



## Doğrusal Fresnel Güneş Güç Sistemi

İbrahim ÜÇGÜL<sup>a,\*</sup>, Engin ERGÜN

<sup>a</sup> Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: [ibrahimucgul@sdu.edu.tr](mailto:ibrahimucgul@sdu.edu.tr)

### **ÖZET:**

Günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan fosil esaslı yakıtların dışa bağımlı ve maliyetli olması, yenilenebilir kaynak olmaması ve dolayısıyla belirli bir süre sonra tükenecek olması bir tarafa, bunların yakılması sonucu oluşan karbondioksitin oluşturduğu sera etkisiyle meydana gelmekte olan çevresel tehlikeler, alternatif enerji kaynaklarının önemini çok artırmıştır. Bu kaynaklar içinde ülkemiz için en kolay ve en yaygın olarak kullanılabilir olan güneş enerjisidir.

Bu çalışmada ülkemiz için bir o kadar önemli olan güneş enerjisi ve kullanım potansiyelinden ve güneş güç sistemleri arasında avantajları bakımından ön plana çıkan doğrusal fresnel güneş güç sistemleri ele alınarak incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş enerjisi, güneş güç sistemi, doğrusal fresnel kolektör

## Linear Fresnel Solar Power Systems

### **ABSTRACT:**

Today, widely used fossil-based fuels, which are dependent, have high cost, lack of renewable resources, to be exhausted after a certain period of time to one side, which creates the greenhouse effect of carbon dioxide because of the burning and so result of environmental hazards, increased the importance of alternative energy sources. The easiest and most widely used of these resources is solar energy for our country.

In this study, which is so important for our country and the potential use of solar energy and solar power systems to the fore in terms of the advantages resulting linear fresnel solar power systems were examined.

**Keywords:** Solar energy, solar power system, linear fresnel collector

## 1. GİRİŞ

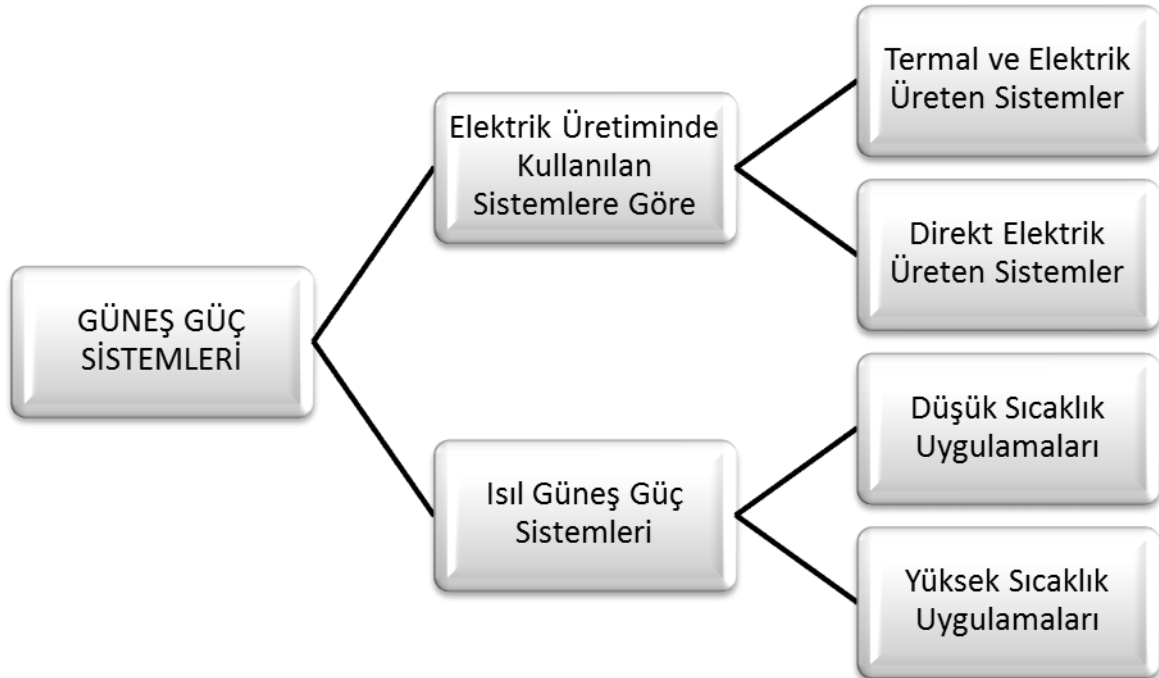
Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından oldukça iyi bir yere sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları, Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji, dalga enerjisi, biyokütle enerjisi gibi kendini belirli periyotlarda yenileyen temiz enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında sayılan Güneş enerjisinin ülkemiz için ayrı bir önemi vardır. Bu kadar yoğun bir enerjinin varlığı maalesef ülkemizde sadece evlerimizdeki sıcak su temininde kullanılan “Gün Isı” sistemleriyle sınırlı kalmıştır. Dünyada güneş enerjisi ile çalışan birçok güneş güç sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemlerde güneş ışınlarını yoğunlaştırarak yüksek sıcaklıklarda akışkan elde etmek mümkündür. Fresnel Güneş Güç sistemleri de bunlardan birisidir.

