

**TÜRKİYE'DE BÖLGESEL OLARAK GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU HAZIRLAMA SİSTEMLERİNİN KAPASİTE HESAPLARININ BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE YAPILMASI**

**Tayfun MENLİK Mustafa AKTAŞ Mustafa Bahadır ÖZDEMİR**  
Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Eğitimi Bölümü, 06500 Ankara

**ÖZET**

Bu çalışmada, güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinde kullanılan kolektör ve sıcak su deposu hacminin hesaplamalarını bölgesel olarak yapan bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu program ile oldukça karmaşık hesaplamalar daha kolay ve daha anlaşılır hale getirilerek tasarımcı ve imalatçı için optimum bir boyutlandırma yapılması sağlanmıştır.

Borland delphi 7 kullanılarak hazırlanan program, veri giriş ekranı (VGE) ve sonuç ekranından (SE) oluşmaktadır. VGE'de kullanıcıya ait bilgiler istenmekte; SE'de ise kullanıcının girdiği bazı temel bilgiler ile; gerekli olan kolektör yüzey alanı ve kullanma sıcak suyu deposu hacmi verilmektedir.

**Anahtar Kelimeleri:** Güneş enerjisi, Kolektör kapasitesi, Tank kapasitesi

**THE CALCULATING OF THE CAPACITES OF HOT WATER PREPARING SYSTEMS WITH SOLAR ENERGY AS REGIONAL IN TURKEY**

**ABSTRACT**

In this study, a computer programme determining the capacity of collector and the volume of the hot water tank using in the solar energy hot water preparing systems was prepared as regional. With this programme, an optimum dimensioning has been provided for designer and manufacturer by bringing these quite complex calculations easier and more comprehensible.

The program prepared by using Borland delphi 7 is composed of data entrance screen (DES) and result screen (RS). The user's knowledges are wanted on the DES. The basic some knowledges entered by user on DES, required collector surface area and domestic hot water tank volume are given on the result screen (RS).

**Key Words:** Solar energy, Collector capacity, Tank capacity.

**1. GİRİŞ**

Türkiye enerji istatistiklerine göre, enerji açığımız her geçen yıl artış göstermekte ve birincil enerji kaynaklarımız % 50 oranında petrole bağlı kalmaktadır. Kullanılan petrolün % 72 kadarının yurt dışından alınması ülkeyi dar boğaza sürüklemektedir. Oysa ülkemiz alternatif enerji kaynakları açısından, coğrafi yapısı nedeniyle zengin sayılmaktadır. Bu enerji kaynaklarının en önemlileri güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerjilerdir [1].

Yenilenebilir enerji kaynakları ise dünyamızın en büyük ana enerji kaynağı olan güneşin direkt ve dolaylı oluşturduğu enerjiden yararlanmaya dayanır. Dünyanın yaradılışından bu yana güneş enerjisini sürekli göndererek dünyayı ısıttığı gibi suyu buharlaştırarak su enerjisi, farklı ısıtma sonucu rüzgar enerjisi, deniz akıntısı, dalga, deniz suyu sıcaklık farkı enerjisi, foto sentez sonucu fosil yakıtlar, biyokütle hatta gel-git enerjisinin de ana kaynağıdır. Dünyaya düşen tüm elektromanyetik güneş enerjisinin ( $1600W/m^2$ ) büyük bir kısmı atmosfer tarafından yansıtılır ve absorplanır. Eğim açısı, gece ve gündüz dikkate alındığında

yeryüzünün metre karesine ortalama düşen enerji (200W) tüm enerji ihtiyacımızı karşılayacak kapasitedir. Mevcut teknoloji güneşin ısı etkisinden ekonomik yararlanmaya uygun olup, konut ve sera ısıtması, sıcak su sağlanması yaygınlaşmıştır [2].

Türkiye’de halen toplam enerji tüketiminin yaklaşık üçte biri binaların ısıtılmasında kullanılmaktadır. Enerji tasarrufu düşünülerek yapılan binalarda, özellikle ekonomik ısıtma sistemlerinin kullanılması ile binaların enerji tüketimi belirgin ölçüde azaltılabilir. Güneş enerjisi, mevcut enerji kaynaklarının ve dünya atmosferinin korunmasına yönelik önemli katkılar sağlayabilir. Kullanma suyunun ısıtılmasında güneş enerjisi kullanılması durumunda yüksek bir enerji tasarruf potansiyeli bulunmaktadır [3].

