

## Güneş Enerjili Isı Borulu Termoelektrik Jeneratörde Durgun Su Soğutmasının Elektrik Üretimine Etkisinin Deneysel İncelenmesi

Engin Özbaş\*

Yeşilyurt Demir Çelik Meslek Yüksekokulu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye  
[\\*engin.ozbas@omu.edu.tr](mailto:engin.ozbas@omu.edu.tr)

**Özet** – Bu çalışmada güneş enerjili ısı borusu ile ısıtılan bir termoelektrik jeneratörde durgun su soğutmasının elektrik üretimi üzerine etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda çalışma akışkanı etil alkol olan bir ısı borusu imal edilmiştir. Termoelektrik jeneratörün soğutulması için içi su dolu bir soğutucu kullanılmıştır. Soğutucunun etkinliğini arttırmak amacıyla sistem durgun su içerisine konulmuştur. Soğutucunun tek başına kullanıldığı deneylere en yüksek açık gerilim değeri 0.44V olurken durgun su içerisinde yapılan deneylerde en yüksek açık gerilim değeri 0.47V olmuştur.

**Anahtar Kelimeler** – Güneş enerjisi, ısı borusu, termoelektrik jeneratör

## Experimental Investigation of the Effect of Still Water Cooling on Electricity Generation at Thermoelectric Generator by Solar Energy Heat Pipe

**Abstract** – In this study, the effect of still water cooling on electricity generation in a thermoelectric generator heated by solar energy heat pipe is experimentally investigated. For this purpose, a heat pipe with ethyl alcohol as the working fluid has been manufactured. A cooler is used for cooling the thermoelectric generator filled with water. In order to increase the efficiency of the cooler, the system is placed in still water. The highest open-circuit voltage value is 0.44 V for the experiments in which the cooler is used alone and 0.47 V in the experiments made in still water.required.

**Keywords** –Solar energy, heat pipe, thermoelectric generator

### I. Giriş

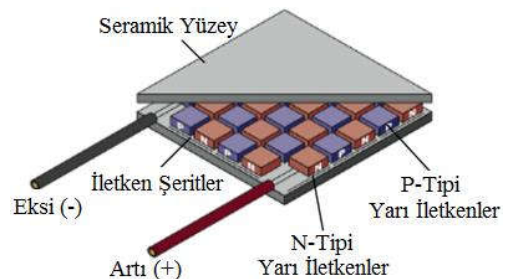
Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin kullanım alanları oldukça geniştir. Artan enerji ihtiyacıyla beraber güneş enerjisinden doğrudan elektrik üretimi üzerine yapılan araştırmalar da hız kazanmıştır. Bu araştırma alanlarından bir tanesi de termoelektrik modüller üzerine olmaktadır.

Literatürde termoelektrik jeneratörler (TEJ) üzerine pek çok çalışmaya rastlanmaktadır. Özkaymak ve arkadaşları TEJ'in sıcak tutulması gereken yüzeyini soba borusunda üretilen atık gaz ile sağlamış ve soğuk olan yüzeyi üzerinden su geçirilip soğutularak sıcaklık farkı ile elektrik üretimini sağlamıştır [1]. Ahıska ve arkadaşları yaptıkları çalışmada termoelektrik jeneratör ve fotovoltaik sistemlerin enerji üretimindeki karakteristikleri uygulamalı olarak incelenmiş ve karşılaştırılmıştır [2]. Özdemir ve arkadaşları yaptıkları çalışmada termoelektrik jeneratörün ısıtılmasını güneş enerjili ısı borusu ile soğutulmasını ise bacalı doğal hava akışı ile sağlamışlardır [3].

Bu çalışmada termoelektrik jeneratörlerden TEG1-1263-4.3 tip modül kullanılmıştır. Etil-alkol çalışma akışkanına sahip ısı borusuyla ısıtma, içi su dolu bir soğutucuyla da soğutma sağlanmıştır. Soğutucu durgun su içerisine konularak termoelektrik modülün soğutulmasına etkisi ve dolayısıyla açık gerilim üretimine etkisi incelenmiştir.

