

GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITICILARINDA AYAR VE KONTROL YÖNTEMLERİ

DOÇ DR. METİN ÇOLAK

1942 İstanbul doğumlu. Orta öğrenimi İzmir Maarif Koleji'nde, yüksek öğrenimini Technische Hochschule Darmstadt Elektrik Fakültesinde, doktorasını E.Ü. Mühendislik Bilimleri Fakültesinde, doçentliğini yenilenebilir enerji kaynakları konusunda tamamladı. Kuvvetli/zayıf akım ve otomatik kontrol konularında yurtiçi ve Almanya'da çalıştı. 1984 yılından beri E.Ü. Güneş Enerjisi Enstitüsünde öğretim üyesi.

ÖZET

Güneş enerjisinden sürekli olarak ısı veya elektrik elde etmek mümkün değildir. Zaman ve hava koşullarına göre kısmen öngörülen, kısmen ise rastlantısal olarak değişen güneş enerjisinden en iyi biçimde faydalanılabilmek için "Toplayıcı- Depo- Tüketici" arasındaki enerji akışının devamlı denetim altında tutulması gerekmektedir. İlk yatırım giderleri hayli yüksek olan güneş enerjili sistemlerde enerji akışının denetimi otomatik kontrol yöntemleri ile sağlanmaktadır. Bu bildiride küçük boy (toplam toplayıcı alanı < 50m²) güneş enerjili su ısıtıcılarının kapalı devre blok şemaları verilmiş, sistem elemanları tanımlanmış ve iyi bir çalışma rejimini sağlayan ayar değerleri verilmiştir.

1- GİRİŞ

İdeal bir güneş enerjili su ısıtıcısından istenilen, gelen tüm güneş enerjisini toplayıcılarda ısıya dönüştürerek yakalamak ve bunu kayıpsız bir depoda biriktirerek her an kullanıma hazır tutmaktır. Özetlenecek olursa;

- Toplayıcı ve depo verimleri maksimum olmalıdır.
- Bağlantı elemanları kayıpsız çalışmalıdır.
- Toplayıcıda yakalanan her enerji birimi depoya iletilerek burada biriktirilebilmelidir.
- Öngörülen tüketim koşullarına göre (miktar, debi ve sıcaklık) belirli sıcak su her an hazır olmalıdır. Görüldüğü gibi, sistemin bu şartlarda çalışabilmesi için, yalnızca elemanlarının kalite ve kapasitelerinin yüksek olması değil, aynı zamanda enerji akışının da bilinçli olarak yönlendirilmesi gerekmektedir. Sistemde otomatik kontrol uygulamasının sebebi de budur.

2. GÜNEŞ ENERJİLİ SU ISITICILARINDA OTOMATİK KONTROL

Yukarıda özetlenen ideal şartlara yakın bir güneş enerjili su ısıtıcı sisteminin çalışma biçimi şöyle olmalıdır:

- Toplayıcıda biriken ısı, depo sıcaklığını yükseltebildiği süre toplayıcıdan depoya aktarılmalıdır.
- Depo sıcaklığı toplayıcı sıcaklığından yüksek olduğunda, donmaya engel olmak veya biriken karı eritmek gibi amaçlar dışında, kapalı devrede dolaşım olmamalıdır.
- Isı kayıplarını düşük tutabilmek için kullanım suyu sıcaklığı çevre sıcaklığına göre mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.
- Isı taşıyıcı akışkanın toplayıcı içindeki hızı saatte 30..501/m²'nin altına düşmemeli, ayrıca, sistem soğukken veya yüklendiğinde dolaşım pompasının sık sık devreye girip çıkmasını önlemek için hız daha da büyük olmamalıdır.
- Sistem donmaya ve aşırı ısınmaya karşı korunmalıdır.
- Sistem basit, güvenilir ve uzun ömürlü olmalıdır.
- Enerji tüketimi (pompa) az olmalıdır.

bu çalışma koşullarını sağlayacak otomatik kontrolde sistem değişkenleri şöylece tanımlanabilir:

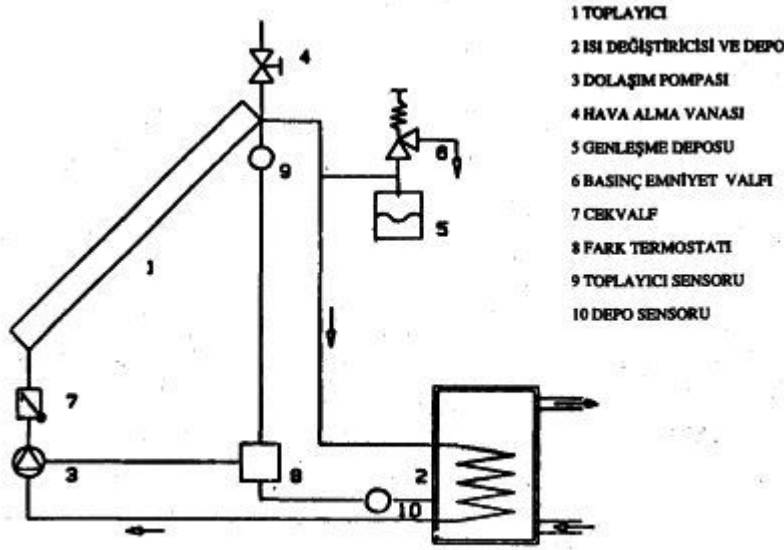
- Kontrol Değişkeni: Kontrol edilmek istenen değişken, yani Kontrol Değişkeni, toplayıcı ile depodaki suyun arasındaki sıcaklık farkı T_x dir. - Ayar değişkeni: Kontrol değişkeninin, yani burada toplayıcıdaki suyun sıcaklığı ile depodaki suyun sıcaklığı arasında sabit tutulması gereken sıcaklık farkı değeri T_{od} dir. Bu değer doğru olarak seçimi aşağıda gösterileceği gibi, sistem verimi açısından oldukça önemlidir. - - Bozucu Değişken: Kontrol değişkenini değişime

zorlayan güneş ışınım şiddeti, dış hava sıcaklığı, besleme suyu sıcaklığı, su kullanımı gibi değişkenlerdir

- Düzeltici Değişken: Kontrol değişkeninin yine ayar değerine gelmesini sağlayan dolaşım debisidir.

SİSTEM VE BLOK ŞEMA

Otomatik kontrollü güneş enerjili su ısıtıcılarında başlıca sistem elemanları Toplayıcı, Depo, Boru, Vana, Dolaşım pompası, Algılayıcı ve Regülatörden oluşmaktadır. Toplayıcı alanı 50 m²'den küçük sistemlerde genelde "Basit bir fark sıcaklığı kontrolü" olarak adlandıracağımız bu yöntemde toplayıcı ile depo sıcaklığı arasında oluşan sıcaklık farkı kontrol edilmektedir. (Şekil 1) Toplayıcı çıkışına ve depo içersine yerleştirilen sensörlerle algılanan sıcaklık değerleri regülatöre iletilerek, belirli sıcaklık farklarında dolaşım pompasının devreye girmesi veya durması sağlanır. Sistem performansını etkileyen önemli bir unsur, kullanılan algılayıcının cinsi ve ölçüm alınan yerdir. Linearite ve stabilite açısından en uygun algılayıcı nikel veya platin telli direnç termometreleridir.