Enerji maliyetini azaltmada, özellikle güneş enerjili sistemlerin kullanılması yadsınamaz bir gerçektir. Ancak maliyeti sadece enerji yönünden ele almak genelde eksik olabilir. Sistem elemanlarının tasarımında uygun boyutlandırma yapılmaması durumunda elde edilebilecek tasarrufta bir azalma söz konusu olabilir. Bu çalışma ile çok karmaşık olan güneş enerjili sistem elemanları boyutlandırması bilgisayar programı yardımıyla kolay ve anlaşılır olmasının sağlanması yanında; optimum bir boyutlandırma yapılması sağlanmıştır.

## 2. TÜRKİYE’NİN GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Kayıplardan sonra yeryüzüne bir günde düşen enerji miktarı  $3,58.10^{18}$  Kcal civarındadır. Bu miktar 1990 yılında tüm dünyada tüketilen enerjinin 6000 kat fazladır; bir başka ifade ile uygarlığın başından beri insanlığın tükettiği enerji, sadece güneşten dünyaya 30 günde ulaşan enerjiye eşittir. Bu enerjinin kullanılabilir durumdaki büyük bir bölümü, Türkiye’nin de içinde bulunduğu  $45^{\circ}$  kuzey ve  $45^{\circ}$  güney enlemleri arasında kalan ve dünyanın güneş kuşağı olarak adlandırılan bölgededir [4].

Ülkemiz, 87,5 milyar TEP güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Bunun 26,25 milyon TEP’i ısı, 8,75 milyon TEP’i ise elektrik enerjisi üretimine elverişlidir. Türkiye’nin bölgelerine göre güneş enerjisi potansiyeli Tablo 1’de verilmiştir [1].

Tablo 1. Türkiye’nin bölgelerine göre güneş enerjisi potansiyeli

Bölgeler	Toplam Güneş Enerjisi KWh/m <sup>2</sup> yıl	Yıllık Toplam Güneşlenme Süresi Saat/yıl
G. Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Ege	1304	2738
İç Anadolu	1314	2628
Doğu Anadolu	1365	2664
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971
Türkiye Ekonomisi	1311	2640

Yapılan ölçümlere göre, ülkemizin % 63’ünde 10 ay, % 17’sinde ise 1 yıl boyunca güneş enerjisinden yararlanmak mümkündür. Özellikle güney bölgelerimizde, su ısıtmak amacıyla kullanılan güneş kolektörleri gün geçtikçe artmaktadır [5].

## 3. GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU HAZIRLAMA SİSTEMLERİ

Günümüzde güneş enerjili sistemlerin içinde en ekonomik ve en yaygın olarak kullanılanların başında sıcak su hazırlama sistemleri gelmektedir. Genellikle, çatının güney yönüne konulan düz kolektörlerle ışınım şiddetine bağlı olarak sıcak su ihtiyacının büyük bir kısmı güneş enerjisinden karşılanır. Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri ile konut için gerekli olan toplam enerjinin % 12’sini teşkil eden enerjinin temini sağlanabilir [6].

Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri, sirkülasyon şekline göre tabii dolaşimli ve pompalı, devre şekline göre direkt ve indirekt olarak grublandırılmaktadırlar.

Tabii sirkülasyonlu sistemler en yaygın olarak kullanılan sıcak su hazırlama sistemleridir. Bunlar termosifon tipi su ısıtıcısı olarak da isimlendirilirler. Sistem düz-levha tipi kollektörlerden ve yalıtılmış bir depodan ibarettir. Güneş ışınımında ve kollektördeki akışkan sıcaklığı depo suyu sıcaklığından büyük olduğu müddetçe sirkülasyon devam eder. Tabii dolaşım elde edilebilmesi için; su deposu ve kollektör üst kenarı arasındaki mesafe en az 35 cm ve 40 cm arasında olmalıdır. Tabii sirkülasyonlu sistemler şartlara bağlı olarak direkt ya da indirekt olarak uygulanabilirler.

Pompalı bir sıcak su hazırlama sisteminde ise, genel olarak pompa, diferansiyel termostat, sıcak su deposu, genişleme tankı ve tek yönlü vana (çekvalf) bulunur [7].