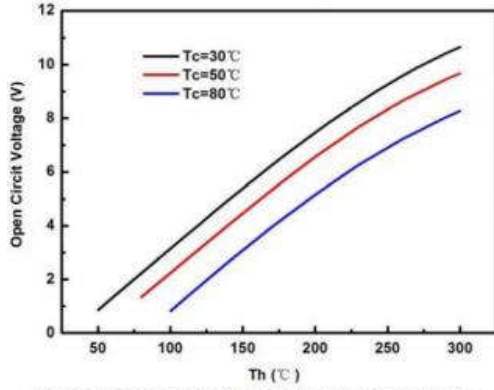
### II. MATERYAL VE METOT

Termoelektrik modüller, iki farklı yarıiletken malzemenin birbirine seri olarak birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir devredir. Bu modüller yüzeyleri arasında meydana gelen sıcaklık farkı ile “seebeck voltajı” olarak da isimlendirilen bir gerilim üretir [1]. Şekil 1’de termoelektrik modülün (TEM) yapısı görülmektedir.



Şekil 1. Termoelektrik Modül (TEM) Yapısı [1]

Şekil 2’de elektrik üretimi için kullanılan TEG1-1263-4.3 model TEM için yüzey sıcaklıklarına bağlı üretilen açık gerilim dağılımı görülmektedir.



Şekil 2 TEG1-1263-4.3 Modülüne ait açık gerilim grafiği [4]

TEJ yüzeyleri arasında sıcaklık farkının oluşturulması amacıyla sıcak yüzeyin ısıtılmasında güneş enerjili ısı borusu tasarlanmıştır. Tasarımı yapılan ısı borusunda çalışma akışkanı için etil alkol kullanılmıştır. Isı borusunda yüksek sıcaklıklara ulaşabilmek amacıyla vakumlu cam tüp ve parabolik yansıtıcı birlikte kullanılmıştır.

TEJ'de soğuk yüzeyin soğutulması amacıyla da içi su dolu bir soğutucu imal edilmiştir. Soğutucunun etkisini arttırmak için soğutucu durgun su içerisine yerleştirilmiştir. Şekil 3'de durgun suyla yapılan deney görülmektedir.



Şekil 3 Durgun suyla yapılan deney

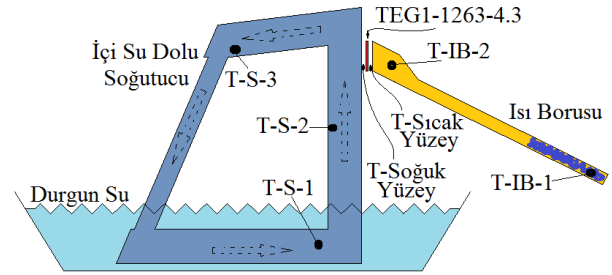
Durgun su ile yapılan deneylerden sonra durgun suyun soğutucu üzerine etkisini gözlemleyebilmek amacıyla sistem sadece dış ortam havasının etkisine bırakılmıştır. Şekil 4'de durgun suyun kullanılmadığı deney için görünüm verilmiştir.



