

**Doğal Dolaşım İle Sıcaklık Kontrollü Güneş Enerjili Kullanım Sıcak Suyu Hazırlama Sistemlerinin Karşılaştırılması**

**Comparison of Natural Circulation and Temperature Controlled Solar Energy Use Hot Water Preparation Systems**

<sup>1</sup>Hüsamettin DEMİRCAN

\*<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, TBMYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, RİZE

Geliş Tarihi : 18.05.2020  
Kabul Tarihi : 20.05.2020

**ÖZET**

Güneş enerjisi yenilenebilir, temiz, çevreci enerjidir. Bu özelliklerinden dolayı birçok alanda güneş enerjisinden istifade edilmektedir. Ülkemiz coğrafi konum itibarıyla de güneş enerjisinin kullanılabilirliği bakımından önemli bir yere sahiptir. Alternatif enerji kaynağı olması ve diğer enerji kaynaklarının rezervlerinin günden güne azalıyor olması dünyada ve ülkemizde güneş enerjili sistemlerinin kullanımını ve bu alandaki çalışmaların yapılmasını yaygınlaştırmıştır. Güneş enerjisi kullanım sıcak suyunun elde edilmesinde, ısıtma ve soğutma başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Kullanım sıcak suyu için çatılara yerleştirilen güneş panelleri yapıların çatılarında dağınık yerleşimlerinden, üstlerinde bulunan büyük veya küçük su depolarından dolayı çarpık görüntü oluşturduğundan estetik görünümü bozmakta ve görüntü kirliliğine neden olmaktadır. Yapılan çalışmanın amacı oluşan görüntü kirliliğini iyileştirmek, çatılarda estetik görüntüyü sağlamak, su deposunun yerini değiştirmektir. Yapılan çalışmalar sonucunda sıcaklık kontrollü sistem ile doğal sirkülasyonlu sistem karşılaştırılmakta ve sıcaklık kontrollü sistemin daha kullanılabilir olduğu gözlemlenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi, Sıcaklık Kontrolü, Doğal Dolaşım

**ABSTRACT**

Solar energy is renewable, clean, environmentally energy. These features, solar energy is used in many areas. Our country has an important place in terms of the availability of solar energy in terms of geographical location. The fact that it is an alternative source of energy and the fact that the reserves of other energy sources are decreasing day by day, has expanded the use of solar energy systems in the world and in our country and to do studies in this field. Solar energy usage is used in many areas, especially heating and cooling, in obtaining domestic hot water. Solar panels placed on roofs for domestic hot water distort the aesthetic appearance and cause visual pollution as they create distorted images on the roofs of buildings due to their scattered settlements, large or small water tanks located above them. The aim of the study is to improve the visual pollution, to provide an aesthetic appearance on the roofs, to change the location of the water tank. The studies results are the temperature controlled system and natural convention is compared; It is so observed that the temperature controlled system is usable.

**Keywords:** Solar Energy, Temperature Control, Natural Circulation

## 1.GİRİŞ

Dünyada nüfusun hızla artması, enerji tüketimini de arttırmaktadır. Sınırlı olduğu bilinen fosil yakıtların kullanılarak azalması ve kullanımları sonucunda hava ve doğa kirliliğinin oluşması, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin ve dolayısı ile bu alandaki çalışmaların artmasına neden olmaktadır. Ülkemiz, coğrafi konum itibarıyla güneş enerjisinin kullanılabilirliği bakımından önemli bir konuma sahiptir. Bundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden olan güneş enerjisi dünyada olduğu gibi ülkemizde de en çok tercih edilen enerji kaynağıdır. Alternatif enerji kaynağı olması ve diğer enerji kaynaklarının rezervlerinin günden güne azalıyor olması dünyada ve ülkemizde güneş enerjili sistemlerinin kullanımını ve bu alandaki çalışmaların yapılmasını yaygınlaştırmıştır.

