, açık mavi beyazdır, iyi bir parlak polisajla latin rengine benzer. Galvanoteknikte kullanılan diğer metallere nazaran, görünüşünün iyi olması ve sertliği aranan bir element olmasını sağlar.

Krom kaplama; atmosfere karşı, asit-alkali ve tuzlara karşı direnç göstermektedir. Yine bazı elementleri, kromla pasifleme suretiyle üzerlerinde bir krom tabakası meydana getirilerek, korozyona karşı bir koruyucu tabaka elde edilmiş olur.

Sert krom kaplama ile de, kalın bir tabaka elde edilebilir. 0,02 – 0,40 mm. kalınlıkta, teknik sert krom kaplama yapılabilir. Bu kalın krom tabaka, aynı zamanda sert bir tabaka oluşturur, delme darbelerine karşı oldukça dayanıklıdır. Kimyasal çalışmalarda ve yüksek sıcaklıklarda çalışılırken de etkilenmez [51].

5. DENEYSEL BULGULAR

Gazi Üniversitesi'nde yapılan deneylerde bakır kaplar içinde su kaynatma, yumurta haşlama ve patates haşlama deneyleri; Ağustos ve Eylül aylarında olmak üzere ikişer kez yapılmıştır. Deneylerden önce pişirme kabının ağırlıkları ölçülmüş ve her birinin 0,31 kg olduğu tespit edilmiştir.

Deney öncesinde pişirme kaplarına koyulan su miktarları hassas terazi yardımıyla ölçülmüştür.

Deneyler açık havada yapılmış ve gölgelenme durumlarında iptal edilmiştir. Belirli aralıklarla (10 dakikada bir) kalibrasyonlu bakır- konstantan termo elemanlar yardımıyla ortam sıcaklığı, pişirme kabındaki su sıcaklığı ve pişirme kabının yüzey sıcaklığı ölçülmüştür.

Deney sonrasında kaplardaki su miktarları tekrar ölçülerek buharlaşma-eksilme miktarları belirlenmiş, farklı derinlikteki çanaklar arasındaki pişirme hızları tespit edilmiştir.

Deneyler esnasında ölçülen değerler ekte tablolar halinde gösterilmiştir.

5.1 Odak noktası ve yüzey alanlarının hesaplanması

Her 10 dakikada bir güneş ocaklarını taşıyan sistem iki ekseninde güneşi takip edecek şekilde yönlendirilmiş ve odak uzaklığı eşitlik 4.1 yardımıyla bulunmuş, pişirme kapları bu mesafeye yerleştirilmiş ve daha sonra odak ayarı elle yapılmıştır.

Çizelge 5.1. Odak noktasının bulunması

Güneş ocakları	Odak Uzaklığı (cm)	Yüzey Alanı (m ²)
5 cm derinlikli çanak	45	0,29
10 cm derinlikli çanak	22,5	0,30
15 cm derinlikli çanak	15	0,33
20 cm derinlikli çanak	11,25	0,38

Çanak tipi güneş ocakları, bire bir ölçüleri Autocat programı ile çizilmiş, derinlikleri belirtilen yayların yarı çapları bulunmuştur. Eş. 4.2'den her bir çanağa ait yüzey alanı hesabı aşağıdaki gibi yapılmıştır.

$$5 \text{ cm derinlikte güneş ocağı için : } 2 * 3,14 * 92,5 * 5 = 0,29 \text{ m}^2$$

$$10 \text{ cm derinlikte güneş ocağı için: } 2 * 3,14 * 50,48 * 10 = 0,30 \text{ m}^2$$

$$15 \text{ cm derinlikte güneş ocağı için: } 2 * 3,14 * 37,5 * 15 = 0,33 \text{ m}^2$$

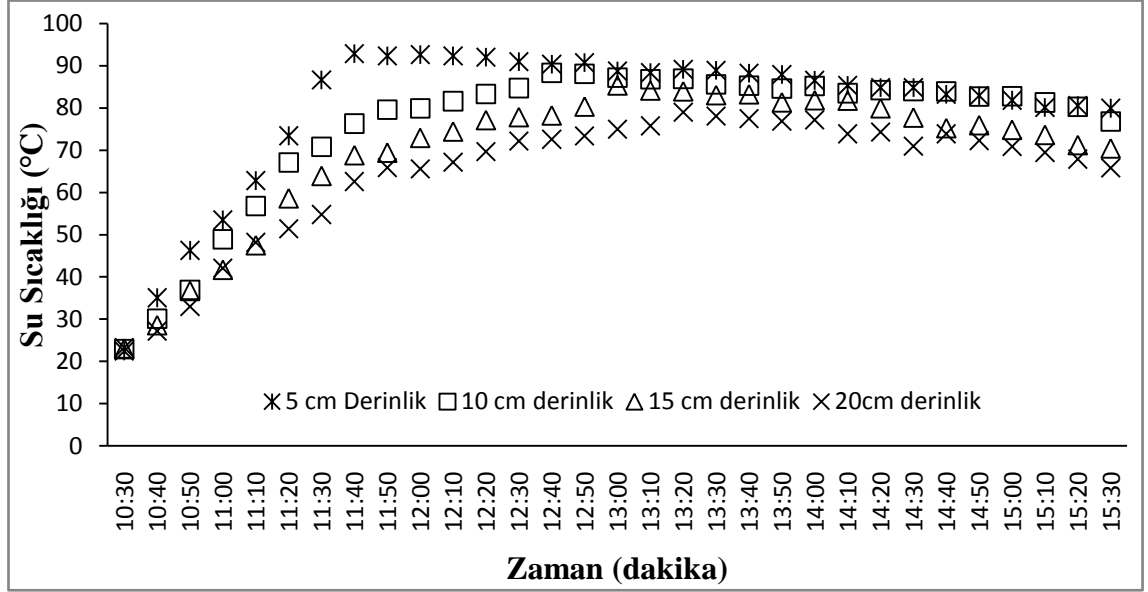
10 cm derinlikte güneş ocağı için: $2 * 3,14 * 32,62 * 20 = 0,38 \text{ m}^2$ olarak bulunur.