Direkt sistemler hiçbir ısı değiştirici kullanılmadan uygulanan sistemlerdir. Kollektörde ısınan ve yoğunluğu düşen akışkan depoya gider ve direkt olarak kullanma sıcak suyu olarak kullanılabilir. Direkt sistemlerin verimleri bir ısı değiştiricisi kullanılmamasından dolayı indirekt sistemlere göre daha yüksektir. Endirekt sistem olarak tertip edilen sistemler donma ve korozyon problemlerinin olduğu durumlarda kullanılır.

Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinde kullanılan sıcak su deposu hacminin kollektör yüzey alanına oranı yaklaşık olarak 50 l/m<sup>2</sup> alınabilir [8].

#### 4. BİLGİSAYAR PROGRAMININ HAZIRLANMASI

Borland delphi 7 programlama dili kullanılarak hazırlanan programda ihtiyaç duyulan sıcak su miktarına ve sistemin devre şekline (direkt veya indirekt) göre gerekli kollektör yüzey alanı ve sıcak su depo hacminin hesaplanması amaçlanmıştır.

Hesaplamalarda kullanılacak atmosfer öncesi radyasyon değerlerinin belirlenmesinde önce Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden her il için son on yılın değerleri alınmıştır [9]. Bu değerler kullanılarak excel'de hazırlanan bir program yardımıyla her il için ortalama bir değer tespit edilmiş, daha sonra bu değerler kullanılarak her bölge için bölgesel bir ortalama belirlenmiştir.

Deklinasyon açısının bulunmasında hesabın yılın kaçınıcı günü için yapıldığı sabit kabul edilerek, her ayın onbeşinci günü baz alınmıştır.

Sistemlerin verimleri, sistemlerin yapıldığı malzemenin teknik özelliklerine, buldukları enlem derecesine, eğimlerine, çevresiyle olan sıcaklık farklarına ve kullanıldıkları zamana bağlı olarak değişebilmektedir. Verim değerleri imalatçı firma, literatür ve tezlerden elde edilen bilgiler ışığında indirekt sistem için 0,50, direkt sistem için 0,60 alınmıştır.

Yazılımda kullanılan temel parametreler aşağıda verilmiştir.

##### 4.1. Güneşten Gelen Enerji Hesabı

Kollektör yüzeyine gelen toplam güneş radyasyondan elde edilen enerji miktarını bulmak için;

$$I_{TOP} = [I_{DIR} \times R] + I_{DIF} \times \left[ \frac{1 + \cos\beta}{2} \right] + [I_{DIR} + I_{DIF}] \times r_a \times \left[ \frac{1 - \cos\beta}{2} \right] \quad (4.1)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır [10].

Bu eşitlikteki bazı değerlerin belirlenmesinde temel oluşturan, aylara ve mevsimlere güneş ışınlarının dünyaya geliş açısı olan deklinasyon açısı ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir [6]:

$$\delta = 23,45 \times \sin \left[ 360 \times \frac{284 + n}{365} \right] \quad (4.2)$$

##### 4.2 Sistemde Gerekli Olan Enerji Miktarının Hesabı

İstenilen miktarda ve sıcaklıkta kullanma sıcak suyunun temini için gerekli olan enerji miktarı hesabı, şebeke ve istenilen su sıcaklık farklarından yararlanılarak belirlenmiştir. Bunun için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$Q = m \times c \times \Delta T \quad (4.3)$$

### 4.3 Kollektör Yüzey Alanı Hesabı

Sistemin kollektör yüzey alanı;

$$F_k = \frac{Q}{\eta \times I_{TOP}} \quad (4.4)$$

eşitliği ile bulunmuştur [11].

### 4.4 Depolama Tankı Hacmi

Sistemde kullanılan kullanma sıcak suyu depo hacmi;

$$V_{depo} = \frac{m(t_k - t_s)}{(t_{\ddot{u}} - t_k) + (t_k - t_s)} \quad (4.5)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır [12].

## 5. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Programdaki bilgiler iki kısımda ele alınmıştır. Birinci kısım bilgiler program hazırlanması aşamasında yazılımında kullanılmış olup, Madde 4’de ayrıntılı olarak ele alınmıştır. İkinci kısım bilgiler ise kullanıcı tarafından belirlenmekte ve programın veri giriş ekranında kullanılmaktadır.