Dünya için sonsuz bir enerji kaynağı kabul edilen güneşten bir yılda dünyaya aktarılan enerji; dünyadaki mevcut kömür rezervlerinin sahip olduğu enerjinin 150 katından fazladır. Bu temiz ve tükenmez enerji kaynağından olabildiğince faydalanma fikri, ülkemizin de içinde bulunduğu ve “Güneş Kuşağı” olarak tabir edilen 45° kuzey ve güney enlemleri arasındaki ülkeler başta olmak üzere, bütün dünyanın ilgisini çekmiştir [1]. Güneş enerjisi; kullanım sıcak suyunun elde edilmesinde, ısıtma ve soğutma başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Düşük kurulum maliyeti, güneş enerjisinin yenilenebilir ve sürekli olması gibi avantajlarından dolayı güneş enerjisi ile su ısıtma sistemleri yaygınlaşmıştır. Güneş enerjisi ile sıcak su sistemlerinin kullanımında önemli konuma sahip olan Ülkemiz, dünyada ilk sırada yer alan Çin’den sonra gelmektedir. Güneş enerjili kullanım sıcak suyu hazırlama sistemleri ile ilgili doğal dolaşım, zorlanmış dolaşım gibi farklı özelliklere sahip sistemler yapılmıştır. Kullanım sıcak suyu için çatılara yerleştirilen sistemler, yapıların çatılarında dağınık yerleşimlerinden, üstlerinde bulunan büyük veya küçük su depolarından dolayı çarpık görüntü oluşturduğundan estetik görünümü bozmakta ve görüntü kirliliğine neden olmaktadır. Yapılan çalışmanın amacı oluşan görüntü kirliliğini iyileştirmek, çatılarda estetik görüntüyü sağlamak, su deposunun yerini değiştirmektir.

### 1.1.GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITMA SİSTEMLERİ

Güneş enerjisinin en çok kullanıldığı alanlardan birisi de akışkan ısıtılmasıdır. Bu akışkanların başında su ve hava gelir. Ülkemizde en yaygın kullanım alanı ise sıcak su üretimidir. Güneş enerjisi ile sıcak su hazırlama sistemleri, hazırlanacak suyun kullanılma yeri ve amacına göre değişiklikler gösterir [2]. Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, güneş enerjisini toplayan kollektörler, ısınan suyun toplandığı depo ve bu iki kısım arasında bağlantıyı sağlayan yalıtımlı borular, pompa ve kontrol edici gibi sistemi tamamlayan elemanlardan oluşmaktadır [3].

#### 1.1.1. DOĞAL DOLAŞIMLI SİSTEMLER

Doğal dolaşımli sistemlerde suyun dolaşımı kendiliğinden olur. Suyun sistem içerisinde hareket etmesi için pompaya ihtiyaç yoktur. Isınarak yoğunluğu azalan su panelden yukarı doğru deponun üst kısmına çıkarken; deponun alt kısmında bulunan soğuk su panelin alt kısmından sisteme girerek sistemde sirkülasyon gerçekleşir. Sirkülasyon sırasında panel ile su arasında ısı transferi gerçekleşerek su ısınır. Kurulum maliyetinin düşük olması, basit ve kolay bir sistem olması en büyük avantajıdır. Veriminin düşük olması, suyun kireçli olduğu bölgelerde kullanımında zamanla boru içerisinde kireçlenme oluşması, soğuk ve buzlanma olan bölgelerde kullanılabilirliğinin az olması en büyük dezavantajlarıdır.

#### 1.1.2. POMPALI DOLAŞIMLI (ZORLANMIŞ) SİSTEMLER

Pompalı dolaşımli sistemler, açık devreli ve kapalı devreli olarak yapılmaktadır. Bu sistemlerde su sirkülasyonu, güneş paneli ile su deposu arasına koyulan pompa yardımı ile gerçekleştirilir. Bundan dolayı su deposu güneş panelinin üzerinde konulmayarak; panelin alt kısmına veya çatı katı arasına konulabilir. Sistemde dolaşımı sağlayacak olan pompanın, panel ile su deposu arasında suyun dolaşımını sağlayacak güçte olması yeterlidir.

Kapalı devreli sistemlere antifiriz eklenip kışın donmayı engellemesi en büyük avantajıdır. Sirkülasyon pompası ve otomatik kontrol olmasından dolayı maliyetini yüksek olması en büyük dezavantajıdır.

### 1.1.3. VAKUM TÜPLÜ SİSTEMLER

Vakum tüplü sistemler, iç içe geçmiş iki cam borunun orta kısmında kalan havanın vakumlanmasıyla oluşan sistemlerdir.

