

SICAK SU ELDESİ İÇİN HAREKETLİ DÜZLEMSEL GÜNEŞ KOLEKTÖRLÜ SİSTEMİN PERFORMANSININ TEORİK VE DENEYSEL İNCELENMESİ

Ali Kemal YAKUT
Ömer KAAN
Arzu ŞENCAN
Erkan DİKMEN
Ahmet KABUL
Önder KIZILKAN
İhsan DOSTUÇOK

ÖZET

Güneş enerjisi ülkemizde büyük bir potansiyele sahip, temiz ve tükenmeyen bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinden en çok, evlerde günlük kullanımlar için sıcak su sağlamak amacıyla faydalanılmaktadır. Ülkemizde sıcak su hazırlama amacıyla genelde, evlerin çatılarında ya da bahçelerinde kurulan güneş enerjisi sistemleri kullanılmaktadır.

Sıcak su elde etme amacıyla kullanılan mevcut güneş enerji sistemlerinde, güneş kolektörleri sabit bir şekilde durmaktadır. Güneş enerjisinden gündüzleri maksimum şekilde faydalanılabilmesi için güneş ışınlarının kolektör yüzeyine mümkün olduğunca dik gelmesi sağlanmalıdır. Bu amaçla da güneşin pozisyonunu takip edebilecek güneş enerji sistemlerinin kurulmasına gereksinim vardır.

Bu çalışmada; Isparta ilinde mevcut klasik düzlemsel güneş kolektörlü sistem üzerinde uygun bir mekanik – elektronik otomasyon ilavesiyle sistem, güneşi takip edebilecek şekilde tasarlanmış ve imal edilmiştir. Kolektörlerin eğim açısı elle ayarlanmaktadır. Güneşin durumunu belirleyen fotoselli bir LDR kontrol devresi kontrolündeki DC motor yardımıyla, kolektörün doğudan batıya doğru hareketi sağlanmış olmaktadır. Yapılan bu çalışmadaki otomasyon sistemi, günlük yaşamımızda kullanılan düzlemsel güneş kolektörlü sistemlere kolaylıkla ve düşük maliyetle adapte edilebilecektir. Çalışmada ayrıca, hareketli ve sabit kolektörlü sistemler için performans deneyleri yapılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Sonuç olarak; basit ve az bir maliyetle tasarlanabilen hareketli bir güneş kolektörlü sistemle, hem enerji ekonomisi hem de maliyet açısından başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

1.GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde fosil kaynaklı enerji kaynakları bilindiği üzere gün geçtikçe azalmaktadır. Nüfusların artışıyla enerji tüketimi artmaktadır. Bu yüzden insanlar yenilenebilir enerji kaynaklarını araştırmaya yönelmiştir. Bunlardan en çok ilgiyi çeken güneş enerjisidir. En yaygın kullanımı güneşten sıcak su elde amaçlı kullanılacak sistemlerin kurulmasıdır. Ülkemiz güneşten yararlanma olanakları açısından çok elverişli bir konumdadır.

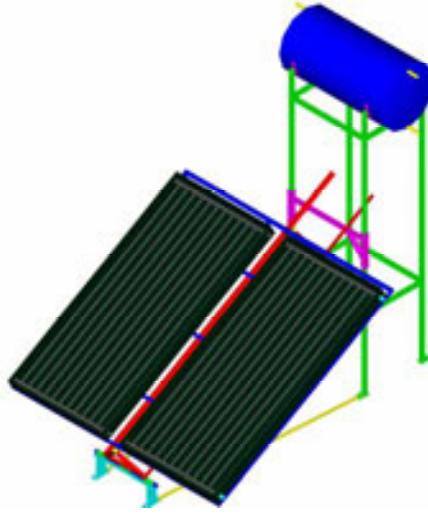
Türkiye’de güneş enerjisinin en yaygın kullanımı sıcak su ısıtma sistemleridir. Halen ülkemizde kurulu olan güneş kolektörü miktarı 2001 yılı için 7,5 milyon m² civarındadır. Çoğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde kullanılmakta olan bu sistemlerden yılda yaklaşık 290 bin TEP ısı enerjisi üretilmektedir. [2]