5.2 Çanak tip güneş ocağı deneyleri:

Su kaynatma deneyleri; 1000 gr. su hem Ağustos ayında, hem de Eylül ayında kaynatılmıştır. Buna göre

Çizelge 5.2. Çanak tipi güneş ocaklarında Ağustos ayı su kaynatma deneyine ait veriler

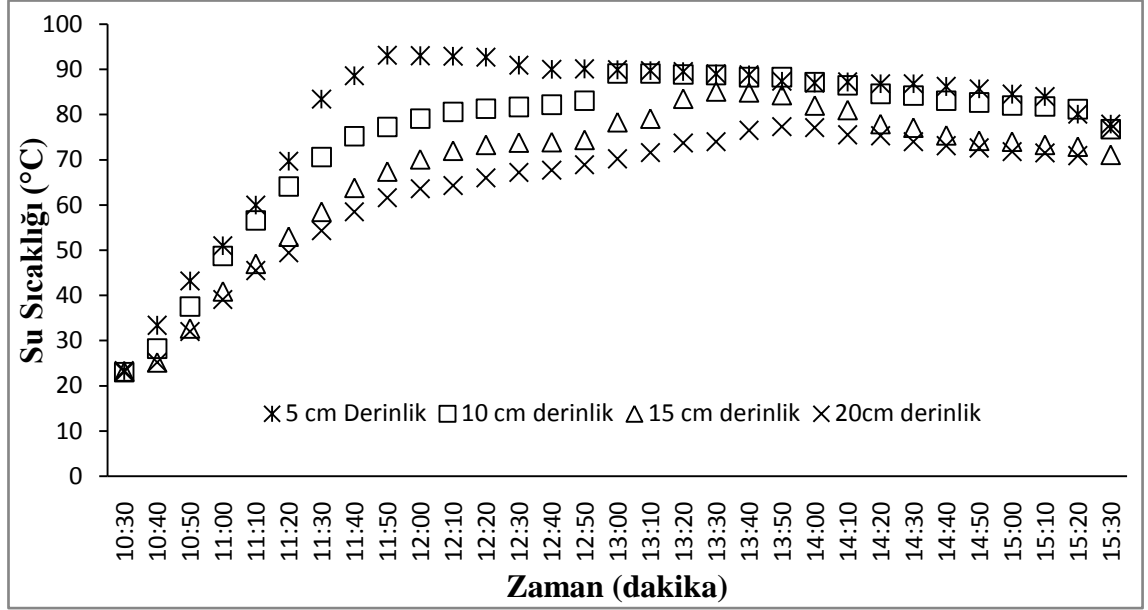
	1.Çanak (5 cm derinlik)	2.Çanak (10 cm derinlik)	3.Çanak (15 cm derinlik)	4.Çanak (20 cm derinlik)
Piştirme kabının ağırlığı	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg
Su miktarı (M)	1000 gr	1000 gr	1000 gr	1000 gr
Toplam ağırlık	1310 gr	1310 gr	1310 gr	1310 gr
Deney sonu su miktarı	1080 gr	1200 gr	1255 gr	1267 gr
Eksilen su miktarı	230 gr	110 gr	55 gr	43 gr
Kaynamaya kadar geçen süre	1 saat 20 dk.	Kaynama noktasına ulaşamadı	Kaynama noktasına ulaşamadı	Kaynama noktasına ulaşamadı
Ulaşılan en yüksek yüzey sıcaklığı	123,9 °C	108,3 °C	95,7 °C	84,5 °C
Ulaşılan en yüksek su sıcaklığı	92,8 °C	88,3 °C	85,3 °C	79 °C



Şekil 5.2. Ağustos ayında yapılan deneyde, çanak tipi güneş ocaklarında ulaşılan su sıcaklığı değerlerinin zamana bağlı gösterimi

Çizelge 5.3. Çanak tipi güneş ocaklarında Eylül ayı su kaynatma deneyine ait veriler

	1.Çanak (5 cm derinlik)	2.Çanak (10 cm derinlik)	3.Çanak (15 cm derinlik)	4.Çanak (20 cm derinlik)
Pişirme kabının ağırlığı	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg
Su miktarı (M)	1000 gr	1000 gr	1000 gr	1000 gr
Toplam ağırlık	1310 gr	1310 gr	1310 gr	1310 gr
Deney sonu su miktarı	1103 gr	1211 gr	1266 gr	1357 gr
Eksilen su miktarı	207 gr	99 gr	49 gr	33 gr
Kaynamaya kadar geçen süre	1 saat 20 dk.	Kaynama noktasına ulaşamadı	Kaynama noktasına ulaşamadı	Kaynama noktasına ulaşamadı
Ulaşılan en yüksek yüzey sıcaklığı	119,7 °C	112,0 °C	97,3 °C	81,8 °C
Ulaşılan en yüksek su sıcaklığı	93,1 °C	89,1 °C	85,1 °C	77,3 °C

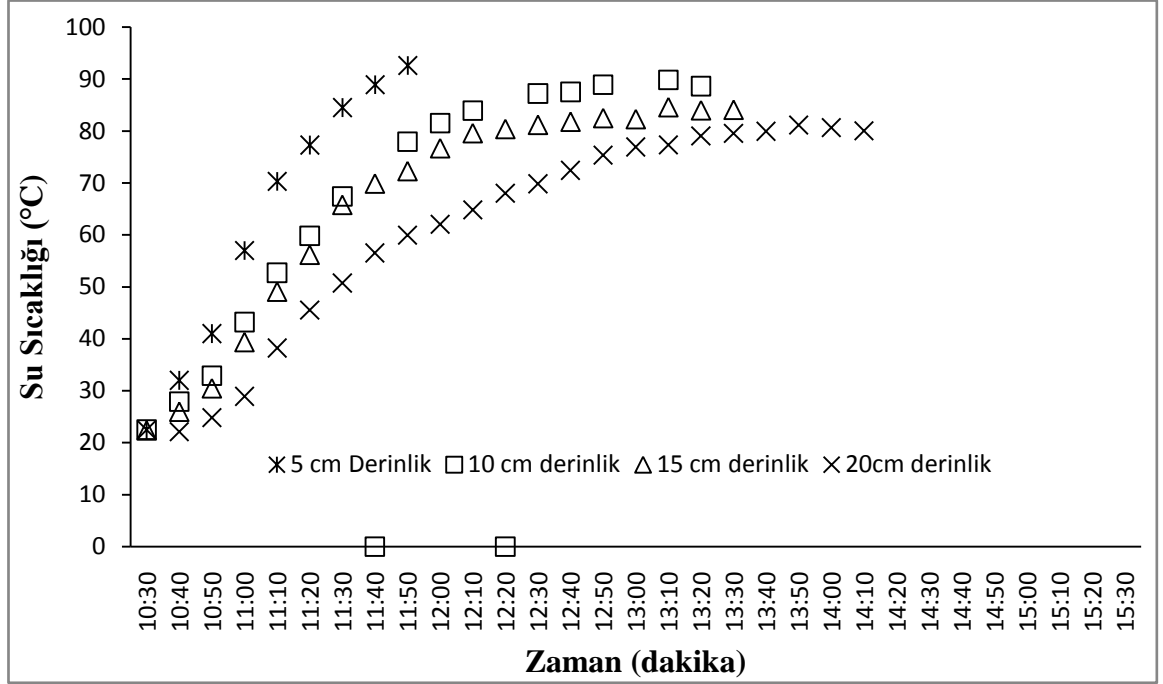


Şekil 5.3. Eylül ayında yapılan deneyde, çanak tipi güneş ocaklarında ulaşılan su sıcaklığı değerlerinin zamana bağlı gösterimi

Yumurta pişirme deneyleri;