Vakum tüplerinin yuvarlak olmalarından dolayı güneş ışınımını günün her saatinde dik olarak almaları, veriminin yüksek olması, iki tüp arasındaki havanın vakumlanmış olmasından dolayı ısı kaybının az olması, kışın donma riskinin olmaması en büyük avantajlarıdır. Kurulum maliyetinin yüksek olması ise en büyük dezavantajdır.

## 2. SICAKLIK KONTROLLÜ SİSTEM

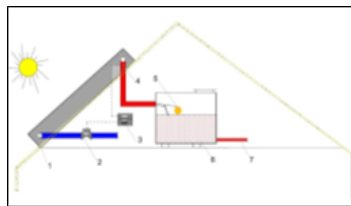
Veri kontrol cihazıyla sıcaklık kontrolü yapılacak şekilde tasarlayıp imal ettiğimiz sistemdir. Kollektörün içerisindeki suyun ısıtılmasından dolayı, sistem ile düşük güneş radyasyonu ile bile istenilen sıcaklık değerine ulaşmak mümkün olabilecektir. Doğal dolaşimli sistemlerde, depodaki suyun bütün olarak dolaşmasından dolayı düşük güneş radyasyonu olduğu zamanlarda istenilen sıcaklık değerine ulaşmamaktadır.

Su deposunun kollektör üzerinde olmaması, kollektörün çatıya paralel yerleştirilmesinden dolayı estetik görüntü oluşturması, su deposunun çatı arasına konulduğunda ısı kayıplarının azalacak olması, ayarlanan sıcaklık değerinde depoda her zaman suyun bulunacak olması, yüksek miktarda sıcak su ihtiyacı olan endüstriyel uygulamalarda ihtiyacı karşılayabilir olması en büyük avantajlarıdır. Sisteme direkt olarak şebeke suyu bağlı olduğundan kireçli bölgelerde zamanla panel içerisinde kireçlenmenin olması, kireçlenmeye bağlı olarak verimi düşmesi, kış şartlarının ağır olduğu bölgelerde kullanmaya uygun olmaması, elektrik kesintilerinde suyun kollektör içerisinde kalacağından suyun kaynaması en büyük dezavantajlarıdır.

### 2.1. SİSTEM TASARIMI

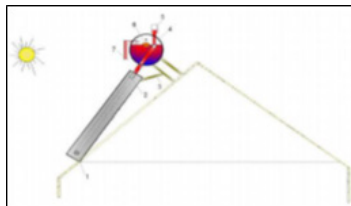
Sistemin kollektörü 0,5 m x 1 m ebatlarında alüminyum borulu, bakır kanatçıklı kollektör ile doğal dolaşım ve sıcaklık kontrollü sistemin su depolarının bulunduğu platform olarak imal edilmiştir.

Sistemdeki kollektörün içerisinde bulunan suyun sıcaklığı; veri kontrol cihazında ayarlanan değere ulaştığında, veri kontrol cihazına bağlı olan selenoid valf otomatik kontrol ile açılarak ısınan su depoya aktarılır ve şebeke suyu basıncıyla depoya aktarılan suyun yerine kollektöre su girişi olur. Kollektörün çıkışına takılan sıcaklık ölçer, su sıcaklığının ayarlanan sıcaklığın altına düştüğü anda selenoid valfi kapatarak kollektöre su girişini kesmektedir.



Şekil1. Sıcaklık Kontrollü Sistem

1. Alüminyum borulu kollektör, 2.Selonoid valf, 3.Verit kontrol cihazı, 4.Sıcaklık sensörü ve sıcak su çıkışı, 5.Şamandıra, 6.Sıcak su deposu, 7.Sıcak su çıkışı,



Şekil2. Doğal Dolaşimli Sistem

- 1.Alüminyum borulu kollektör, 2. Sıcak su çıkışı, 3.Platform, 4. Sıcak su deposu, 5. Genleşme deposu, 6.Şamandıra ve şehir soğuk su şebekesi, 7. Sıcak su çıkışı.