Şekil 4. Sadece dış ortam etkisinde yapılan deney

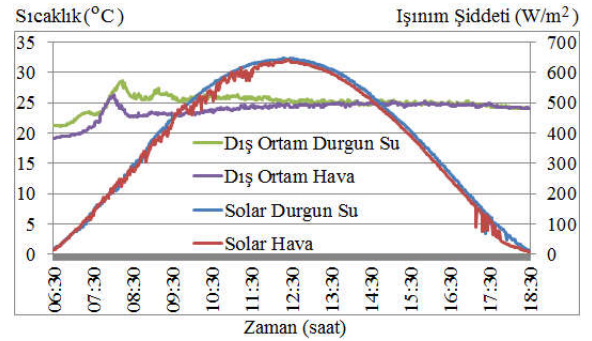
### III. SONUÇLAR

Şekil 5'de deney düzeneğinin şeması ve ölçümü yapılan sıcaklık noktaları görülmektedir.  $T-S-1$ ,  $T-S-2$  ve  $T-S-3$  soğutucu üzerinden alınan sıcaklık ölçüm noktalarıdır. Isı borusu üzerinden ise  $T-IB-1$  ve  $T-IB-2$  olmak üzere iki noktadan sıcaklık ölçümü yapılmıştır. TEJ üzerinden de  $T-Sıcak Yüzey$  ve  $T-Soğuk Yüzey$  sıcaklıkları ölçülmüştür. TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarının ölçümü ve tüm sıcaklık ölçümleri bilgisayar destekli ORDEL UDL100 tipi veri-toplayıcılar ile yapılmıştır.



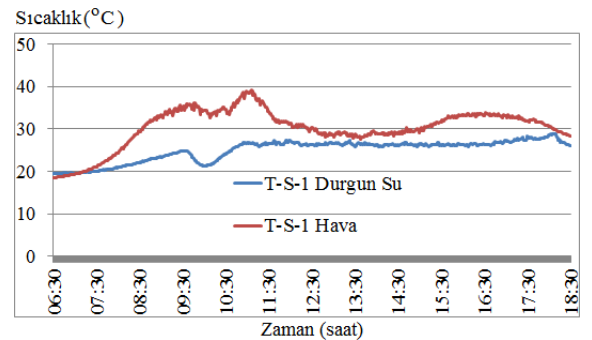
Şekil 5 Deney düzeneğinin şeması

Şekil 6'da hem durgun suyla hem de durgun su olmaksızın yapılan deney günlerine ait güneş ışınım ve dış ortam sıcaklık dağılımı görülmektedir.



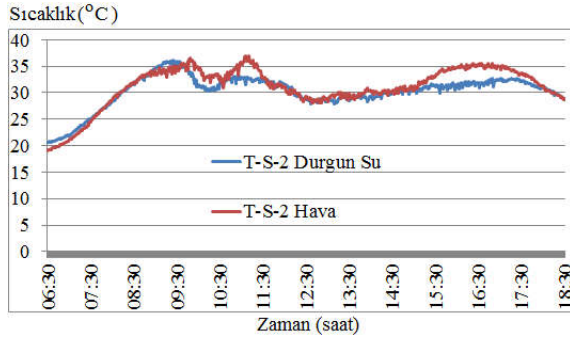
Şekil 6 Işınım şiddeti ve dış ortam sıcaklık dağılımı

Şekil 7'de Soğutucu üzerindeki  $T-S-1$  noktasının sıcaklık dağılımı görülmektedir. Genel görünüm olarak durgun su içerisinde yapılan deneyde sıcaklık  $30^{\circ}\text{C}$ 'nin altında kalmıştır.



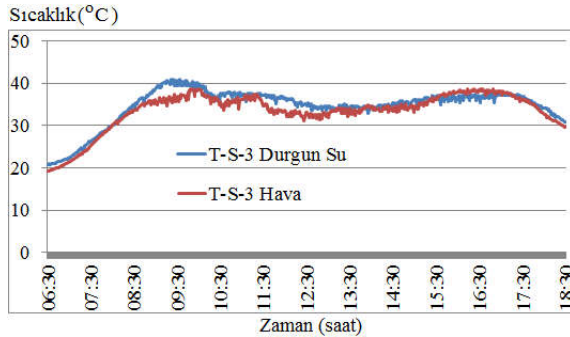
Şekil 7 Soğutucu üzerindeki  $T-S-1$  noktasının sıcaklık dağılımı

Soğutucu üzerindeki  $T-S-2$  noktasının sıcaklık dağılımı Şekil 8'de görülmektedir. Her iki durum için de sıcaklık değerleri birbirine yakın seyretmekle birlikte durgun suyu sistemde sıcaklık daha düşük değerdedir.