Fresnel Güneş Güç sistemleri Güneş enerjisini yansıtıp yoğunlaştırarak, absorblayıcı içerisindeki akışkanın yüksek sıcaklıklara çıkarılması temeliyle çalışmaktadır. Elde edilen kızgın buhar istenirse elde edildiği gibi ısı enerjisi olarak, istenirse bir türbin vasıtasıyla elektrik enerjisi elde edilmek

suretiyle kullanılabilir. Diğer Güneş güç sistemlerine oranla daha düşük kurulum ve işletme maliyeti, daha kolay imalat gibi avantajlara sahiptir. Fresnel Güneş Güç Sistemlerinin başta tekstil sektörü olmak üzere üretim sektörlerinde yaygınlaşması ile enerji maliyetleri düşürülebilir. Düşen enerji maliyetleri ile de işletmelerin tüm Dünya ülkeleriyle olan rekabet gücü artar. Güneş Enerjisinin bu tür sistemlerle kullanılması bir anlamda da enerji bakımından dışa bağımlılığın kalkması anlamına gelmektedir. Bu sayede milli ekonomiye de katkıda bulunmak mümkün olacaktır.

## 2. GÜNEŞ GÜÇ SİSTEMLERİ

Güneş güç sistemlerinin sınıflandırılmasında iki farklı sınıflandırma sistemi ön plana çıkmaktadır. Bunlardan ilki elektrik üretiminde kullanılan sistemlere göre yapılan sınıflandırma iken diğer bir sınıflandırma ise sistemlerin sıcaklık aralığına göre yapılan sınıflandırmadır. Isıl sistemlerde en çok kullanılan sınıflandırma şekli sıcaklık aralığına göre yapılan sınıflandırmadır.



Şekil 1. Güneş Güç Sistemlerinin Sınıflandırılması

Güneş enerjisinden elektrik üretimi iki yöntem ile gerçekleştirilebilir.