Ülkemizde genelde sıcak su için düzlemsel kolektörlü ve tabii-dolaşımli sistemler kullanılır. Düzlemsel kolektörlü sistemlerin hareketli olmadığından yaz-kış kullanımı için eğim açıları ortalama olarak 45° olarak ve yönleri güneye bakacak şekilde sabit yerleştirilir.[4]

Bu çalışmada; Isparta ilinde, güneşi doğuşundan batışına kadar hareketini takip edebilen sabit eğimli bir tabii-dolaşımli sıcak su eldesi için bir sistem kurulmuştur. Bu sistemin, hareketsiz olan aynı sistemle karşılaştırılması yapılmıştır.

2. GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİ

Şekil 1'de görülen hareketli deney standı; depo, depo tutucu stand, eğim verici, kolektör tutucu, hareket veren motor sisteminden oluşmaktadır. Bu sistemde klasik sistem deneyleri için kolektör hareketsiz kullanılarak deney yapılmıştır.[3]

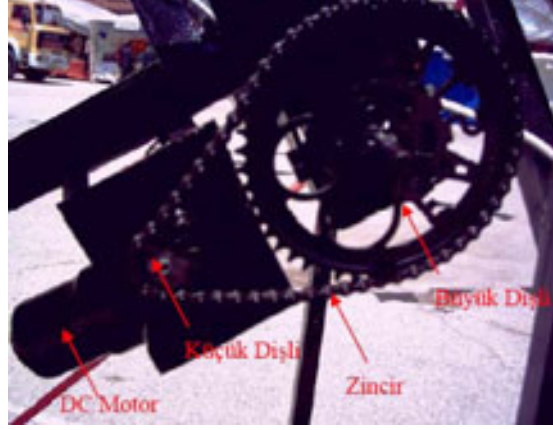


Şekil 1. Hareketli Güneş Enerjisi Sisteminin Model Görüntüsü.

Tasarlanan hareketli sistem, doğu – batı yönünde otomatik hareket ederken kuzey – güney konumu bölgenin aylık değerleri baz alınarak el ile ayarlayabilme imkanı vardır. Sistemin hareket kontrolünü sağlayan elektronik devre en basit şekilde hazırlanmıştır ve mevcut sistemlere kolayca uygulanabilmektedir. Bu otomatik kontrol sisteminde 3 e ayrılabilir;

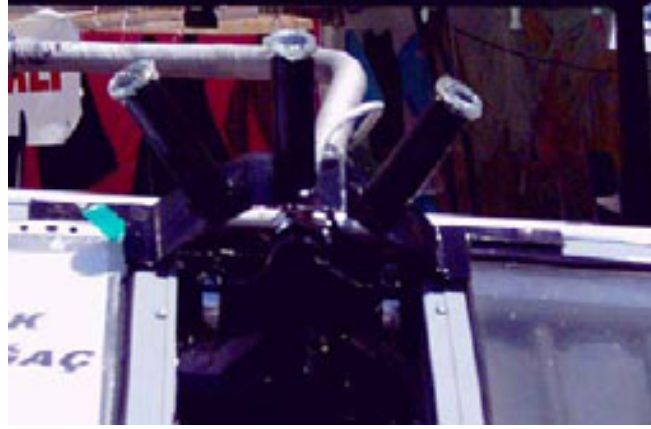
- DC motorlu zincir dişli sistemi
- Foto-cell gözler
- LDR Kontrol devresi

Şekil 2 de DC motorlu zincir – dişli sistemi görülmektedir. DC motordan alınan güç zincir vasıtasıyla istenilen mesafeye ulaştırılabilmektedir. Ayrıca dişliler arasındaki çap farkı ayarlanarak güneş enerjisinin hareket hızı ayarlanabilmektedir. Hareketli güneş enerjisi sistemi doğudan – batıya hareket süresi 30 dakikadır. Bu durumda güneş enerjisi sistemi bulutlanma vb. durumlardan dolayı etkilenmez ise güneş enerjisi sistemi gün boyunca ancak bir saat çalışır.