Çizelge 5.4. Ağustos ayında yapılan yumurta pişirme deneyine ait veriler

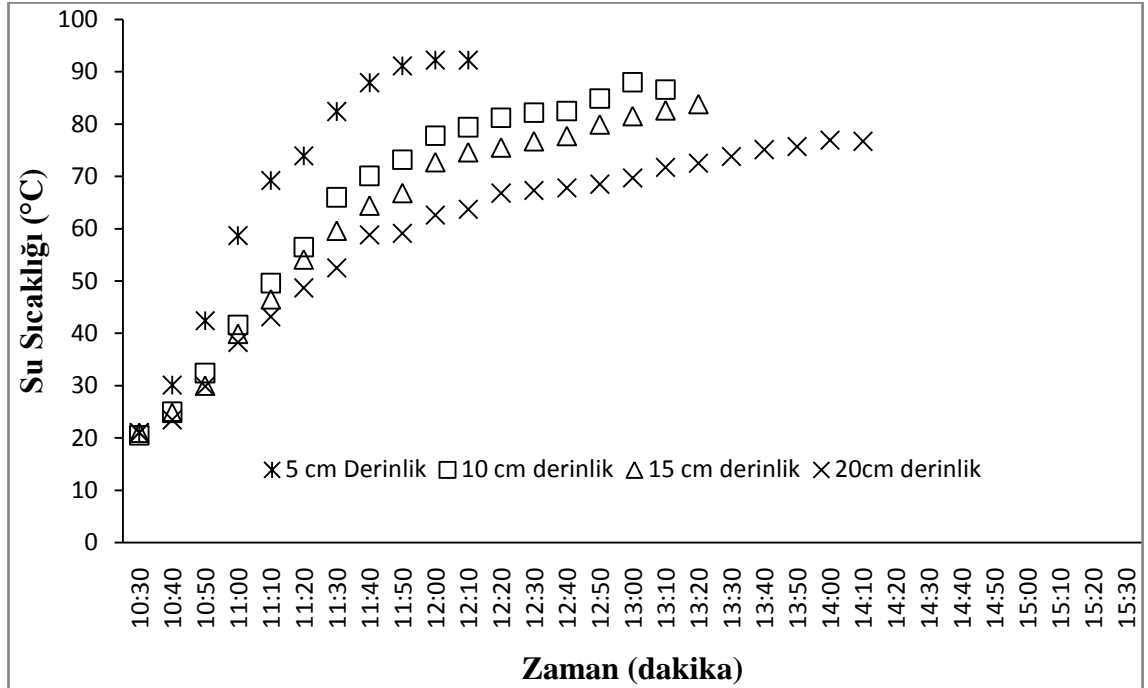
	1.Çanak (5 cm derinlik)	2.Çanak (10 cm derinlik)	3.Çanak (15 cm derinlik)	4.Çanak (20 cm derinlik)
Piştirme kabının ağırlığı	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg
Su miktarı (M)	910 gr	910 gr	910 gr	910 gr
Yumurta ağırlığı (2 adet 45 gr)	90 gr	90 gr	90 gr	90 gr
Toplam ağırlık	1,310 kg	1,310 kg	1,310 kg	1,310 kg
Eksilen su miktarı	74 gr	51 gr	47 gr	28 gr
Piştirme Süresi	1 saat 20 dk.	2 saat 40 dk.	3 saat	3 saat 40 dk.
Ulaşılan en yüksek yüzey sıcaklığı	118,1 °C	105,3 °C	96,1 °C	85,9 °C
Ulaşılan en yüksek su sıcaklığı	92,6 °C	88,8 °C	84,6 °C	81,1 °C



Şekil 5.4. Ağustos ayında yapılan yumurta pişirme deneyinde, pişme süresi ile su sıcaklığı arasındaki ilişkinin zaman bağlı gösterimi

Çizelge 5.5. Eylül ayında yapılan yumurta pişirme deneyine ait veriler

	1.Çanak (5 cm derinlik)	2.Çanak (10 cm derinlik)	3.Çanak (15 cm derinlik)	4.Çanak (20 cm derinlik)
Pişirme kabının ağırlığı	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg
Su miktarı (M)	910 gr	910 gr	910 gr	910 gr
Yumurta ağırlığı (2 adet 45 gr)	90 gr	90 gr	90 gr	90 gr
Toplam ağırlık	1,310 kg	1,310 kg	1,310 kg	1,310
Eksilen su miktarı	68 gr	50 gr	44 gr	30 gr
Pişme Süresi	1 saat 40 dk.	2 saat 40 dk.	2 saat 50 dk.	3 saat 40 dk.
Ulaşılan en yüksek yüzey sıcaklığı	108,1 °C	95,6 °C	88,9 °C	82,3 °C
Ulaşılan en yüksek su sıcaklığı	92,2 °C	88,0 °C	83,8 °C	76,9 °C

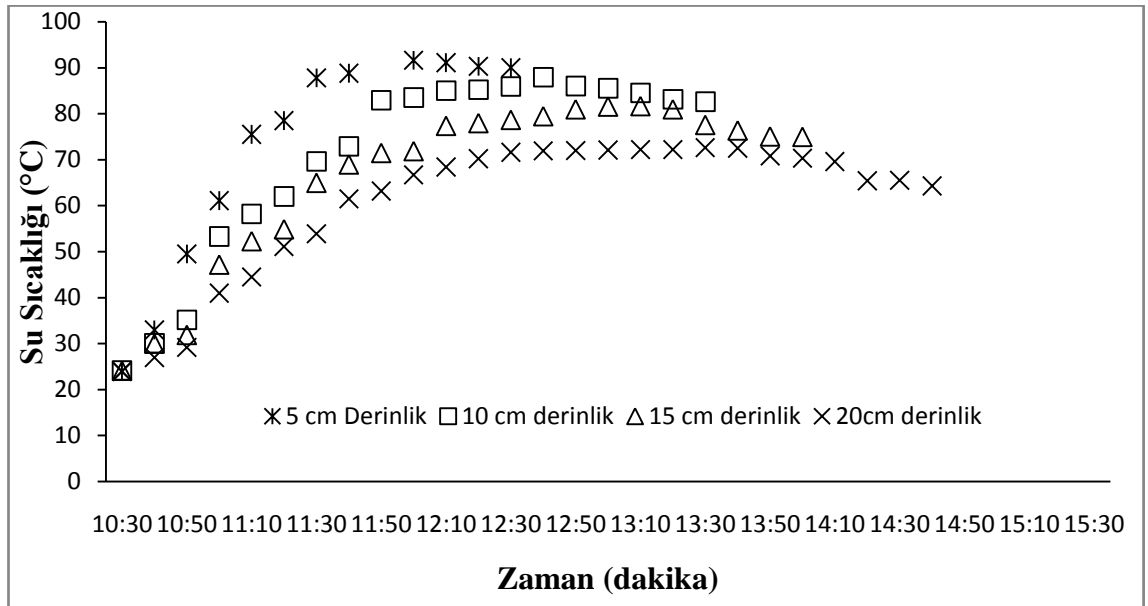


Şekil 5.5. Eylül ayında yapılan yumurta pişirme deneyinde, pişme süresi ile su sıcaklığı arasındaki ilişkinin zaman bağılı gösterimi

Patates pişirme deneyleri:

Çizelge 5.6. Ağustos ayında yapılan patates pişirme deneyine ait veriler

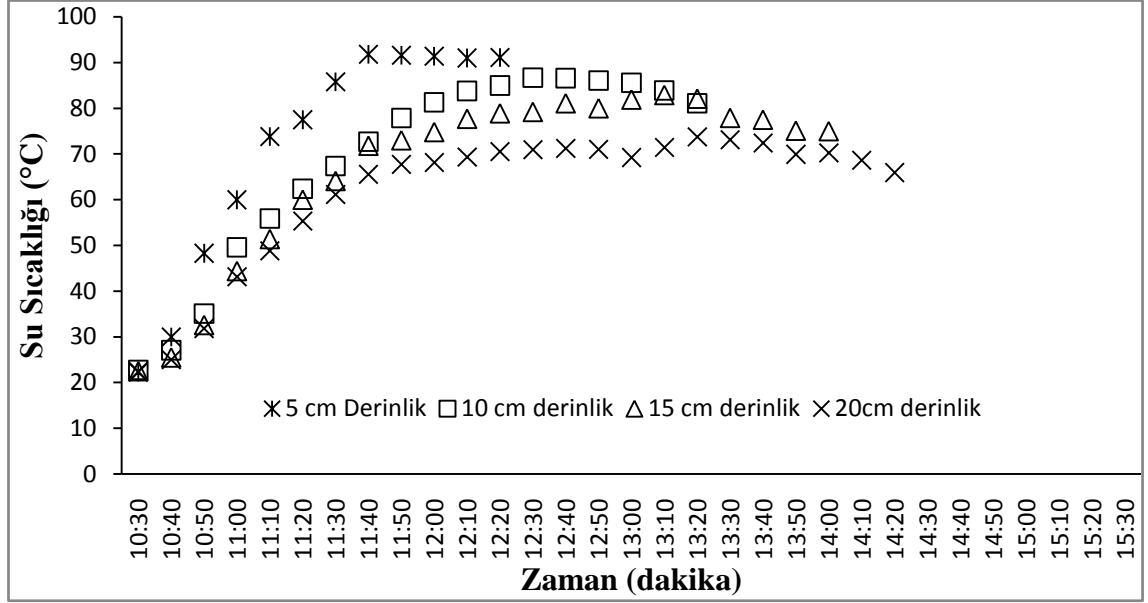
	1.Çanak (5 cm derinlik)	2.Çanak (10 cm derinlik)	3.Çanak (15 cm derinlik)	4.Çanak (20 cm derinlik)
Pişirme kabının ağırlığı	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg
Su miktarı (M)	800 gr	800 gr	800 gr	800 gr
Patates ağırlığı	195 gr	195 gr	185 gr	155 gr
Toplam ağırlık	1,305 kg	1,305 kg	1,295 kg	1,265
Eksilen su miktarı	97 gr	69 gr	54 gr	39 gr
Pişme Süresi	2 saat	3 saat	3 saat 30 dk	4 saat 10 dk.
Ulaşılan en yüksek yüzey sıcaklığı	108,1 °C	95,6 °C	88,9 °C	82,3 °C
Ulaşılan en yüksek su sıcaklığı	91,6 °C	87,9 °C	81,7 °C	72,6 °C



Şekil 5.6. Ağustos ayında yapılan patates pişirme deneyinde, pişme süresi ile su sıcaklığı arasındaki ilişkinin zaman bağılı gösterimi

Çizelge 5.7. Eylül ayı patates pişirme deneyine ait veriler

	1.Çanak (5 cm derinlik)	2.Çanak (10 cm derinlik)	3.Çanak (15 cm derinlik)	4.Çanak (20 cm derinlik)
Pişirme kabının ağırlığı	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg	0,310 kg
Su miktarı (M)	800 gr	800 gr	800 gr	800 gr
Patates ağırlığı	175 gr	170 gr	162 gr	160 gr
Toplam ağırlık	1,285 kg	1,280 kg	1,272 kg	1,270
Eksilen su miktarı	88 gr	66 gr	57 gr	36 gr
Pişme Süresi	2 saat	3 saat	3 saat 30 dk	4 saat 10 dk.
Ulaşılan en yüksek yüzey sıcaklığı	105,3 °C	89,3 °C	85,5 °C	79,0 °C
Ulaşılan en yüksek su sıcaklığı	91,8 °C	86,7 °C	82,9 °C	73,7 °C



Şekil 5.7. Eylül ayında yapılan patates pişirme deneyinde, pişme süresi ile su sıcaklığı arasındaki ilişkinin zaman bağı gösterimi

5.4. Enerji Maliyetlerinin Karşılaştırması

2012 yılı birim fiyatları göz önüne alınarak 1000 gr. suyun kaynaması için harcanan elektrik ve doğalgaz maliyeti aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 5.8. Maliyetlerin karşılaştırılması

Ocak türü	Deney (gr su)	93 °C'ye ulaşma süresi (dk)	Maliyet (TL)
Güneş Ocağı (5 cm derinlik için)	1000	70	Yok
Doğalgazlı Ocak	1000	14	0,0288
Elektrikli Isıtıcı	1000	5	0,0384

Bir meskende günde iki kez 1000 gr. suyun 93 C'ye ısıtıldığı varsayılırsa, sadece su ısıtmak için doğalgaza yılda 21 TL, elektriğe ise 28 TL ödenecektir

6.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan deneyler sonucunda, çanak tip güneş ocaklarının derinliklerinin arttıkça, ulaşılan su ve yüzey sıcaklık değerlerinde azalma olduğu ve buna bağlı olarak da pişirme zamanının uzadığı gözlemlenmiştir. Özetle, çanak çapı sabit iken, derinlikleri arttırmak, malzemenin ağırlığını ve dolayısıyla maliyetini arttırmakta, odak noktasının mesafesini kısaltmakta, ancak pişirme süresini uzatmaktadır.

El yardımıyla odak noktasının bulunması, pişirme sırasında 5 ila 10 dakika aralığında sürekli bir takip gerektirmektedir.

Yoğunlaştırıcı pişiricilerde pişirme kabına radiant ısı doğrudan transfer olmakta ve genellikle dış koşullara bağlı olarak büyük ısı kayıpları oluşmaktadır. Örneğin, kontrol edilemeyen değişkenlerden, bulutlanma, rüzgar..vb oldukça etkilenmektedir.

Güneşin en dik olduğu öğle saatlerinde, sıcaklık değişimindeki artış daha stabildir. Bu saatlerde odak ayarı nispeten daha kolay yapılmaktadır.

Odak noktasını ayarlayamama durumlarında önemli sıcaklık farkları oluşabilmekte ve deney sonuçlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle, bulutlanma gibi durumlarda deneyler iptal edilmiştir.

Çorba veya haşlama..vb yemekler haricinde bazı yemeklerin altının tutması olasılığı vardır. Bunu önlemek için tencereyi döndüren bir mekanizma tasarlanabilir.

Küçük odak sapmalarında, örneğin, odak noktasının pişirme kabının tam alt yüzeyine değil de, yan yüzeylere doğru gelmesi durumlarında 2 °C - 3 °C'lik sıcaklık sapmaları gözlemlenmiştir.

Öğleden sonra rüzgar hızının arttığı saatlerde performans önemli ölçüde düşmektedir. Bu nedenle çanak tipi güneş ocağı, mümkün olduğunca korunaklı alanlarda kullanılmalıdır.