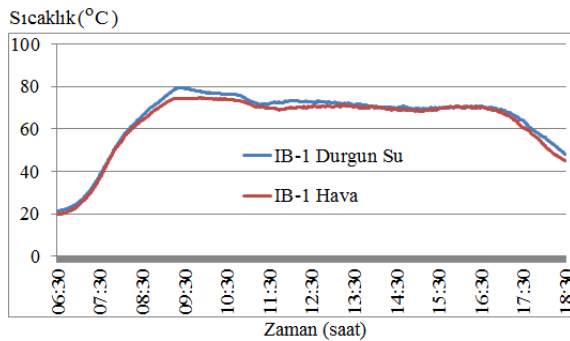
Şekil 8 Soğutucu üzerindeki T-S-2 noktasının sıcaklık dağılımı

Şekil 9'da soğutucu üzerindeki T-S-3 noktasının sıcaklık dağılımı görülmektedir. Genel anlamda birbirine yakın seyreden dağılımın hava teması sistemde bir miktar daha düşük olduğu anlaşılmaktadır.



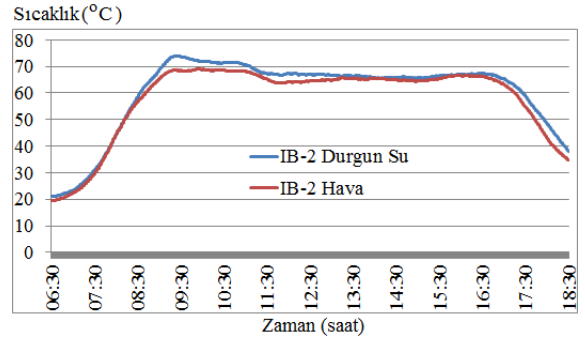
Şekil 9 Soğutucu üzerindeki T-S-3 noktasının sıcaklık dağılımı

Isı borusu üzerindeki T-IB-1 noktasının sıcaklık dağılımı Şekil 10'da görülmektedir. Her iki durum için de ısı borusunun T-IB-1 noktası değeri birbirine yakın seyretmekle birlikte durgun sulu deneyde bir miktar daha yüksek sıcaklık değerlerinin olduğu görülmektedir.



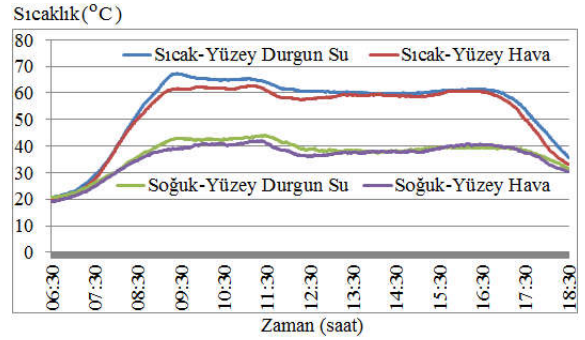
Şekil 10 Isı borusu üzerindeki T-IB-1 noktasının sıcaklık dağılımı

Şekil 11'de ısı borusu üzerindeki T-IB-2 noktasının sıcaklık dağılımı görülmektedir. Yine T-IB-1 noktasının sıcaklık dağılımına benzer bir görünüm söz konusudur.



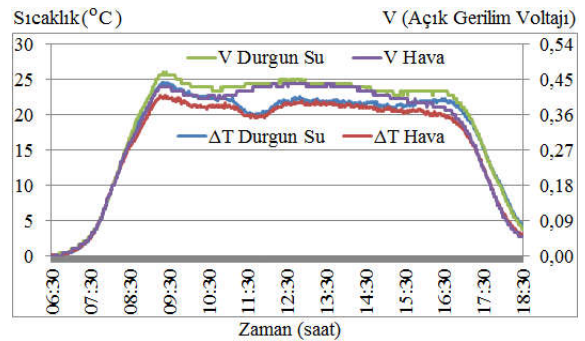
Şekil 11 Isı borusu üzerindeki T-IB-2 noktasının sıcaklık dağılımı