Şekil 2. DC motorlu zincir – dişli sistemi görülmektedir.

Foto-cell gözlerin görevi; kollektörlerin konumunu karar vermektir. Güneş panellerine güneşin tam dik gelebileceği konumu ayarlamaktır. Üç tane foto-cell 'den oluşan sistem kollektörün durumuna göre güneşin konumunu tespit edip güneş panellerinin güneşe doğru yönlendirir.

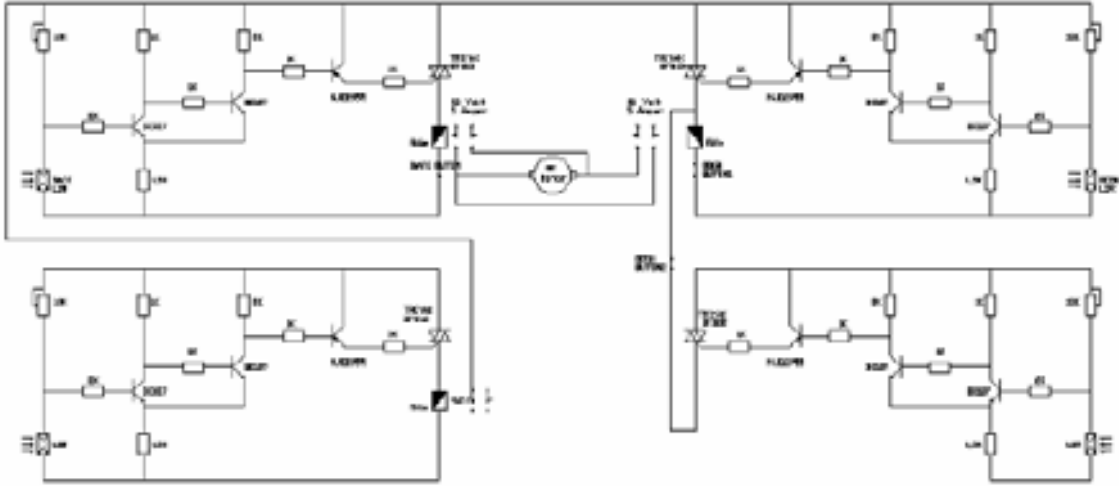


Şekil 3. Foto-cell gözler

Şekil 3' de foto-cell gözlerin yerleştirilmiş hali görülmektedir. Üç adet göz kullanılmasındaki amaç havanın sürekli bulutlu olduğu veya bulutlanma oranının yüksek olduğu bir yerde kullanılacağı düşünüldüğündendir. Güneş bulutların arkasına geçtiğinde ortadaki göze gelen ışın şiddeti azalır veya tamamen yok olursa bu durumda DC motora giden elektriği keser ve sistemi bekleme konumuna alır. Orta gözün güneş ışınlarına vereceği tepkinin hassasiyeti elektronik devre üzerine yerleştirilen ayar düğmesi ile ayarlanabilmektedir. Güneş ışınlarının şiddeti düştüğü seviyeye göre sistemin açıp kapatılmasını sağlar.

Sisteme dördüncü bir göz eklenmiştir. Bu gözün görevi akşam olduğunda yani güneş ışınları tamamen etkisini yitirdiğinde, güneş kollektörünün gün doğumuna yani doğu konuna yerleştirilip sabahı beklemesini sağlamaktır.

Kontrol devresinin görevi; gözlerden ve siviçlerden aldığı sinyalleri değerlendirip, DC motora sinyaller yollayarak sisteme güneş ışınlarının dik gelmesini sağlar. Şekil 4'te kullanılan LDR'nin kontrol devresini göstermektedir. Daha önce bahsedildiği gibi LDR güneş ışınlarına tepki verir, üzerine güneş ışını vurduğunda direnci azalır, güneş ışını almadığı zaman tekrar eski direnç değerine ulaşır.