Şekil3. Doğal Dolaşimli Sistem ve Sıcaklık Kontrollü Sistem

### 3. SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Sistem deneyleri Karabük ilinde yapılmıştır. Doğal dolaşimli sistem ile sıcaklık kontrollü sistemde, her gün farklı bir sıcaklık değeri ayarlanarak deneyler yapılmıştır. Deney yapılan günlerde 09:30 ile 17:50 saatleri arasında her 20 dakikada bir yapılmıştır. Deneylerde; her iki sistemin ayarlanan değerlerde ürettiği günlük sıcak su miktarları, depo sularının sıcaklıkları ve belirlenen aralıklardaki güneş radyasyon değerleri gibi veriler tespit edilerek kaydedilmiştir. İlk olarak sıcaklık kontrollü sistemin sonrasında doğal dolaşimli sistemin deneyleri yapılmıştır. Veri kontrol cihazının ayarlandığı; 40, 45, 50, 55 ve 60 °C değerlere ait yapılan deney sonuçları aşağıdaki gibidir.

**Tablo 1:** Sıcaklık Kontrollü Sistem Deney Sonuçları 40 °C

SET Değeri(°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	Su Miktarı (Litre)	Saat
40 °C	27	420	-	9,30
40 °C	31	510	-	9,50
40 °C	35,5	560	4,96	10,10
40 °C	36,6	595	6,08	10,30
40 °C	38,5	636	12,16	10,50
40 °C	39,6	668	17,28	11,10
40 °C	39,5	675	22,56	11,30
40 °C	39,7	718	29,92	11,50
40 °C	40,2	737	37,28	12,10
40 °C	40,6	764	46,24	12,30
40 °C	41	757	7,84	12,50
40 °C	41,5	758	15,36	13,10
40 °C	41,6	788	28,14	13,30
40 °C	41,5	781	34,72	13,50
40 °C	41	830	45,92	14,10
40 °C	40,8	577	55,04	14,30
40 °C	40,8	280	4,48	14,50
40 °C	40,2	284	7,04	15,10
40 °C	39,2	158	7,52	15,30
40 °C	38,1	78	7,52	15,50
40 °C	36,6	32	7,52	16,10
40 °C	-	-	-	16,30
40 °C	-	-	-	16,50
40 °C	-	-	-	17,10
40 °C	-	-	-	17,30
40 °C	-	-	-	17,50
		TOPLAM	108,8	

**Tablo 2:** Doğal Dolaşimli Sistem Deney Sonuçları 40 °C

SET Değeri (°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	Su Miktarı (Litre)	Saat
40 °C	24,9	470	47,04	9,30
40 °C	25,6	533	47,04	9,50
40 °C	25,8	584	47,04	10,10
40 °C	26,1	630	47,04	10,30
40 °C	28,1	663	47,04	10,50
40 °C	30,4	715	47,04	11,10
40 °C	32,2	750	47,04	11,30
40 °C	34,2	790	47,04	11,50
40 °C	35,7	780	47,04	12,10
40 °C	37,4	835	47,04	12,30
40 °C	38,9	849	47,04	12,50
40 °C	41,4	827	47,04	13,10
40 °C	24,1	795	56,48	13,30
40 °C	24,5	803	56,48	13,50
40 °C	28,8	785	56,48	14,10
40 °C	32,2	760	56,48	14,30
40 °C	32,6	540	56,48	14,50
40 °C	35,7	686	56,48	15,10
40 °C	37,1	655	56,48	15,30
40 °C	39	603	56,48	15,50
40 °C	40,2	560	56,48	16,10
40 °C	28,9	525	10,88	16,30
40 °C	31,2	460	10,88	16,50
40 °C	33,5	405	10,88	17,10
40 °C	34,5	360	10,88	17,30
40 °C	35,1	300	10,88	17,50
		TOPLAM	103,52	

**Tablo 3:** Sıcaklık Kontrollü Sistem Deney Sonuçları 45 °C

SET Değeri(°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	Su Miktarı (Litre)	Saat
45 °C	28	530	-	9,30
45 °C	33	551	-	9,50
45 °C	41	599	-	10,10
45 °C	41,6	643	3,52	10,30
45 °C	42,5	680	8	10,50
45 °C	43	717	10,88	11,10
45 °C	43,7	744	14,77	11,30
45 °C	43,7	754	19,2	11,50
45 °C	44,6	768	24,32	12,10
45 °C	44,2	768	26,24	12,30
45 °C	44	775	32,48	12,50
45 °C	45,4	780	38,56	13,10
45 °C	44,7	785	41,28	13,30
45 °C	44,7	784	51,68	13,50
45 °C	45,5	786	5,92	14,10
45 °C	46,7	195	14,4	14,30
45 °C	44,7	228	14,4	14,50
45 °C	44,2	210	16,48	15,10
45 °C	43,5	200	16,48	15,30
45 °C	43,2	247	16,48	15,50
45 °C	42,2	115	16,48	16,10
45 °C	41,7	180	16,48	16,30
45 °C	42,5	505	22,88	16,50
45 °C	43	444	26,24	17,10
45 °C	43	389	28,96	17,30
45 °C	42,5	244	32	17,50
		TOPLAM	83,68	