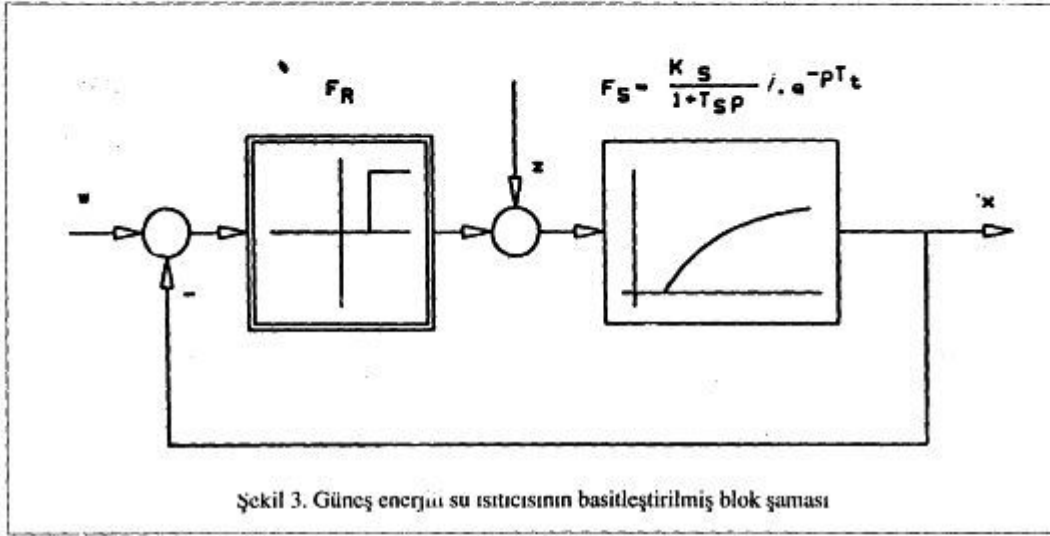
Şekil 1. Basit fark sıcaklığı kontrolü

Uygun kapsüllerle algılayıcı ile ısı taşıyıcı akışkan arasında çok iyi bir ısı akışı sağlanmalıdır. Ölçüm alınması gereken yerler ise, toplayıcı çıkışı ile deponun sıcak kısmında, yani üst taraflarındadır. Regülatörün Kontrol dinamiği *2-Nokta Oransal", veya belki daha yaygınlaşmış tabiriyle. "ON-OFF- P". karakterdedir. Regülörün "histerezisli", yani açma kapama farkının ayarlanabilir olması, tercih edilir. Zira, regülatör üzerinde ayarlanabilir bu Histerezis Sıcaklığı(TH) ayarı ile gün boyunca pompanın devreye girip çıkma sayısı belirlenebilmektedir. Toplayıcı, Depo ve Algıla

(Bkz: 54)

yticilerin dinamiği birinci mertebeden gecikmeli sistem karakterindeyken, bağlantı boruları daha çok ölü zaman davranışı (T_t) göstermektedir. [1]. Sistemin bu kabullerle blok şeması Şekil 2'de verilmiştir. Aynı Şekilde δT_x anlık toplayıcı-depo sıcaklık farkı (kontrol değişkeni), δT_w ise olması gereken toplayıcı-depo sıcaklık farkı (ayar değeri) olmalıdır. Şekil 2'de görülen F_{indeks} , K_{indeks} , ve T_{indeks} elemanların Transfret Fonksiyonları, Kazanç Faktörleri ve Zaman Sabitleri olup, Yine Kompleks Frekans p gibi, konunun teorik ayrıntılarını oluşturduklarından burada açıklanmalarına gerek görülmemiştir.

- regülatör ve dolaşım motoru On-Off karakterli bir tek eleman olarak gösterilebileceğinden
 - toplayıcı, depo, varsa ısı değiştiricisi, borular ve bağlantı elemanları beraberce, yaklaşık olarak, ölü zamanlı ve 1. mertebeden gecikmeli tek bir eleman olarak kabul edilebileceğinden, oldukça basitleştirilerek Şekil - 3 'deki durum elde edilir. Blok şeması Şekil 3'dekine uyan bir başka sistem daha önce [2] incelenmiş ve kontrol değişkeninin dinamiği, diğer bir deyişle "Çalışma Hareketi" tarif edilmiştir. Bu benzeşimden yararlanarak güneşli su ısıtıcısının Çalışma Hare-



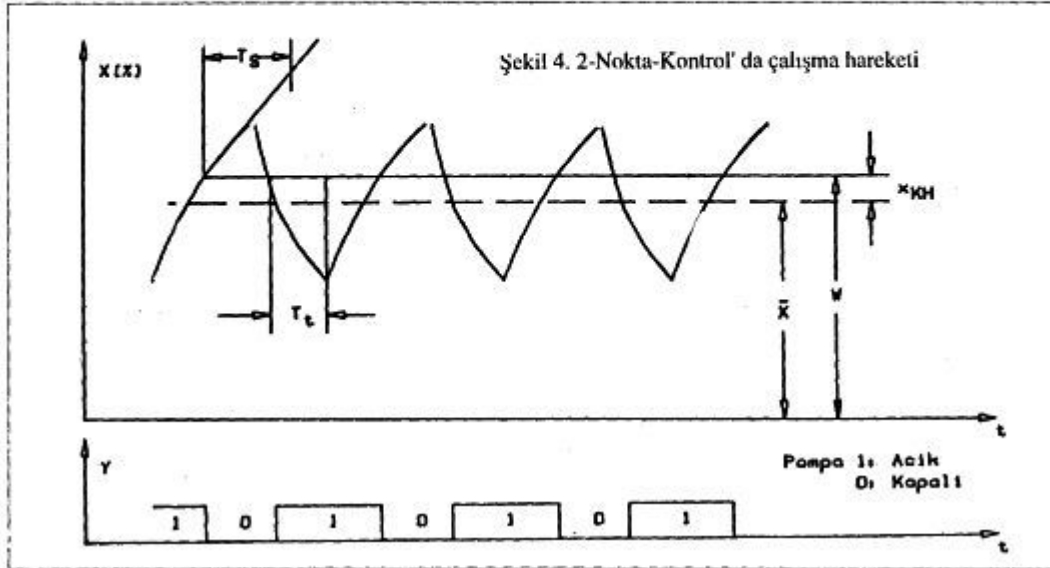
Şekil 3. Güneş enerjisi su ısıtıcısının basitleştirilmiş blok şeması