Şekil 4. LDR 'nin kontrol devresi

LDR Kontrol Devresinin Çalışması

1. Durum: Ortadaki LDR güneş ışınlarını algılamadığında röle kontakları üzerinden Doğu ve Batı LDR devrelerine elektrik gider. Doğu ve Batı LDR devreleri güneşi arar, güneşi bulan LDR devresi DC motora o yöne doğru dönüş sinyali yollar.
2. Durum: Ortadaki LDR güneş ışınlarını algıladığında röle iletime geçer röle kontakları açılır. Doğu ve Batı LDR devrelerine giden elektriği keser. Doğu ve Batı LDR devreleri güneşi arayamaz ve DC motor hareketi durur. Güneş kollektörünün doğu ve batı yönünde en son noktada durmasını sağlamak için kollektörlerin sağına ve soluna birer buton yerleştirilmiştir. Kollektör bu butonlara bastığında artık güneş kollektörünün o yöne dönmeye izin vermez.
3. Durum: Doğu butonuna basıldı, artık güneş enerjisi doğu yönüne dönemez. Doğu LDR devresi aktif hale geçse dahi DC motor çalışmaz.
4. Durum: Batı butonuna basıldı, artık güneş enerjisi batı yönüne dönemez. Batı LDR devresi aktif hale geçse dahi DC motor çalışmaz.
5. Durum: Batı butonuna basıldı, ortam ışını kontrol eden LDR devresi güneşi algılayamadı. DC motor doğu yönünde dönmeye başlar.

Akşam olunca güneş kollektörü batı yönünde dönmüş durumda beklemektedir. Sabah ki konumuna dönebilmesi için bu devre eklenmiştir. Batı butonu basılı iken güneş batarsa güneş kollektörü doğu konumuna doğru hareket eder. Doğu konumuna gelip doğu butonuna basıncaya kadar döner, doğu butonuna basınca dönme durur bu işlem yaklaşık 30 dakika sürmektedir.

Deneyde kullanılan güneş kollektörünün teknik özellikleri:

Çalışma Basıncı	: 6 Atü.
Test Basıncı	: 9 Atü.
Akışkan Kapasitesi	: 3.6 litre.
Giriş – Çıkış	: 4 adet yandan 3/4" .
Boyutlar	: 193 x 93 x10 cm
Max. Sıcaklık	: 200°C
Kullanılacak Akışkan	: Su veya Antifrizli su.
Kullanımı	: Açık ve kapalı devre kullanılır.

Bu çalışmada, Isparta / Şarkikaraağaç ilçesinde Temmuz ve Ağustos ayları için sabit güneş kolektörü sistemi ile foto – kontrol üniteli hareketli güneş enerjisi sistemi deneysel olarak kurularak verim analizleri yapılmıştır. Sabit ve hareketli güneş enerjisi sistemi için analizler, tabii ve pompalı sistem için ayrı ayrı yapılmıştır. Deneysel olarak kurulan sistem Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5. Deneysel sistem

3. GÜNEŞ ENERJİSİ KOLLEKTÖRLERİNDE YARARLI ISI VE VERİM

Güneş enerjisi kolektörlerinde, ısı taşıyıcı veya ısıtılacak akışkana aktarılması gereken ısı, ideal olarak yüzeyin üzerine düşen toplam ışınımaya eşit olması istenmektedir. Ancak cam örtünün geçirgenliği, cam örtünün ve yutucu yüzeyin yansıtma kabiliyeti, yutucu (absorbe edici) yüzeyin yutma kabiliyeti, toplayıcı kasasından çevreye olan ısı kayıplarından dolayı toplayıcı eğik yüzeyi üzerine düşen toplam ışınımın belirli bir bölümünden faydalanılmaktadır.[1]

Güneş enerjisi kolektöründe etkin yararlı ısı;

$$Q_f = m \cdot c_p \cdot (t_{kç} - t_{kg}) \quad (1)$$

İfadesi ile belirlenmektedir.