**Tablo 4:** Doğal Dolaşimli Sistem Deney Sonuçları 45 °C

SET Değeri(°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	Su Miktarı (Litre)	Saat
45 °C	24,6	470	51,36	9,30
45 °C	25	505	51,36	9,50
45 °C	25,8	572	51,36	10,10
45 °C	27,9	603	51,36	10,30
45 °C	30,9	648	51,36	10,50
45 °C	31	680	51,36	11,10
45 °C	33,4	730	51,36	11,30
45 °C	35,7	790	51,36	11,50
45 °C	38	847	51,36	12,10
45 °C	39,8	818	51,36	12,30
45 °C	40,2	340	51,36	12,50
45 °C	41,5	864	51,36	13,10
45 °C	42	258	51,36	13,30
45 °C	41,8	245	51,36	13,50
45 °C	42,3	265	51,36	14,10
45 °C	45,2	540	51,36	14,30
45 °C	23,7	148	31,2	14,50
45 °C	24,9	305	31,2	15,10
45 °C	25,7	290	31,2	15,30
45 °C	27,8	541	31,2	15,50
45 °C	29,9	581	31,2	16,10
45 °C	30,6	563	31,2	16,30
45 °C	31,1	483	31,2	16,50
45 °C	31,8	446	31,2	17,10
45 °C	33	402	31,2	17,30
45 °C	33,5	316	31,2	17,50
		TOPLAM	51,36	

**Tablo 5:** Sıcaklık Kontrollü Sistem Deney Sonuçları 50 °C

SET Değeri (°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	SU Miktarı (Litre)	Saat
50 °C	-	-	-	9,30
50 °C	25	483	-	9,50
50 °C	28	505	-	10,10
50 °C	31	590	-	10,30
50 °C	40	660	-	10,50
50 °C	47	680	-	11,10
50 °C	46,1	700	3,84	11,30
50 °C	46,8	720	7,52	11,50
50 °C	47,3	735	12,48	12,10
50 °C	47,7	755	15,52	12,30
50 °C	48,4	780	20,48	12,50
50 °C	48	745	24,32	13,10
50 °C	48,1	740	30,04	13,30
50 °C	48,6	735	31,68	13,50
50 °C	48,5	730	35,04	14,10
50 °C	48,3	730	39,04	14,30
50 °C	48	710	42,4	14,50
50 °C	47,9	648	46,4	15,10
50 °C	47,7	610	49,28	15,30
50 °C	47,8	565	52,64	15,50
50 °C	49,5	520	5,6	16,10
50 °C	47,3	485	8,16	16,30
50 °C	46,3	435	10,56	16,50
50 °C	44,3	385	10,56	17,10
50 °C	42,6	340	10,56	17,30
50 °C	43,1	290	14,4	17,50
		TOPLAM	67,04	



**Tablo 6:** Doğal Dolaşimli Sistem Deney Sonuçları 50 °C

SET Değeri (°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	SU Miktarı (Litre)	Saat
50 °C	22,5	498	51,52	9,30
50 °C	23,3	550	51,52	9,50
50 °C	23,8	595	51,52	10,10
50 °C	24,4	618	51,52	10,30
50 °C	26,7	660	51,52	10,50
50 °C	29,2	690	51,52	11,10
50 °C	30,3	717	51,52	11,30
50 °C	32,2	735	51,52	11,50
50 °C	34,3	742	51,52	12,10
50 °C	35,8	757	51,52	12,30
50 °C	38	755	51,52	12,50
50 °C	40,2	754	51,52	13,10
50 °C	41,9	753	51,52	13,30
50 °C	44	772	51,52	13,50
50 °C	45,4	345	51,52	14,10
50 °C	45,4	280	51,52	14,30
50 °C	45,7	325	51,52	14,50
50 °C	45,8	300	51,52	15,10
50 °C	44,9	95	51,52	15,30
50 °C	44	80	51,52	15,50
50 °C	43,8	50	51,52	16,10
50 °C	-	-	-	16,30
50 °C	-	-	-	16,50
50 °C	-	-	--	17,10
50 °C	-	-	-	17,30
50 °C	-	-	-	17,50
		TOPLAM	-	