Toplayıcının yüzeyi mümkün olduğunca düzgün olmalı, kırışikliklar, hasarlar içermemelidir.

Çanak çapının daha büyük seçilmesi durumunda pişirme hızında ve ulaşılan sıcaklıklarda artış gözlenebilecektir.

Pişirme kabının çanak yansıtıcı üzerine gölge düşürmesi mümkün olduğunca engellenmelidir.

İşlem yüksekliği 1 m ile 1.5 m arasında olabilir.

Sisteme güneşin izletilebilmesi için mekanizma kolay ayarlanabilir olmalıdır.

Çalışmalar sırasında koruyucu eldiven ve gözlük kullanmak zorunludur.

Güneş ocağının çevreye hiçbir zararının olmaması, yerli kaynaklarla üretilebilmesi, kullanımının basit olması, ilk maliyetinin yanında hiçbir gider maliyetinin olmayışı tercih edilmesi için en önemli sebeplerden birkaçıdır. Yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip ülkemizde, güneş ocaklarının kullanımına uygun yörelerde halkın bilinçlendirilmesi ve devletin teşviki ile yaygınlaştırılması en önemli konulardan biridir.

Bilindiği üzere güneş enerjisini bulmak sorun değil, onu insan faaliyetlerine en uygun şekilde kullanılabilir bir enerji türüne dönüştürmek sorundur. Bu çalışmada, ülkemizde henüz yaygın olmayan çanak tip güneş ocaklarına ilişkin temel bazı deneyimler elde edilmiştir.

Her şeyden önce, enerjide dışa bağımlı ülkelerin savaş gibi olağanüstü hal durumlarında, toplumun yemek gibi temel gereksinimlerini karşılayacak enerji seçeneklerini geliştirmeleri veya en azından bu teknolojileri kullanma yetisine sahip bir toplum yaratmayı düşünmeleri gerekir.

Çanak tip güneş ocağı çalışmamız, salt bu yaşamsal gerçeğin yadsınmaz önemi üzerinde yükselmiştir.

Noktasal odaklamalı sistemler üzerine çalışan bilim insanlarının, dünyaya çarpma tehdidi yaratan bir meteorun yörüngesini devasa çanak sistemleri

sayesinde deęiřtirip-deęiřtirmeyeceklerini dūřūndūkleri de bir gerçek. Bu deneysel çalıřmanın, odaklamalı sistemler ūzerinde çalıřan farklı alanlardaki arařtırma geliřtirme çalıřmalarına katkı sunması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Soteris, A. Kalogirou, "Solar Thermal Collectors and Applications", Progress in Energy and Combustion Science, Elsevier, **30**: 231-295, (2004).
2. Karadağ, Y., "Muğla şartlarında güneşli pişiricilerin ısıl test işlemleri", Yüksek lisans tezi, **Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Muğla, 41-54 (2007).
3. Varank, G., Varınca, K., "Güneş kaynaklı farklı enerji üretim sistemlerinde çevresel etkilerin kıyaslanması ve çözüm önerileri", Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi, 148-160, İçel, (2005)
4. Üçgül, İ., Selbaş, R., Şenol, R., ve Kızıllan, Ö., "Güneş Güç Sistemlerinin Heliostat Alan Düzenlemesi Ve Termodinamik Analizleri", **Ulubtk'03 14. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiri Kitabı**, Isparta, 373-380, (2003).
5. Aygün, E., "Güneş Enerjisi Nedir? Nasıl Faydalanılır?" , **Bilim ve Teknik**, 257: 22-23, (1989).
6. Bilir, Ş., "Alternatif enerji sistemleri", **Mimar ve Mühendis dergisi**, 33: 56-58, (2004).
7. Eltez, M., "Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, **Dost Ajans Matbaacılık Yayıncılık ve Tanıtım Hizmetleri**, Mersin, (2003).
8. Incropera, F.P, DeWitt, P., "Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri", **Literatür Yayıncılık**, (2001).
9. Aydınol, M., "Güneş Enerjisinden Faydalanarak Damıtık Su Elde Edilmesi", **Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı**: 118, Mersin, (2003).
10. Demirpolat, E., "Vakum Borulu Parabolik Oluk Tip Güneş Toplayıcılarının Sıcak Su Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, **Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, (2006).
11. Öztürk, H., "Güneş Enerjisi ve Uygulamaları", **Birsen Yayınevi**, İstanbul. 194-195 (2008).

12. Kalogoriou, S., Eleftheriou, P., Lloyd, S., Ward, J., "Design and Performance Characteristic of A Parabolic Trough Solar Collector System", ***Appl Energy***,47: 341-354, (1994).
13. Soteris, A. Kalogirou, "Solar Thermal Collectors and Applications", Progress in Energy and Combustion Science, ***Elsevier***, 30: 231-295, (2004).
14. Kurşuncu, B., "Sıvı Pistonlu Stirling Motoru İle Güneş Enerjili Su Pompası Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, ***Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Isparta, 18-25 (2010).
15. Soteris, K., "Solar Energy Engineering: Processes and Systems" , ***Library of Congress Cataloging-in-Publication Data***, :756, United States of America, (2009).
16. Çolak, L., Durmaz, A., ***VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi***, İzmir, (2003).
17. Kartal, Y., "Parabolik yansıtıcı yüzeyli yoğunlaştırıcı güneş kolektörü tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, ***Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İzmir, 20-40, (2007).
18. Duffie, J.A., Beckman, W.A., "Solar Engineering of Thermal Processes", ***John Wiley Sons Inc***: 276, (1991).
19. Seçkin, C., "Silindirik Parabolik Güneş Toplayıcılarının Isıl Analizi", ***İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü***, Yüksek Lisans Tezi, 67s, İstanbul, (2006).
20. Güngör, A., Yıldız, A., Kartal, Y., "Ülkemiz enlemleri açık gün ışınımının hesaplanması için bir algoritma", ***Ulusal ısı bilimi ve tekniği kongresi***, Mersin, (2004).
21. Yağcıoğlu, A., Demir, V., Günhan, T., "Seraya Giren Faydalı Isınım Enerjisini Hesaplamak için Bir Yöntem-I", ***Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi***, 41:2, 143-154, (2004).
22. Nahar, N.M., "Design, development and testing of a double reflector hot box solar cooker with a transparent insulation material", ***Renewable Energy***, 23 (2): 167–179 (2001).
23. Eltez, A., Güngör, A. ve Özbalta, N., "Paraboloid tipte bir güneş ocağının test edilmesi ve veriminin araştırılması", ***Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi***, 275: 23-27 (2001).