Q_f = Düzlemsel kolektörden sağlanan yararlı ısı (kW)

m = Isı taşıyıcı akışkanın kütleli debisi (kg /s),

c_p = Isı taşıyıcı akışkanının sabit basınçtaki özgül ısısı (kJ / kg K),

t_{kg} = Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıya giriş sıcaklığı (°C),

$t_{kç}$ = Isı taşıyıcı akışkanının toplayıcıdan çıkış sıcaklığı (°C),

Düzlemsel kolektöre güneş radyasyonu ile gelen toplam enerji birim zamanda gelen güneş ışınım şiddeti ile kolektörün efektif alanına bağlıdır. Bu değer aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$Q_{top} = E_s \times F_k \quad (2)$$

Burada;

Q_{top} : Düzlemsel güneş enerjisi toplayıcısının efektif alanından sağlanan ısı enerjisi (kW),

E_s : Bir periyot süresince ölçülen ışınım şiddeti (W/m^2),

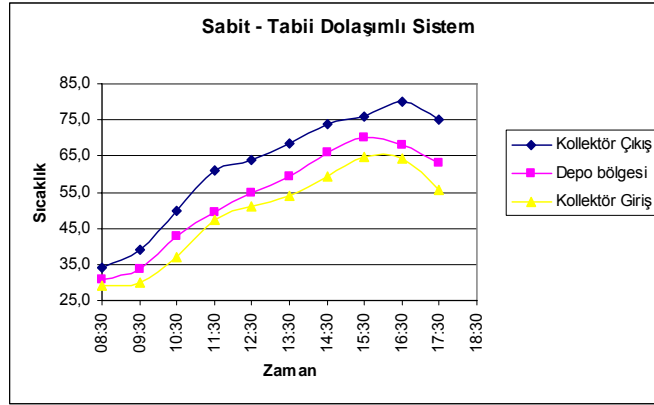
F_k : Düzlemsel toplayıcının efektif alanı (m^2)'dir.

SONUÇLAR

DeneySEL olarak kurulan güneş enerji sistemi; sabit, tabii dolaşimli sistem, sabit, pompalı sistem, hareketli, tabii dolaşimli sistem ve hareketli, pompalı sistem olmak üzere dört farklı çalışma durumu için tasarlanmıştır. [3]

a) Sabit, tabii dolaşimli sistem:

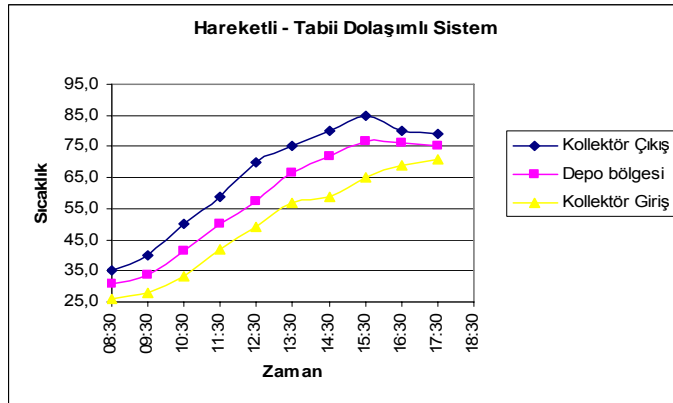
Güneş kolektörleri sabit ve kolektörlerdeki su sirkülasyonu doğal olan bu sistem günümüzde yaygın olarak kullanılan klasik güneş enerjisinden sıcak su elde etme sistemidir. Sistemin kolektör grubu sabit şekilde güneşe doğru 45° eğim açısıyla yerleştirilmiştir. Deney 22 Ağustos 2005 tarihinde yapılmıştır. Bu tarihte dış hava ortalama sıcaklığı 28.5°C , Güneş Radyasyonu 638 W/m^2 , rüzgar hızı 4 m/s dir. Şekil 6'te bir günlük sıcaklık değişimi görülmektedir.