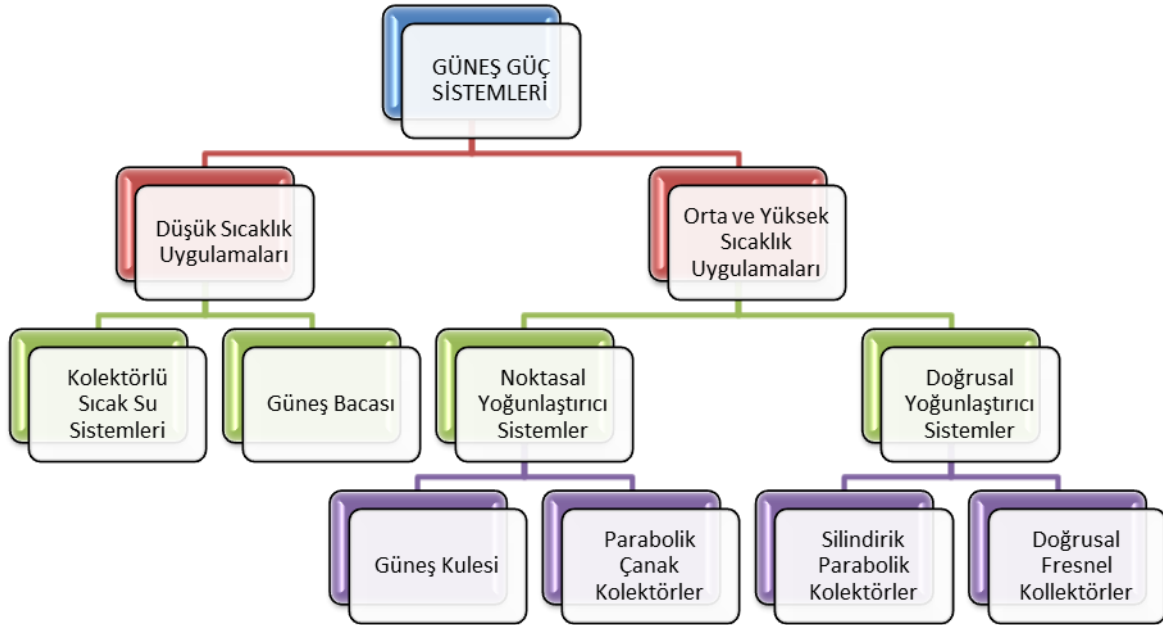
a) **Termal ve elektrik üreten sistemler:** Uygun çalışma sıvısı kullanılarak güneş kolektörü ile basınçlı buhar elde edilir. Elde

edilen buhar Rankine güç çevriminde kullanılarak türbin jeneratör grubunda elektrik üretilebilir. Ancak bu yöntemle elektrik elde edilmesinde enerji verimi kaybı fazladır.

**b) Direkt elektrik üreten sistemler:** Güneş ışınımını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren güneş pilleri düzeneklerinin kullanılmasıyla elektrik üretilebilir. Güneş pillerinin yapımı zor olmasına rağmen birim güç başına ağırlıkları oldukça küçük ve ömürleri de uzundur[1, 2].

Isıl güneş enerjisi sistemleri, düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık uygulamaları olmak üzere ikiye ayrılabilir. Düşük sıcaklık uygulamalarının en yaygını düzlemsel kolektörlerdir. Düzlemsel güneş kolektörleri, güneş enerjisini ısı enerjisi olarak bir akışkana

aktaran aygıtlardır. Basitliği ve ucuzluğu nedeniyle en yaygın kullanılan güneş enerjisi uygulamasıdır. Evlere, yüzme havuzlarına ve sanayi tesislerine sıcak su sağlamakta kullanılırlar. Daha yüksek sıcaklıklar verebilen vakumlu kolektörlerde ise absorban yüzey cam boru içerisine alınmış ve cam boru ısı kayıplarını azaltmak için vakumlanmıştır. Çıktıları daha yüksek sıcaklıkta olduğu için, düzlemsel kolektörlerin kullanıldığı yerlerde ve ayrıca güneşli soğutma sistemlerinde kullanılabilirler. Bu grupta yer alan diğer sistemler; güneş havuzları, su damıtma sistemleri, güneş mimarisi, seralar, ürün kurutma sistemleri ve güneş ocaklarıdır. Şekil 2'de güneş güç sistemleri detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Güneş Güç Sistemleri

Yüksek sıcaklık uygulamaları ise yoğunlaştırma yapan ısıl sistemlerdir. Yoğunlaştırıcı sistemler direkt güneş ışınımından yararlanarak yüksek sıcaklıkta buhar üretirler ve elektrik üretiminde kullanılırlar. Yoğunlaştırıcı termal sistemlerin en yaygını parabolik oluk kolektörlerdir. Kesiti parabolik olan kolektörlerin iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş ışınlarını, odakta yer alan siyah bir absorban boruya odaklarlar. Absorban boruda dolaştırılan sıvıda toplanan ısı ile elde edilen buhardan elektrik üretilir. Diğer bir tür yoğunlaştırıcı sistem olan parabolik çanak sistemler, iki

eksende güneşi takip ederek, güneş ışınlarını odaklama bölgesine yoğunlaştırırlar. Merkezi alıcı sistemlerde ise; tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen aynalardan oluşan bir alan, güneş ışınlarını, bir kule üzerine monte edilmiş ısı eşanjörüne yansıtarak yoğunlaştırma yaparlar[2].