24. El-Sebaei, “ Studies on Solar Steam Cooker”. *Indian Farming*, 27: 23–24, (1977).
25. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Isıl güneş teknolojileri” <http://www.eie.gov.tr/turkce/yek/gunes/yogunlastiricilar.html> (2011).
26. Atan, E., “Tek ve iki Eksende Güneşi izleyen Fırın Tipi Pişiricilerin Tasarımı Teorik ve Deneysel incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir, (1995).
27. Uyarel, Y., Öz, E.S., Güneş Enerjisi ve uygulamaları, **Birsen yayınevi**, İstanbul, (1987).
28. Esen, M., Hazar, H., Esen, H., “Experimental investigation of a solar cooker using collector with heat pipes”, **Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi**, : 114-120 (2005).
29. İnan, D., “Güneş Enerjisinin Isıl uygulamaları”, **Temiz Enerji Vakfı yayınları**, Tübitak Matbaası, Ankara, (2001).
30. Kimambo C. Z., “Development and performance testing of solar cookers”, **Journal of Energy in Southern Africa**, 18 (3): 42-44, (2007).
31. Grundy, W., “Solar Cookers and Social classes in Southern Africa” , **Techné: Journal of Technology Studies.**, 5 :3-7 (1995).
32. Sperber, B., “**Güneşli Pişiriciler Uluslararası Yıllık Toplantısı**”, Pillsbury Şirketi (1990).
33. Atlıoğlu, A., “Parabolik yansıtıcı güneş kolektörlerinde kullanılan yansıtıcı malzemeler ve özellikleri” , **Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** , Ankara, 27-28 (1991).
34. Andreatta, D., “Recent advances in devices for the heat pasteurization of drinking water in the developing world” , 29th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., (1994).
35. M.A, Mohamad., Ghetany-H.H.El and D, M.Abel., “Design, Construction and field test of Hot-Box Solar Cookers For African Sahel Region”, **Renewable Energy.**,14,(1-4): 49-54, (1998).
36. Abdallah, E., Al Soud, M., Akayleh, A., and Abdallah, S., “Cylindrical solar cooker with automatic two axes sun tracking system” **Jordan**

- Journal of Mechanical and Industrial Engineering***,4, (4): 477 - 486 (2010).
37. Deniz, E. ve Atik, K., “Kutu tipi güneş enerjili pişirme sistemlerinin Karabük şartlarında kullanılabilirliğinin deneysel olarak incelenmesi”, ***KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi***, 11(2): 40-43 (2008).
38. Gedik, E. ve Öz, E., “Isı kutusu tipi güneş fırını tasarımı ve örnek bir uygulaması”, ***Teknoloji***, 10(4): 303-310 (2007).
39. Harmim, A., Boukar, M, and Amar, M., “Experimental study of a double exposure solar cooker with finned cooking vessel”, ***Solar energy***., 82, 287–289(2008).
40. Mirdha, U.S, and Dhariwal., S.R., “Design optimization of solar cooker”, ***Renewable energy***., (33): 530–544 (2008).
41. Munir, A, and Hensel, O., “Development of a solar distillation system for essential oils extraction from herbs” ***Conference on International Agricultural Research for Development***., A University of Kassel-Witzenhausen and University of Göttingen, (2007).
42. Pohekar, S. D. and Ramachandran, M., “Multi-criteria evaluation of cooking energy alternatives for promoting parabolic solar cooker in India”, ***Renewable Energy***, 29(9): 1449-1460 (2004).
43. Öztürk, H. H., “Experimental Determination of Energy and Exergy Efficiency of the Solar Parabolic-Cooker”, ***Solar Energy***,77: 67–71 (2004).
44. Rajamohan, P. ve Shanmugan, S, Ramanathan, K, and Sankarasubramanian, N, and Mutharasu, D., ***International Solar Food Processing Conference***, (2009).
45. Patel, N. V., Philip, S. K., “Performance Evaluation of Three Solar Concentrating Cookers”, ***Renewable Energy***, 20: 347–355, (2000).
46. Hosny, Z. and Ziyen A., “Experimental investigation of tracking paraboloid and box solar cookers under Egyptian environment” , ***Applied Thermal Engineering*** v.18, 1375 – 1394 (1998).
47. Nyahoro, K., Johnson, P. And Edwards, J., “Simulated Performance of Thermal Storage in a Solar Cooker”. ***Solar energy***, 59 (1–3): 11–17 (1997).

48. ASAE X580, **Testing and Reporting Solar Cooker Performance**, (2001).
49. Funk, P.A., "Evaluating the international standard procedure for testing solar cookers and reporting performance", **Solar Energy**, 68:1-7, (2000).
50. Kalınbaçoğlu, E., Güneş Ocağı, **5. Türk- Alman Enerji sempozyumu Bildiriler Kitabı**: 416 – 422, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Yayınları No: 3, İzmir, (1995).
51. Atlıoğlu, K., "Parabolik yansıtıcı güneş kolektörlerinde kullanılan yansıtıcı malzemeler ve özellikleri" Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 27-28 (1991).

EKLER

Ek 1. Deneylere ait veriler

Ek-1 24 Ağustos 2011 tarihinde yapılan 1000 gr. su kaynatma deney verileri.

Zaman Aralığı	Ortam Sıc.	Çanak 1 (5 cm)		Çanak 2 (10 cm)		Çanak 3 (15 cm)		Çanak 4 (20 cm)	
		T _{iç1}	T _{alt1}	T _{iç2}	T _{alt2}	T _{iç3}	T _{alt3}	T _{iç4}	T _{alt4}
10:30	25,2	22,5	24,9	22,9	24,2	23,1	23,9	23,3	24,3
10:40	26,5	35,1	48,5	30,1	32,9	28,6	31,6	27,2	29,4
10:50	28,1	46,3	62,7	36,9	42,9	36,7	39,2	33,0	34,2
11:00	29,9	53,5	75,7	48,9	54,9	41,7	50,8	42,1	45,2
11:10	30,6	62,8	86,1	56,8	59,0	47,5	55,9	48,2	47,1
11:20	30,7	73,4	99,6	67,1	67,9	58,6	61,1	51,4	56,9
11:30	31,2	86,6	103,5	70,8	74,4	63,9	68,3	54,8	64,1
11:40	31,9	92,8 max	117,4	76,3	83,2	68,8	69,8	62,6	65,5
11:50	32,8	92,3	123,9	79,6	85,1	69,4	73,5	65,9	68,3

Ek-1 (devam)

12:00	32,9	92,6	118,0	79,9	85,5	72,9	75,6	65,6	70,2
12:10	33,0	92,3	118,7	81,6	86,6	74,4	79,4	67,2	71,0
12:20	31,7	92,0	119,7	83,3	89,8	77,1	83,8	69,7	73,8
12:30	32,2	90,9	113,3	84,7	94,9	77,8	85,5	72,2	77,6
12:40	32,5	90,3	107,3	88,3 max	97,2	78,2	85,5	72,6	80,3
12:50	32,5	90,7	106,9	88,1	98,9	80,3	88,8	73,4	80,2
13:00	31,8	88,7	100,4	87,2	108, 3	85,3 Max	94,3	75,0	84,5
13:10	31,5	88,3	98,8	86,8	100	84,1	95,7	75,8	84,8
13:20	31,7	89,1	98,0	86,9	92,1	83,9	94,3	79,0 Max	88,2
13:30	31,5	88,9	98,5	85,6	88,8	83,0	92,6	78,1	81,9
13:40	31,5	88,2	97,2	85,3	88,6	83,2	91,8	77,5	81,4
13:50	32,0	87,9	97,5	84,6	88,0	81,3	90,6	76,9	80,5

Ek-1 (devam)