Şekil 12'de TEJ sıcak yüzey ve soğuk yüzey sıcaklık dağılımı görülmektedir. T-IB-2'nin dağılımı ile karşılaştırıldığında düzgün bir ısı transferinin sağlandığı ve ortalama 5°C kayıpla sıcaklığı sıcak yüzeye aktarabildiği anlaşılmaktadır. Soğuk yüzey sıcaklığının da sıcak yüzey sıcaklığına paralel hareket ettiği görülmektedir.



Şekil 12 TEJ sıcak yüzey ve soğuk yüzey sıcaklık dağılımı

Şekil 13'de sıcak yüzey-soğuk yüzey sıcaklık farkı ile üretilen açık gerilim miktarının dağılımı görülmektedir. Grafikten de anlaşıldığı gibi sıcaklık farkı arttıkça üretilen açık gerilim miktarı da artmaktadır.



Şekil 13 Yüzey sıcaklık farkı ve açık gerilim miktarı

#### IV. TARTIŞMA

Bu çalışmada TEJ'lerin soğutulması üzerine deneysel bir araştırma yapılmıştır. Özellikle soğutucu tasarımı üzerine durulmuş ve soğutucudaki suyun doğal sirkülasyonun sağlanması hedeflenmiştir. Böylece göl, baraj gölü gibi durgun suların bu sistemlerde soğutmaya katkısı araştırılmıştır. Kullanılan ısı borusu 30cm'lik olduğundan

TEJ'in sıcak yüzey sıcaklığı 60°C civarında seyretmiştir. 180cm'lik ısı borusunun kullanılması durumunda daha yüksek sıcak yüzey sıcaklıklarına ulaşılabilir ve kullanılan soğutucunun etkinliği artırılabilir.

#### V. SONUÇ

Güneş enerjili ısı borusu ile ısıtılan bir termoelektrik jeneratörde durgun su soğutmasının elektrik üretimi üzerine etkisinin deneysel olarak incelendiği çalışmada iki durum gözlemlenmiştir. Birinci durumda termoelektrik jeneratörün soğutulması için içi su dolu bir soğutucu durgun su içerisine konulmuştur. İkinci durumda ise soğutucu tek başına dış ortam havası etkisinde bırakılmıştır. Hava temaslı deneyde en yüksek açık gerilim değeri 0.44V olurken durgun su içerisinde yapılan deneyde en yüksek açık gerilim değeri 0.47V olmuştur.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.YMY.1901.16.002 proje numarası ile desteklenmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] M. Özkaymak, Ş. Baş, B. Acar, C. Yavuz, K. Boran, A.S. Tabak, H.İ. Varyenli, Ö. Asal. *Atık Baca Gazı Kullanımı ile Termoelektrik Jeneratörlerde Elektrik Üretiminin Faydalı Kullanımının Deneysel İncelenmesi*, GU J Sci Part:C, 2(4), 289-298, 2014.
- [2] R. Ahıska, H. Mamur, F. Korkmaz, İ. Topaloğlu, M. A. Dönertaş, A. İçyer, U. Şahin. *Termoelektrik Jeneratör Sistemleri ve Fotovoltaik Sistemlerin Enerji Üretiminde Karşılaştırılması*, Proje Tabanlı Mekatronik Eğitim Çalıştayı, Çankırı-İlgaz, 25-27 Mayıs 2012.
- [3] A. E. Özdemir, Y. Köysal, E. Özbaş, T. Atalay. *The Experimental Design Of Solar Heating Thermoelectric Generator With Wind Cooling Chimney*, Energy Conversion and Management 98, 127–133, 2015.
- [4] (2017) Tecteg Power Generator. [Online]. Available: <http://tecteg.com/wp-content/uploads/2014/09/11.pdf>