### **3. DOĞRUSAL FRESNEL KOLEKTÖRLER**

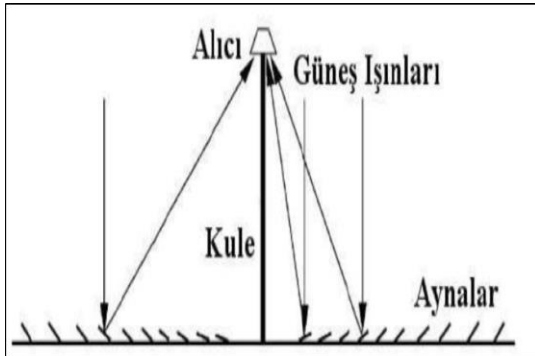
Doğrusal Fresnel Kolektör (LFR), teknolojisi doğrusal ayna şeritlerin sıra oluşturup, doğrusal kule üzerindeki alıcıya toplaması ile gerçekleşmektedir. LFR alanı kırık parabolik tekne kolektörü gibi düşünülebilir fakat en

büyük farkı, daima parabolik şekilde olmayıp, geniş absorblayıcıların inşasına imkân verebilmesi ve de bunların hareket etme zorunluluğunun olmamasıdır.



Şekil 3. Doğrusal Fresnel Kolektör[3]

Şekil 4'de LFR kolektörünün elemanları görülmektedir. Bu sistemin en büyük avantajı düz ya da elastik eğrilebilir yansıtıcılar kullanarak parabolik cam yansıtıcılarına göre çok daha düşük maliyetler sağlamasıdır. Bir de yere yakın yerleşim olduğu için yapısal olarak daha az gereksinime ihtiyacı bulunmaktadır.



Şekil 4. Doğrusal Fresnel Kolektör Çalışma Prensipleri[4]

Fresnel Güneş Güç sistemleri birbiri ardına sıralanmış düzlemsel aynalara gelen güneş

ışınlarının, aynaların belirli bir yüksekliğinde bulunan absorblayıcıya odaklanması mantığı ile çalışmaktadır. Bu sayede absorblayıcı içinde bulunan havanın ısıtılması sağlanarak bu ısının absorblayıcı içerisinde bulunan boruya oradan da boru içerisinden geçirilen akışkana aktarılması sağlanmış olur. Bu sistem sayesinde yüksek sıcaklıklara çıkmak mümkün olabilmektedir. Elde edilen buhar istenilirse direk olarak kullanılabilir gibi bir türbin vasıtasıyla elektrik enerjisine de dönüştürülebilir.


Bu tipteki ilk kolektör 1960 yılında Cenova'da doğrusal ve de 2 eksen izlemeli olarak üretilmiştir ve günümüze kadar bu sistemin eksiklikleri giderilerek, gelişimi devam etmektedir[5].






LFR teknolojisindeki en büyük sorunlardan biri de yakın yansıtıcıların birbirlerini bloklaması ya da gölgelemesidir. Bloklama absorblayıcı kulenin uzunluğunu artırmak suretiyle düşürülebilmekte fakat bu da doğrudan maliyeti arttırıcı rol oynamaktadır. Kompakt doğrusal Fresnel kolektörleri, Sydney Üniversitesinde geliştirilmiş olup, gölge problemi komşu lineer elementlerin açıları ile oynamak suretiyle aşılmıştır[6]. 2 adet alıcı kullanarak komşu yansıtıcılar arasında yüksek yansıtma yoğunlukları sağlanmış olup, daha düşük kule uzunlukları yeterli olmaktadır. Bu ayrıca maliyetleri de düşürmektedir[7].