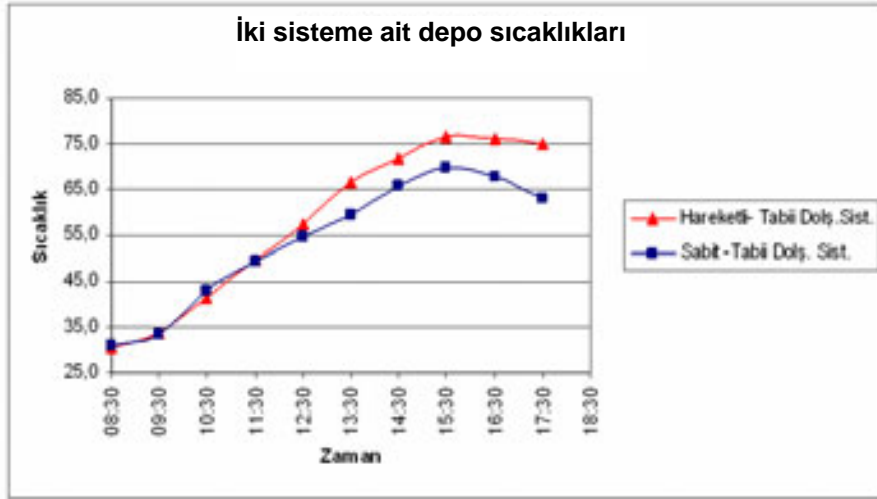
Şekil 6. Sabit, tabii dolaşimli sistem, bir günlük sıcaklık değişimi

b) Hareketli, tabii dolaşimli sistem:

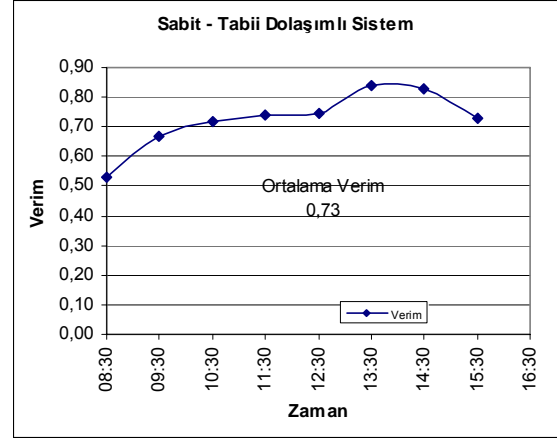
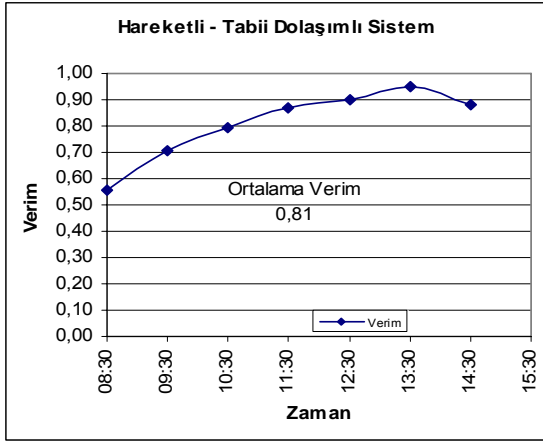
Güneş kolektörleri güneş durumuna hareketli ve eğim açısı 45° sabittir. Kolektörlerdeki su doğal şekilde sirküle etmektedir. Deney 23 Ağustos 2005 tarihinde yapılmıştır. Bu tarihte dış havanın ortalama sıcaklığı 29.3°C , Güneş Radyasyonu 576 W/m^2 , rüzgar hızı 5.6 m/s dir. Şekil 7'de bir günlük sıcaklık değişimi görülmektedir.



Şekil 7. Hareketli, tabii dolaşimli sistem, bir günlük sıcaklık değişimi



Şekil 8. Her iki sisteme ait depo sıcaklıklarının karşılaştırılması



Şekil 9. Farklı kolektör sistemlerinin anlık ve ortalama verimleri

Şekil 9 da, tabii dolaşım, sabit ve hareketli güneş kolektör sistemiyle yapılan deneyler sonucunda hareketli kolektör sisteminin sabit kolektör sistemine kıyasla daha yüksek verime sahip olduğu görülmüştür.