**Tablo 7:** Sıcaklık Kontrollü Sistem Deney Sonuçları 55 °C

SET Değeri (°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	SU Miktarı (Litre)	Saat
55 °C	28	463	-	9,30
55 °C	37	510	-	9,50
55 °C	44	550	-	10,10
55 °C	50	600	-	10,30
55 °C	55	650	-	10,50
55 °C	46,4	690	5,44	11,10
55 °C	46,9	670	8,96	11,30
55 °C	47,7	735	10,72	11,50
55 °C	48,6	745	13,76	12,10
55 °C	48,8	761	15,68	12,30
55 °C	49,1	770	18,88	12,50
55 °C	49,9	762	22,24	13,10
55 °C	50,1	753	24	13,30
55 °C	51,1	743	27,52	13,50
55 °C	51,5	736	30,08	14,10
55 °C	51,3	698	32,64	14,30
55 °C	51,1	685	35,68	14,50
55 °C	50,8	625	36,32	15,10
55 °C	51,3	616	39,84	15,30
55 °C	51,1	593	41,76	15,50
55 °C	50,8	528	43,04	16,10
55 °C	50,6	470	45,44	16,30
55 °C	50,1	442	45,44	16,50
55 °C	50	380	47,68	17,10
55 °C	49,7	327	47,68	17,30
55 °C	49,2	270	47,68	17,50
		TOPLAM	47,68	

**Tablo 8:** Doğal Dolaşimli Sistem Deney Sonuçları 55 °C

SET Değeri (°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	SU Miktarı (Litre)	Saat
55 °C	23,4	457	48,32	9,30
55 °C	24,3	510	48,32	9,50
55 °C	25	559	48,32	10,10
55 °C	26	605	48,32	10,30
55 °C	28,3	630	48,32	10,50
55 °C	29,8	670	48,32	11,10
55 °C	32	705	48,32	11,30
55 °C	34,2	725	48,32	11,50
55 °C	36	750	48,32	12,10
55 °C	37,7	740	48,32	12,30
55 °C	39,8	800	48,32	12,50
55 °C	41,5	785	48,32	13,10
55 °C	42,2	820	48,32	13,30
55 °C	44,6	790	48,32	13,50
55 °C	45,4	765	48,32	14,10
55 °C	46,5	735	48,32	14,30
55 °C	46,9	700	48,32	14,50
55 °C	47,3	690	48,32	15,10
55 °C	47,6	650	48,32	15,30
55 °C	43,5	125	48,32	15,50
55 °C	44,1	170	48,32	16,10
55 °C	44,7	365	48,32	16,30
55 °C	46	525	48,32	16,50
55 °C	46,4	430	48,32	17,10
55 °C	46,6	343	48,32	17,30
55 °C	47,2	285	48,32	17,50
		TOPLAM	-	

**Tablo 9:** Sıcaklık Kontrollü Sistem Deney Sonuçları 60 °C

SET Değeri (°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	SU Miktarı (Litre)	Saat
60 °C	28	430	-	9,30
60 °C	34	500	-	9,50
60 °C	41	540	-	10,10
60 °C	47	590	-	10,30
60 °C	53	635	-	10,50
60 °C	56	675	-	11,10
60 °C	58	307	-	11,30
60 °C	56	490	-	11,50
60 °C	51,1	439	5,12	12,10
60 °C	47,5	760	5,12	12,30
60 °C	52,9	705	8,48	12,50
60 °C	49,7	300	8,48	13,10
60 °C	52,4	765	11,36	13,30
60 °C	50,1	780	11,36	13,50
60 °C	51,2	231	13,44	14,10
60 °C	48,7	448	13,44	14,30
60 °C	47,3	730	13,44	14,50
60 °C	46	294	13,44	15,10
60 °C	49,4	645	16,48	15,30
60 °C	47,9	570	16,48	15,50
60 °C	45,7	555	16,48	16,10
60 °C	44,3	490	16,48	16,30
60 °C	47,4	420	19,68	16,50
60 °C	45,8	380	19,68	17,10
60 °C	44,5	335	19,68	17,30
60 °C	43,6	300	19,68	17,50
		TOPLAM	19,68	