14:00	32,6	86,5	94,3	85,2	87,0	81,8	88,4	77,2	78,9
14:10	32,4	85,3	94,3	83,5	87,1	81,7	88,9	73,9	77,3
14:20	31,5	84,8	93,0	84,2	86,8	79,9	87,3	74,3	77,0
14:30	31,5	84,8	91,9	84,0	85,3	77,7	85,2	71,0	74,4
14:40	31,0	83,2	91,3	83,9	85,4	75,2	83,1	73,9	74,2
14:50	29,9	82,9	91,1	82,7	83,9	75,9	78,4	72,3	73,6
15:00	29,7	81,8	90,0	82,8	83,2	74,8	77,0	70,9	72,5
15:10	28,9	80,1	96,3	81,3	82,2	73,6	76,5	69,5	71,8
15:20	29,0	80,5	89,4	80,3	82,0	71,2	73,9	67,9	71,7
15:30	28,8	79,9	88,8	76,8	81,6	70,4	73,5	65,8	69,9

25 Ağustos 2011 tarihinde yapılan yumurta haşlama deneyi.

Zaman Aralığı	Ortam Sıc. °C	Çanak 1 (5 cm)		Çanak 2 (10 cm)		Çanak 3 (15 cm)		Çanak 4 (20 cm)	
		T _{iç1}	T _{alt1}	T _{iç2}	T _{alt2}	T _{iç3}	T _{alt3}	T _{iç4}	T _{alt4}
10:30	27,1	22,5	23,0	22,5	23,2	22,4	23,5	22,1	23,6
10:40	28,9	32,0	35,2	27,9	29,0	26,0	28,3	24,8	28,7
10:50	29,5	41,0	47,4	32,9	42,9	30,5	37,5	28,9	37,3
11:00	29,9	57,0	58,8	43,2	48,9	39,4	48,4	38,2	47,5
11:10	30,9	70,3	70,2	52,7	54,8	49,1	51,1	45,5	48,0
11:20	30,7	77,3	79,6	59,8	60,9	56,2	58,3	50,7	57,1
11:30	31,2	84,5	89,3	67,4	71,3	65,8	67,7	56,5	66,3
11:40	31,7	88,9	89,9	73,1	75,4	69,9	69,4	59,9	66,7
11:50	31,9	89,0	99,3	77,9	78,3	72,3	76,2	62,0	67,1
12:00	32,4	90,4	118,1	81,5	79,0	76,7	75,2	64,8	73,0

26 Ağustos 2011 tarihinde yapılan patates haşlama deney verileri

Zaman Aralığı	Ortam Sıc.	Çanak 1 (5 cm)		Çanak 2 (10 cm)		Çanak 3 (15 cm)		Çanak 4 (20 cm)	
		T _{iç1}	T _{alt1}	T _{iç2}	T _{alt2}	T _{iç3}	T _{alt3}	T _{iç4}	T _{alt4}
10:30	25,9	24,0	24,5	24,2	24,3	24,1	24,7	24,0	24,8
10:40	26,4	33,0	33,7	30,1	33,3	30,0	29,8	27,0	29,0
10:50	27,9	49,5	48,5	35,2	40,9	31,9	33,0	29,2	30,1
11:00	30,0	61,1	64,6	53,3	53,9	47,2	46,0	41,0	40,0
11:10	30,7	75,5	79,2	58,2	62,2	52,3	52,4	44,5	53,7
11:20	31,0	78,5	84,9	62,0	69,2	54,9	60,2	51,1	55,6
11:30	30,9	87,8	95,4	69,6	76,7	65,0	64,0	53,9	57,4
11:40	31,1	88,8	118,1	72,9	79,5	69,0	69,5	61,5	60,5
11:50	31,4	91,6 max	109,3	82,9	85,0	71,5	72,5	63,2	67,9
12:00	31,9	91,1	109,5	83,5	85,2	71,9	77,1	66,7	69,8

Ek-1 (devam)

14:10	31,3							69,6	70,2
14:20	31,1							65,4	69,6
14:30	30,7							65,5	65,0
14:40	30,2							64,3	63,5

13 Eylül 2011 tarihinde yapılan 1000 gr. su kaynatma deney verileri

Zaman Aralığı	Ortam Sıc.	Çanak 1 (5 cm)		Çanak 2 (10 cm)		Çanak 3 (15 cm)		Çanak 4 (20 cm)	
		T _{iç1}	T _{alt1}	T _{iç2}	T _{alt2}	T _{iç3}	T _{alt3}	T _{iç4}	T _{alt4}
10:30	26	23,4	29,9	23,0	23,2	23,2	23,4	23,1	23
10:40	27,3	33,4	45,4	28,2	32,7	25,2	31,6	25,2	26,3
10:50	29,1	45,2	60,7	37,5	39,7	32,7	38,5	32	34,2
11:00	29,6	53	76	48,7	50,8	40,9	49,4	39,1	40
11:10	29,6	60,8	86	56,6	59	47	55,7	45,5	44,6

Ek-1 (devam)

11:20	30,4	72,5	99,1	64,1	66,6	53	59,5	49,4	49,5
11:30	31,2	83,4	103,5	70,6	71,7	58,5	64,6	54,3	55
11:40	31,8	89,6	110,1	75,2	77,2	63,8	69,2	58,5	59,7
11:50	32,3	93,2 max	116,9	77,3	79,1	67,4	70,7	61,6	61,9
12:00	32,9	93	118	79,1	83,5	70,1	74,5	63,6	61,9
12:10	33	92,9	105,2	80,6	86,6	72	78,4	64,3	65
12:20	31,7	92,7	119,7	81,3	86,8	73,3	78,7	66	66,9
12:30	32	90,9	119	81,7	88,9	73,8	79,9	67,2	69,9
12:40	32,5	90	119,3	82,2	90,3	73,9	83,4	67,7	71,3
12:50	32	90,1	118,2	83,1	98	74,4	83,8	68,9	75,2
13:00	31,8	89,9	115,1	89,1 max	112	78,3	85,1	70,2	75,4

Ek- 1 (devam)

13:10	31,5	89,7	117,9	89,1	110	79,1	88,3	71,6	75,8
13:20	31,7	89,5	119	88,9	107	83,5	92,2	73,7	77,3
13:30	31,5	89	119,1	88,8	104	85,1 max	96,6	74	79,9
13:40	31,5	88,8	110	88,3	103,9	84,9	97,3	76,5	81,4
13:50	32	87,4	105,1	88,3	99,9	84,3	94,5	77,3 max	81,8
14:00	32,5	87	101,3	87,2	97,3	82	94	77,1	78,9
14:10	32,5	87,2	102,3	86,5	97,1	81,0	91,9	75,5	77
14:20	31,5	86,8	103	84,6	96,8	77,9	88,4	75,3	77
14:30	31,3	86,8	102	84,2	95,3	77,1	85,8	74	76,1
14:40	31	86,2	99,7	83,1	89,4	75,4	83	73,1	75,2
14:50	29,9	85,7	98	82,7	87,7	74,2	77,4	72,6	73
15:00	29,7	85,5	97,5	82	86,2	74	77	71,8	72,5

Ek- 1 (devam)