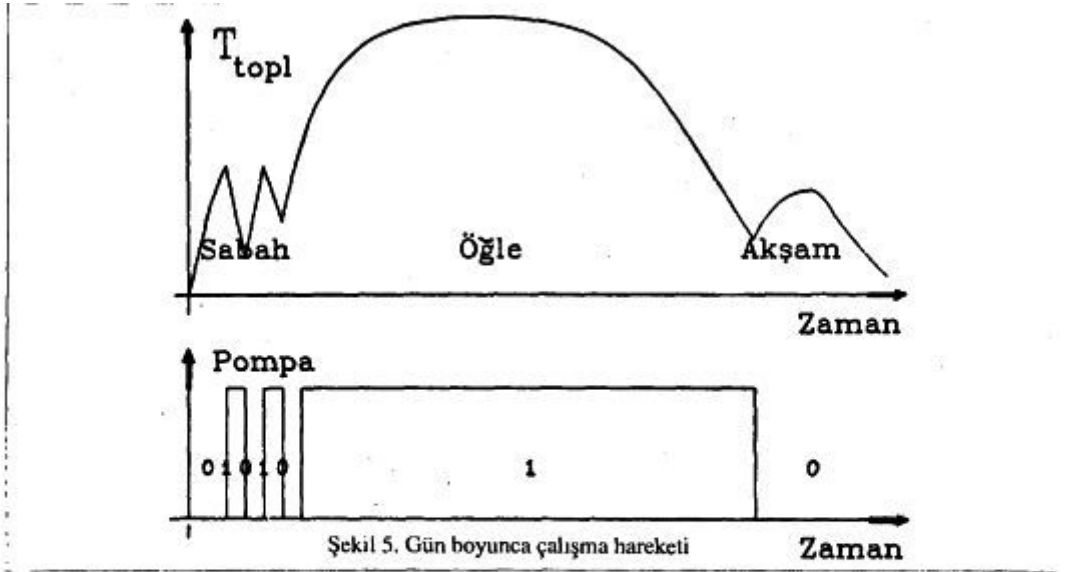
4- BASİT FARK SICAKLIĞI KONTROLÜ DİNAMİĞİ

Şekil- 2'de verilen blok şema

-algılayıcı zaman sabitlerinin, toplayıcı ve deponunkilerin yanında ihmal edilebileceğinden

keti elde edilerek Şekil 4'te verilmiştir. Ancak, Şekil-4 sabit güneş enerjisi ve sabit yük için yani stasyonör kaynak ve yük koşullarında geçerlidir. Güneş enerjisi arzının gün boyu değişimi halinde ise Çalışma Hareketi Şekil-5'de görüldüğü karakterde olmaktadır.





Şekil 5. Gün boyunca çalışma hareketi

5- AYAR KRİTERLERİ

Toplayıcı çıkış sıcaklığı T_{topl} , depo sıcaklığı T_{depo} , olması gereken fark sıcaklığı (ayar değeri) δT_w ve 2-nokta regülatörün histerezisi δT_H olarak tanımlandığında, dolaşım pompasının devreye girmesi (ON) için $T_{topl} > T_{depo} + \delta T_w$

pompanın devredışı (OFF) kalması için ise

$$T_{topl} > T_{depo} + \delta T_w + \delta T_H$$

eşitsizlikleri geçerlidir. Bir örnek olarak; $\delta T_w = 8^\circ\text{C}$, $\delta T_H = 2^\circ\text{C}$ olarak ayarlandıklarında

a) $T_{depo} = 45^\circ\text{C}$ ve $T_{topl} = 50^\circ\text{C}$ anlık değerleri için ise $45+8=53$, yani T_{topl} 'dan daha küçük olacağından, pompa çalışır (ON) durumdadır.