Tasarlanan hareketli kolektör sistemi; evlerde kullanılan mevcut sistemlere kolayca uygulanabilir olması, maliyetinin çok yüksek olmaması ve özellikle toplu imalata geçildiğinde maliyetin daha alt seviyelere çekilebilmesi gibi avantajlarından dolayı gelecekte çok yaygın olarak kullanılması beklenmektedir.

Bu çalışmadan, güneş kolektörleri, verimleri ve sistemleri hakkında ileride yapılacak çalışmalara yol göstermesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] ÖZBALTA, N., “Güneş enerjisi potansiyeli ve uygulamaları”, Ege Üniversitesi Güneş Enstitüsü, 2001.
- [2] <http://www.eie.gov.tr>
- [3] KAAN, Ö., Düzlemsel kolektörlerde performans arttırma yöntemlerinin deneysel olarak incelenmesi ve maliyet analizi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [4] UYAREL, A. Yücel, Güneş enerjisi ve uygulamaları, Birsen Yayınevi, Ankara, 1987.

ÖZGEÇMİŞLER

Ali Kemal YAKUT

1956 yılında Trabzon’da doğmuştur. 1978 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesinden Makine Bölümünü bitirmiştir. 1984 yılında Dokuz Eylül Üniversitesinden Yüksek Mühendis, 1987 yılında İstanbul Teknik Üniversitesinden Doktor ünvanı almıştır. 1988–1996 yıllarında Akdeniz Üniversitesinde Isparta Müh. Fak. Mak. Bölümünde Yrd. Doç.Dr. olarak görev yapmıştır. 1996 -2002 yıllarında Doç.Dr. olarak görev yapmıştır. 2002 yılında Prof.Dr. olarak Süleyman Demirel Üniversitesi Tek. Eğt. Fak. Makine Eğitimi Bölümünde görev yapmaktadır.

Ömer KAAN

1979 yılında Ankara’da doğmuştur. 2001 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Bölümü Tesisat Bölümünü bitirmiştir. Isparta-Şarkikaraağaç End.Mes. Lisesinde Öğretmenlik yapmaktadır.

Arzu ŞENCAN

1975 yılında Manisa’da doğmuştur. 1996 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Mühendisliğini bitirmiştir. 1999 yılında Süleyman Demirel Üniversitesinden Yüksek Mühendis, 2004 yılında Süleyman Demirel Üniversitesinden Doktor ünvanı almıştır. Yrd. Doç.Dr. olarak Süleyman Demirel Üniversitesi Tek. Eğt. Fak. Makine Eğitimi Bölümünde görev yapmaktadır.

Erkan DİKMEN

1977 yılında Antalya’da doğmuştur. 1999 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Bölümü Tesisat Bölümünü bitirmiştir. Süleyman Demirel Ün. Teknik Eğitim Fak. Makine Eğt. Bölümünde hala Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

Ahmet KABUL

1975 yılında Isparta’da doğmuştur. 2001 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Bölümü Tesisat Bölümünü bitirmiştir. Süleyman Demirel Ün. Teknik Eğitim Fak. Makine Eğt. Bölümünde hala Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

Önder KIZILKAN

1978 yılında Isparta’da doğmuştur. 2001 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Bölümü Tesisat Bölümünü bitirmiştir. Süleyman Demirel Ün. Teknik Eğitim Fak. Makine Eğt. Bölümünde hala Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

İhsan DOSTUÇOK

1982 yılında Manisa’da doğmuştur. 2002 yılında Ankara Üniversitesi Kastamonu M.Y.O. Elektrik Bölümünü bitirmiştir. 2007 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Bölümü Tesisat Bölümünü bitirmiştir. Süleyman Demirel Üniversitesi Keçiözümlü M.Y.O. öğretim görevlisi olarak görev yapmaktadır.