#### 4.MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan materyaller tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Materyal	Kullanıldığı Kısım	
Krom-nikel sac	LFR Aynaları (a) ve LFR absorberi (b)	 (a)

		 (b)
Demir profil	LFR iskeleti	
Bakır boru	Alıcı içerisindeki boru	
Solar pathfinder	Deney seti kurulum yeri seçimi	
Solarmetre	Güneş ışınımını ölçmede kullanılır	

Doğrusal Fresnel Kolektör dizaynında 2 farklı yöntem ön plana çıkmaktadır. Bu yöntemlerin ilkinde seçilen sabit alıcı genişliği ve alıcı yüksekliği kullanılmaktadır. Seçilen bu veriler vasıtasıyla değişen ayna genişlikleri, ayna açıları ve aynalar arası mesafeler hesaplanabilmektedir. Fakat bu yöntemde bir bilgisayar programına ihtiyaç duyulmaktadır.

Diğer yöntemde yani bu çalışmada kullanılan yöntemde ise seçilen sabit ayna genişlikleri ve alıcı yüksekliğinden faydalanılarak ayna açıları, aynalar arası uzaklıklar ve alıcı genişliği hesaplanmaktadır. Bu yöntem diğer yöntemlere göre daha basit formüller içermekte ve gereken hesaplamalar programlama yoluyla yapılabileceği gibi istenirse el ile de yapılması mümkündür.



Şekil 5. Doğrusal Fresnel Kolektör

Şekil 5’te deneysel çalışma için imal edilen Doğrusal Fresnel Güneş sistemi görülmektedir. Bu sistemde dikkat edilmesi gereken nokta ise aynalar arası mesafelerin birbirlerini gölgelemeyecek şekilde ayarlanabilmesidir. Her bir ayna için takip sisteminin gerekliliğini de bu sistemin dezavantajları arasında saymak mümkündür.

## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Deneysel çalışmada imal edilen doğrusal Fresnel kolektörün ayna verileri tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Doğrusal Fresnel kolektör ayna verileri (5 ayna için)

	Uzaklık	Açı
1.Ayna	7,965424494	4,414554296
2.Ayna	23,28531861	8,624713153
3.Ayna	39,19221936	12,65402221
4.Ayna	55,97009724	16,41752798
5.Ayna	73,91437237	19,86079943

Tablo 3. Sac aynalı Fresnel kolektör için saatlik ışımm değerleri

Yerel Saat	Standart Saat	IŞINIMLAR (W/m <sup>2</sup> )										
		5°.Ayna	4°.Ayna	3°.Ayna	2°.Ayna	1°.Ayna	1.Ayna	2.Ayna	3.Ayna	4.Ayna	5.Ayna	Alici
07.00	08.00	862	842	822	804	762	746	590	562	488	458	1088
08.00	09.00	949	933	929	875	836	802	708	672	600	544	1782
09.00	10.00	978	966	935	961	930	817	786	750	683	665	1984
10.00	11.00	1018	1016	1008	986	982	918	893	844	807	765	1988
11.00	12.00	974	979	978	976	964	934	903	872	835	818	1888
12.00	13.00	872	884	909	916	920	910	905	888	858	846	2000
13.00	14.00	862	868	918	928	951	945	944	941	929	925	2000
14.00	15.00	768	804	898	879	918	982	974	1010	986	975	2000
15.00	16.00	720	737	806	774	851	936	956	964	978	981	1930
16.00	17.00	587	662	696	750	766	901	946	926	947	969	1283
17.00	18.00	482	456	533	568	672	638	700	710	728	773	916

Ayna açılarının ölçülmesinde “açıölçer”, güneş ışınımının ölçülmesinde ise “Solarmetre” cihazından faydalanılmıştır. Güneş ışınımı ölçümleri solarmetre yardımı ile direk olarak “W/m<sup>2</sup>” birimiyle elde edilmiştir. Açı ve ışınım ölçümleri bir gün için her saat başı olmak üzere 10 ayna için de ayrı ayrı uygulanmıştır. Işınım ölçümleri ise her ayna için yapılmış olup, alıcıya gelen toplam ışınım şiddeti de kaydedilmiştir.