b) $T_{depo} = 45^\circ\text{C}$ ve $T_{topl} = 54^\circ\text{C}$ anlık değerleri için ise $45+8+2=55$, yani T_{topl} 'dan daha büyük olacağından, pompa çalışmayacaktır. (OFF)

Çalışma hareketi frekansı, yani gün boyunca dolaşım pompasının devreye girip-çıkma sayısı T_{topl}/T_{depo} oranına göre değişmektedir. Güneş enerjili sistemlerde bu oran, depo hacminin toplayıcı hacminden çok daha büyük olması nedeniyle, küçük olduğundan, pompa sık sık devreye girip çıkarak pompa ve kontaktörlerde erken yıpranmalara neden olmaktadır. Regülatör histerezisi, yani T_H ile bu frekans serbestçe ayarlanabilmektedir.

Ayar değerlerinin seçimi, sistem performansı açısından, yani elde edilebilecek verim ve uzun vadede ekonomik açılarından çok önemlidir. Pompanın devreye gireceği sıcaklık farkı δT_w (veya δT_{on}) çok yüksek tutulduğunda, çalışma frekansı düşük olacağından yıpranma az olacak, ancak toplanan enerji az olacağından ise, yani pompanın çalışacağı sıcaklık δT_{off} çok düşük (veya δT_H çok küçük) tutulduğunda sistem verimi yüksek, ancak bu defa frekans da yüksek olacaktır. Bazı araştırmalara göre ayar değerleri şu şekilde olmalıdır.

Lamkewitz [3]; $\delta T_w = 8..13^\circ\text{C}$

Sautter [4]; $\delta T_w = 5^\circ\text{C}$; $\delta T_H = 2^\circ\text{C}$

Winn [5]; $\delta T_{on}/\delta T_{off} = \delta T_w / (\delta T_w - \delta T_H) = 4.6^\circ\text{C}$

veya $\delta T_{off} = 1..2^\circ\text{C}$ için $\delta T_{on} = 4..12^\circ\text{C}$

2 Nokta Oransal kontrolde dikkat edilmesi gereken bir başka husus ise "Kalıcı Hata" yani, stasyonel haldeki kontrol sapması δT_x ile δT_w arasındaki farktır. Burada kalıcı hata . Ayar Değişkenin değerine göre (δT_w) değişmektedir. Minimum kalıcı hata için ideal δT_w değeri, sistemde erişilebilecek maksimum δT_x in yarısı civarında olmalıdır.

6) SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, düzlemsel toplayıcı güneş enerjili su ısıtıcılarında uygulanan Basit Fark Sıcaklığı Kontrolü tanıtılmış ve regülatör ayar değerlerinin sistem performansı üzerindeki etkisi tartışılmıştır. Değişik araştırmacıların önerdikleri bazı ayar değerleri de ayrıca verilmiştir.

Söz konusu ısıtıcı sistem nispeten basit bir yapıya sahip olmasına rağmen, ölçme ve kontrol elemanlarının seçimine, bunların montajına ve ayarına gerekli önem verilmediğinden tüm sistemin performansı yeterli olmamakta ve sonuç olarak ülkemizde otomatik kontrolden kaçınılarak tabii dolaşım sistemleri kullanılmaktadır. 200 ltr/gün kapasiteye kadar sistemlerde tabii dolaşım ekonomik olabilmekte, ancak daha büyük sistemlerde otomatik kontrol uygulanarak performans yükseltilmelidir.

Kaynaklar:

/1/ Çolak M.: Strategies for automatic control in solar water heaters; Pro. Of.Int. Med. Congr. on solar and other new-renewable energy resources, pp397-410, 1988

/2/ Çolak M., Atagündüz, G.; Mutlak Nemin Elektronik Yoldan Ölçülmesi; Doğa Bilim Dergisi, Ocak 1977. Sayı 2. Cilt 1, s.1-4

/3/ Lamkewitz, F.; Analyse gebräuchlicher Regelungskonzepte für Solaranlagen; Informationswerk Sonnenenergie, Band 4. Udo Pfriemer Verlag München, 1977, S 279-297

/4/ Sautter, L.; Regeleinrichtungen für Solaranlagen IKZ Heft 21, 1977, S.67-72

/5/ Winn, C.B.; Controls on solar energy systems; Advances in Solar Energy, Vol.1, 1982, American Solar Energy Society, ISBN 0-89553-040-6, pp 209-240