**Tablo 10:** Doğal Dolaşimli Sistem Deney Sonuçları 60 °C

SET Değeri (°C)	Depo Suyu Sıcaklığı (°C)	Güneş Radyasyonu (wh/m2)	SU Miktarı (Litre)	Saat
60 °C	24,7	462	21,44	9,30
60 °C	25,8	510	21,44	9,50
60 °C	26,5	560	21,44	10,10
60 °C	26,9	605	21,44	10,30
60 °C	27,3	645	21,44	10,50
60 °C	28,2	680	21,44	11,10
60 °C	29,5	703	21,44	11,30
60 °C	30,3	725	21,44	11,50
60 °C	31,6	735	21,44	12,10
60 °C	33,1	755	21,44	12,30
60 °C	34,2	762	21,44	12,50
60 °C	35,5	755	21,44	13,10
60 °C	36,8	748	21,44	13,30
60 °C	37,8	745	21,44	13,50
60 °C	39	750	21,44	14,10
60 °C	40,3	740	21,44	14,30
60 °C	40,8	690	21,44	14,50
60 °C	41,7	650	21,44	15,10
60 °C	42,1	620	21,44	15,30
60 °C	43,5	590	21,44	15,50
60 °C	43,5	540	21,44	16,10
60 °C	43	495	21,44	16,30
60 °C	44,1	430	21,44	16,50
60 °C	44,2	380	21,44	17,10
60 °C	44,4	330	21,44	17,30
60 °C	44,2	280	21,44	17,50
		TOPLAM	-	

**Tablo 11:** Sistem Verilerinin Karşılaştırılması

SET Değeri	Üretilen Sıcak Su Miktarı (Litre)	
	Doğal Dolaşimli Sistem	Sıcaklık Kontrollü Sistem
40 °C	103,52	108,8
45 °C	51,36	83,68
50 °C	-	67,04
55 °C	-	47,68
60 °C	-	19,68

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgulara göre sıcaklık kontrollü sistem ayarlanan sıcaklık değerlerine göre 40 °C'de 108,8 litre, 45 °C'de 83,68 litre, 50 °C'de 67,04 litre, 55 °C'de 47,68 litre, 60 °C'de 19,68 litre sıcak su üretirken; doğal dolaşimli sistem 40 °C'de 103,52 ve 45 °C'de 51,36 litre su üretip depo suyu sıcaklığı 50 °C, 55 °C ve 60 °C'ye ulaşamadığından bu değerlerde sıcak su üretememiştir.

Sistemde bulunan selenoid valf, ayarlandığı değere ulaşmadan depoya su göndermemiştir. Bulgulara göre yüksek miktarda kullanım sıcak suyunu ihtiyacı olan endüstriyel alanda kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

Çatılarda oluşan görüntü kirliliğini önlemek ve su deposunun yerini değiştirmek amacıyla tasarlanan sıcaklık kontrollü sistemin deneysel performansı; amacına uygun ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

Direkt olarak şebeke suyuna bağlı olan sistem; açık devre olacağından suyun kireçli olmadığı bölgelerde, deney sonuçlarına göre yüksek verimle çalışacaktır. Suyun kireçli olduğu bölgelerde ise zamanla kollektörde kireçlenme oluşacağı ve buna bağlı olarak veriminin düşeceği öngörülmektedir.

Sistemin olası elektrik kesintilerine karşı devre dışı kalmaması, çalışmasının durmaması için selenoid valf ve veri kontrol cihazının elektrik enerji ihtiyacı fotovoltaik pil ile karşılanabilir.

## **KAYNAKLAR**

Doğan, H., Aktaş, M. ve Menlik, T., “Güneş enerjisi sistemlerinde kanatçık yüzeyindeki sıcaklık dağılımının sonlu farklar metodu ile analizi” ZKÜ Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, 7 (3): 407-414, (2004).

Uyarel, A. Y. ve Öz, E. S., “Güneş enerjisi ve uygulamaları” Birsen Yayınevi, İstanbul, 45-124, (1987)

Bulut, H., Şahin, H. ve Karadağ, R., “Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin tekno-ekonomik analizi” TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği Dergisi, (101) : 23-33, (2007)