Temmuz ayı için sac aynalı fresnel kolektörden yapılan ölçümlerden elde edilen saatlik güneş ışınımı değerleri tablo 3’te, elde edilen verim değerleri ise tablo 4’te verilmiştir.



Şekil 6. Doğrusal Fresnel kolektörde aynaların yerleşimi

**Tablo 4. Sac aynalı Fresnel kolektör için verim değerleri**

<b>VERİM HESABI</b>						
<b>Yerel Saat</b>	<b>Standart Saat</b>	<b>Aynalara Gelen Toplam Işınım (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Aynalara Gelen Toplam Işınım (W/0,15m<sup>2</sup>)</b>	<b>Alıcıya Gelen Toplam Işınım (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Alıcıya Gelen Toplam Işınım (W/0,15m<sup>2</sup>)</b>	<b>Verim (η) (%)</b>
07.00	08.00	6936	1040,4	1088	163,2	15,68627
08.00	09.00	7848	1177,2	1782	267,3	22,70642
09.00	10.00	8471	1270,65	1984	297,6	23,42108
10.00	11.00	9237	1385,55	1988	298,2	21,52214
11.00	12.00	9233	1384,95	1888	283,2	20,44839
12.00	13.00	8908	1336,2	2000	300	22,45173
13.00	14.00	9211	1381,65	2000	300	21,71317
14.00	15.00	9194	1379,1	2000	300	21,75332
15.00	16.00	8703	1305,45	1930	289,5	22,17626
16.00	17.00	8150	1222,5	1283	192,45	15,74233
17.00	18.00	6260	939	916	137,4	14,63259
<b>Saatlik Ortalama</b>		<b>8377,364</b>	<b>1256,605</b>	<b>1714,455</b>	<b>257,1682</b>	<b>20,20488</b>
<b>Günlük Toplam</b>		<b>92151</b>	<b>13822,65</b>	<b>18859</b>	<b>2828,85</b>	

## **6. SONUÇ**

Ülkemiz başta güneş enerjisi olmak üzere şüphesiz yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça önemli bir yere sahiptir. Fakat var olan ve ülkemiz için büyük bir önem arz eden bu enerji kaynaklarının ne kadarının yararlı bir şekilde kullanılabilirdiği ise ayrı bir tartışma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışma kapsamında güneş güç sistemleri yüksek sıcaklık uygulamaları arasında bulunan doğrusal fresnel güneş güç sistem dizaynı için gerekli bütün hesaplamalar yapılmış bu hesaplamalara uygun olarak deney seti kurulmuş ve gerekli bütün ölçümler yapılarak, teorik hesaplamalarda elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Böylelikle, günümüzde enerji üretiminde kullanılan ve gün geçtikçe tükenmekte olan konvansiyonel enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının gerekliliği ve uygulanabilirliği açıklanmıştır.

**Tesekkür:** Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2008-YL-09).

## **KAYNAKLAR**

- [1]. Uyarel, A., ÖZ, E.S., 1987. Güneş Enerjisi ve Uygulamaları. 173s, Ankara.
- [2]. Yalkı, H., 2007. Türkiye'deki Güneş Ve Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin İncelenmesi Ve Bu Enerjilerden Faydalanılması. Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Hidromekanik Ve Hidrolik Makineler ABD, Tez, 42s, İstanbul
- [3]. Unienerji, 2010. Yenilenebilir Enerji Bloğu, <http://www.unienerji.com>. Erişim Tarihi: 13.02.2011.
- [4]. Mathur, S.S., Negi, B.S., Kandpal, T.C., 1990. Geometrical designs and performance analysis of a linear Fresnel reflector solar concentrator with a flat horizontal absorber. International Journal of Energy Research, 14, p107-124, India.
- [5]. Nelson D.T., Evans D.L., Bansal R.K., 1975. Linear Fresnel lens concentrators. Solar Energy, 17,285-9.
- [6]. Mills DR., 2001. Solar thermal electricity. Solar energy: the state of the art, p.577-651, Germany: ISES.
- [7]. Hoşaf, E., 2008. Tekstil Yapılı Güneş Kolektörünün Araştırılması Ve Geliştirilmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 89s, İzmir.