15:10	28,9	85	96,3	81,8	84,5	73,3	76,5	71,5	71,8
15:20	28,6	80,1	91,4	81,2	84,2	72,9	73,3	70,9	71,7
15:30	28,3	77,9	88,8	76,8	83,3	71,1	73	70,8	71,2

14 Eylül 2011 tarihinde yapılan yumurta haşlama deneyi

Zaman Aralığı	Ortam Sıc. °C	Çanak 1 (5 cm)		Çanak 2 (10 cm)		Çanak 3 (15 cm)		Çanak 4 (20 cm)	
		T _{iç1}	T _{alt1}	T _{iç2}	T _{alt2}	T _{iç3}	T _{alt3}	T _{iç4}	T _{alt4}
10:30	25,3	21	21	20,5	21,2	21	21,3	21,1	21
10:40	29	30,1	32,8	25	30,8	24,8	29,9	23,5	29,5
10:50	29,4	42,4	45,9	32,4	38,9	30	38	29,9	37
11:00	29,6	58,7	52,1	41,6	47,2	39,9	47,1	38,3	44
11:10	30,2	69,2	72,2	49,6	51,5	46,5	51,5	43,2	48,8
11:20	30,4	73,9	76,6	56,5	58	54,1	55,5	48,7	53

Ek- 1 (devam)

11:30	30,6	82,4	82	66	69,3	59,6	67,1	52,5	64,9
11:40	30,7	87,9	89,9	70,1	72,4	64,4	69,4	58,8	66,7
11:50	31	91,1	96,8	73,2	75,5	66,8	71	59,1	67,1
12:00	31,9	92,2 max	108, 1	77,8	79,9	72,7	75,2	62,6	73
12:10	32,5	92,2 Pişme	107, 7	79,4	81,1	74,6	76	63,7	73
12:20	32,7			81,2	84,5	75,5	77,3	66,8	75,2
12:30	32,5			82,2	84,6	76,7	79,1	67,3	76,2
12:40	31,8			82,5	84,9	77,7	80,4	67,8	76,9
12:50	31,9			84,9	86,4	79,9	81,6	68,5	79,9
13:00	31			88,5 max	93,3	81,5	84,9	69,7	80,6
13:10	31,3			86,6	95,6	82,6	85,1	71,7	82,1
13:20	31,7					83,8 max	88,9	72,5	81

Ek- 1 (devam)

13:30	32,2							73,8	82,1
13:40	32							75,1	82,3
13:50	32,4							75,7	81,9
14:00	31,5							76,9 max	82,3

15 Eylül 2011 tarihinde yapılan patates haşlama deney verileri

Zaman Aralığı	Ortam Sıc.	Çanak 1 (5 cm)		Çanak 2 (10 cm)		Çanak 3 (15 cm)		Çanak 4 (20 cm)	
		T _{iç1}	T _{alt1}	T _{iç2}	T _{alt2}	T _{iç3}	T _{alt3}	T _{iç4}	T _{alt4}
10:30	26,2	22,3	23,5	22,8	23,3	22,5	22,7	22,4	22,7
10:40	28,0	30,0	33,5	27,1	32,2	25,5	30,3	25,0	28,8
10:50	28,4	48,3	47,5	35,1	38,9	32,6	36,8	31,8	36,2
11:00	29,6	60,0	60,4	49,6	53,5	44,4	48,7	43,1	47,9
11:10	30,2	73,8	76,9	55,9	61,1	51,4	57,5	48,8	53,7

Ek- 1 (devam)

11:20	30,4	77,5	82,9	62,4	69,9	60,0	64,7	55,3	59,1
11:30	30,9	85,8	90,3	67,4	74,4	64,1	71,9	61,1	67,2
11:40	31,1	91,8 max	104, 1	72,7	79,2	71,8	78,0	65,5	69,0
11:50	31,4	91,6	105, 3	77,9	81,1	73,0	78,5	67,7	70,2
12:00	31,9	91,4	104, 5	81,3	85,2	74,8	79,6	68,1	70,6
12:10	32,3	91,0	102, 5	83,8	87,0	77,7	80,0	69,3	71,0
12:20	33	91,1	102, 3	85,0	89,3	78,9	82,9	70,5	72,3
12:30	32,8			86,7 max	89,5	79,2	83,0	70,9	73,5
12:40	32,3			86,6	89,7	81,1	83,5	71,2	73,5
12:50	32,6			86,1	89,3	80,0	84,2	71,0	73,7
13:00	33			85,6	88,2	81,9	83,3	69,2	73,9
13:10	33,1			83,9	88,8	82,9 max	85,5	71,4	78,9

Ek-2 Ağustos ayında deneylerin yapıldığı günlere ait meteoroloji verileri

Gün	Saat	Güneş Işınımı	Rüzgar Hızı
24.08.2011	10:00	922,6	4,7
24.08.2011	11:00	875,9	3,5
24.08.2011	12:00	786,6	3
24.08.2011	13:00	632	2,6
24.08.2011	14:00	446,1	2
24.08.2011	15:00	227,8	5
24.08.2011	16:00	16,8	3,8
25.08.2011	10:00	915,8	3,9
25.08.2011	11:00	885	3,3
25.08.2011	12:00	763,9	2
25.08.2011	13:00	651,1	1
25.08.2011	14:00	441,2	3,1
25.08.2011	15:00	234,8	6,1
25.08.2011	16:00	16,7	6
26.08.2011	10:00	909,5	4,8
26.08.2011	11:00	916,4	4,7
26.08.2011	12:00	878,2	7,2
26.08.2011	13:00	770,1	3,5
26.08.2011	14:00	438,4	5,6
26.08.2011	15:00	246	4,7

Ek-2 Eylül ayında deneylerin yapıldığı günlere ait meteoroloji verileri

Gün	Saat	Güneş Işınımı	Rüzgar hızı
13.09.2011	10:00	824,1	2,1
13.09.2011	11:00	800,4	0,8
13.09.2011	12:00	780,4	2,9
13.09.2011	13:00	575,9	2,1
13.09.2011	14:00	358,4	3,3
13.09.2011	15:00	180,5	3,6
13.09.2011	16:00	11,1	1,6
14.09.2011	10:00	823	5,2
14.09.2011	11:00	794	2,8
14.09.2011	12:00	689,8	4,2
14.09.2011	13:00	535,1	2,1
14.09.2011	14:00	341,9	2,5
14.09.2011	15:00	109,3	1,9
14.09.2011	16:00	4,9	3
15.09.2011	10.00	783,8	2
15.09.2011	11:00	751	2,7
15.09.2011	12:00	632,4	1,8
15.09.2011	13:00	491,1	1,2
15.09.2011	14:00	318,7	2,5
15.09.2011	15:00	65,7	1,4

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TANIK, Öner
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 20.09.1983 Aksaray
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 551 403 50 29
e-mail : onertanik@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Makine Eğitimi	2012
Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Eğitimi Bölümü	2008
Ön lisans	Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu İklimlendirme-Soğutma Bölümü	2005
Lise	Endüstri Meslek Lisesi	2001

Hobiler

Seyahat, Yakın tarih, Kampçılık, Kütüphanecilik