Şekil 1’de görüldüğü üzere veri giriş ekranında (VGE) kullanıcı tarafından; günlük kullanma sıcak suyu ihtiyacı (litre/gün), istenilen kullanma suyu sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ), kollektörün yatay ile yaptığı açı (ekranın alt kısmında yaz, kış ve yıllık uygulamadaki dikkat edilecek hususlar açıklama olarak bulunmaktadır)(derece), hesap yapılan yerin enlem derecesi (derece), kullanma sıcak suyu deposundaki maksimum su sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ) ve hesap yapılan yerin günlük radyasyon değeri ( $\text{kcal/m}^2$  gün) girilmektedir.

Ayrıca VGE’de hazır bulunan Bölge Seçiniz radiobuttonlarından hesap yapılacak yerin bulunduğu bölge, combobox1’den hesap yapılacak Ay ve combobox2’den sistemin Devre Şekli (direkt veya endirekt) seçilip hesap yaptırılır [13].

Hesaplama sonrası ikinci adım olan sonuç ekranı (SE) gelmektedir (Şekil 2). Bu ekranda sisteme ait veri giriş ekranında girilen bazı temel bilgiler (bölge, ay, sıcak su ihtiyacı, sıcaklık değeri ve sistemin devre şekli) ve programın asıl amacını teşkil eden gerekli olan kollektör yüzey alanı ( $\text{m}^2$ ) ve kullanma sıcak suyu depolama hacmi (litre) verilmektedir. Ekran alt kısmındaki yazdır butonu ile her iki ekranın çıktısı alınabilir.

**GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU HAZIRLAMA SİSTEMİNİN ELEMANLARININ BOYUTLANDIRILMASI**

GÜNLÜK SICAK SU İHTİYACINIZI GİRİNİZ	400	Litre/gün	
İSTENİLEN SU SICAKLIĞINI GİRİNİZ	40	°C	
KOLLEKTÖRÜN YATAYLA YAPTIĞI AÇIYI GİRİNİZ*	37	derece	
ENLEM DERECESİNİ GİRİNİZ	37	derece	
İSTENİLEN MAX. SU SICAKLIĞINI GİRİNİZ	70	°C	
GÜNLÜK RADYASYON DEĞERİNİ GİRİNİZ	6405	kcal/m <sup>2</sup> gün	

**BÖLGE SEÇİNİZ**

- AKDENİZ
- KARADENİZ
- EGE
- İÇ ANADOLU
- DOĞU ANADOLU
- MARMARA
- GÜNEYDOĞU ANADOLU

HAZİRAN

DIREKT

\* Yaz Uygulamasında ENLEM=15; Kış Uygulamasında ENLEM=15; Yıllık Bazda ENLEM'e eşittir.

Şekil 1. Veri giriş ekranı (VGE)

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ İÇİN HAZİRAN AYINDA

SICAK SU İHTİYACI 400 Litre

İSTENİLEN SU SICAKLIĞI 40 C

DİREKT SİSTEMİN

KOLLEKTÖR YÜZEY ALANI 2,40 m<sup>2</sup>

DEPOLAMA TANKI HACMİ 181,81 Litre

YAZDIR ANA MENÜYE DÖNÜŞ

Şekil 2. Sonuç ekranı (SE)

## 6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmayla, çok uzun ve karmaşık bir hesap gerektiren, ihtiyaç duyulan kollektör yüzey alanı ve sıcak su depolama hacmi hesaplarının bilgisayar ortamında sadece dokuz temel bilgi girişi ile kolaylıkla hesaplanması sağlanmıştır. Girilmesi gereken bu dokuz veriden sadece bir tanesi kişisel tercihler dışında kalan günlük radyasyon değeridir. Bu değer ölçümlerle belirlenebileceği gibi Meteoroloji İşleri Müdürlüklerinden de temin edilebilir. Kalan sekiz veri ise tamamen kullanıcıya özel ve bölgesel şartlara bağlıdır. Bu yüzden, program hesaplardaki karmaşıklığı ortadan kaldırmanın yanında konuyla az bir ilgisi olanlar tarafından da kolaylıkla kullanılmasına imkan vermektedir.

Şekil 1 ve Şekil 2’de Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde, haziran ayı için, günlük 400 litre ve 40 °C sıcaklıkta kullanma sıcak suyu ihtiyacı olan bir konutun güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemine ait hesaplamalarla ilgili VGE ve SE görülmektedir.

## 7. SEMBOLLER

<b>I<sub>DIR</sub></b>	Direkt radyasyon, (kcal/m <sup>2</sup> gün)
<b>S</b>	Ortalama yatay yüzey radyasyon değeri, (kcal/m <sup>2</sup> gün)
<b>I<sub>DIR</sub></b>	Difüz radyasyon, (kcal/m <sup>2</sup> gün)
<b>r<sub>a</sub></b>	Eğik düzlem çevresinin toplam güneş radyasyonu için yansıtma katsayısı ≈ 0,2 ‘dir.
<b>φ</b>	Enlem derecesi
<b>β</b>	Işın toplayıcının yatayla yaptığı açı
<b>δ</b>	Deklinasyon açısı
<b>n</b>	Hesabı yapılan gün, (takvimde 1 Ocak’tan itibaren kaçınıcı gün ise...)
<b>m</b>	Suyun kütleli debisi (l / gün)
<b>c</b>	Suyun özgül ısısı, (1 kcal/kg °C)
<b>ΔT</b>	Sıcaklık farkı, (t <sub>son</sub> - t <sub>ilk</sub> ), (°C)
<b>t<sub>k</sub></b>	Kullanma sıcak suyu sıcaklığı (°C)
<b>t<sub>s</sub></b>	Şebeke suyu sıcaklığı (°C)
<b>t<sub>i</sub></b>	Suyun depolama tankında yükseldiği maximum sıcaklık (°C)
<b>Q</b>	Depolanan toplam enerji miktarı, (kcal/gün)
<b>F<sub>k</sub></b>	Kollektör yüzey alanı, (m <sup>2</sup> )
<b>I<sub>TOP</sub></b>	Kollektör yüzeyine gelen toplam güneş ışınımından elde edilen enerji, (kcal/m <sup>2</sup> gün)

**KAYNAKLAR**

1. EĞRİCAN, A., N., “Yenilebilir Enerji Kaynakları”, “**Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı**”, Bildiriler Kitabı, Makine Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, Nisan 1999.
2. DOĞAN, M., “Sanayileşme ve Çevre Sorunları”, “**Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi**”, Bildiriler Kitabı, Makine Mühendisleri Odası, Kayseri, Ekim 2001.
3. VIESMANN, “**Güneş Enerjisi**”, Mesleki Yayınlar Serisi No:10
4. ÇAKMANUS, İ., “Türkiye’nin Enerji Problemleri ve Çözüm Önerileri”, “**Mühendis ve Makine**”, Makina Mühendisleri Odası, Sayı:492, Ocak 2001
5. ÇİTİROĞLU, A., “Güneş Enerjisinden Yararlanılarak Elektrik Üretimi”, “**Mühendis ve Makine**”, Makina Mühendisleri Odası, Sayı:485, Haziran 2000
6. AKTAŞ, M., “Güneş Enerjili Tabii Sirkülayonlu Endirekt Sıcak Su Hazırlama Sistemlerinde Kanatçık Optimizasyonu”, **Yüksek Lisans Tezi**, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
7. CAMPBELL, S., “**Build Your Own Solar Water Heater**”, Garden Way Publishing, United States of America, 1981.
8. SHARİAH, A.,M., LO, F., “**The Optimization of Tank Volume to Collector Area Ratio For Thermosyphon Solar Water Heater**”, Renewable Energy, Volume : 7, 289–300, 1996
9. ANKARA KALABA METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, Güneşlenme, Sıcaklık ve Güneş Işınımı Verileri”, Ankara,
10. REDDY, T., A., “**The Design and Sizing of Active Solar Thermal Systems**”, Oxford University Press, New York, 1987.
11. SHARİAH, A., AL-AKHRAS, M., A., AL-OMARİ, I., A., “**Optimizing The Tilt Angle of Solar Collectors**”, Renewable Energy, Volume : 26, 587–598, 2002.
12. YAREL, A., Y., ÖZ, E., S., **Güneş Enerjisi ve Uygulamaları**, Emel Matbaacılık, Ankara, 1987.
13. PALA, Z., “**Borland Delphi Uygulama Geliştirme Rehberi**”, Türkmen Kitapevi, İstanbul, 2003.