

Güneş Enerjisinin Kullanıldığı Termoelektrik Jeneratörde Soğutucu Olarak Isı Transfer Sıvısı Kullanımının İncelenmesi

Engin Özbaş^{1*}, Alim Yasin Aydın²

¹Yeşilyurt Demir Çelik Meslek Yüksekokulu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

²Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

*engin.ozbas@omu.edu.tr Başlıca yazarın mail adresi

(Geliş Tarihi: 20 Nisan 2023, Kabul Tarihi: 29 Nisan 2023)

(DOI: 10.59287/ijanser.2023.7.4.553)

ATIF/REFERENCE: Ozbas, E., Aydın, A. Y. (2023). Güneş Enerjisinin Kullanıldığı Termoelektrik Jeneratörde Soğutucu Olarak Isı Transfer Sıvısı Kullanımının İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(4), 72-76.

Özet – Termoelektrik jeneratör (TEJ) elektrik üretimi yapılabilen yarı iletken malzeme teknolojisine sahip bir cihazdır. TEJ tarafından üretilen elektrik yüzeyler arası sıcaklık farkı ile ilişkilidir. Sıcaklık farkı arttıkça TEJ ile üretilen elektriksel gerilim miktarı da artmaktadır. Bundan dolayı yüzeyler arası sıcaklık farkını arttırmaya yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmaların bir kısmı soğuk yüzeyin soğutulmasına yöneliktir. Yüzey soğutması için aktif ve pasif şekilde iki yöntem kullanılabilir. Aktif soğutmada enerji sarfiyatı olurken, pasif soğutmada herhangi bir enerji sarfiyatı olmamaktadır. Bu çalışmada TEJ'in ısıtılması işlemi için yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi, soğutulması işlemi için de pasif soğutma kullanılmıştır. Güneş enerjisi termosifon tip ısı borusu ile TEJ'e aktarılırken pasif soğutucuda soğutucu akışkan olarak ısı transfer sıvısı kullanılmıştır. Referans pasif soğutucu olarak sadece alüminyum kanatçıklı parça kullanılırken soğutucu akışkanlı için ek bir depo kullanılmıştır. Deneyler laboratuvar şartlarında güneş simülasyonu ile yapılmıştır. Hem referans durum hem de soğutucu akışkan olarak ısı transfer sıvısı kullanılan deneyler 80 dakika ile sınırlandırılmıştır. Deneyler sonunda TEJ'in iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı referans durumda 12,7°C'de kalırken, ısı transfer sıvısının kullanıldığı pasif soğutma ile sıcaklık farkı 13,4°C'ye ulaşmıştır. Bunun sonucu olarak TEJ'de referans soğutma ile üretilen açık gerilim miktarı 0,463V iken soğutucu akışkan olarak ısı transfer sıvısının kullanılması ile açık gerilim miktarı yaklaşık %6 artarak 0,492V olmuştur.

Anahtar Kelimeler – Termoelektrik Jeneratör, Güneş Enerjisi, Termosifon, Isıtma, Isı Transfer Sıvısı

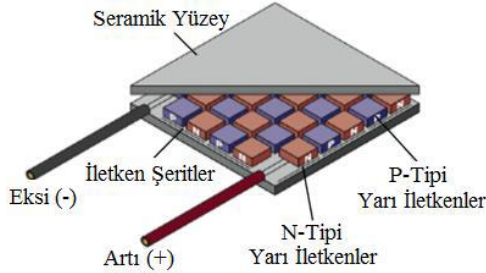
I. GİRİŞ

Artan nüfus ve buna bağlı hayatı kolaylaştırıcı teknolojik cihazların da artışıyla beraber elektrik enerjisine duyulan ihtiyaç da artmaktadır. Ülkelerin elektrik enerjisine olan ihtiyaçlarını karşılamada her türlü teknolojiyi devreye soktukları görülmektedir. Özellikle de dışa bağımlılığı azaltıcı ve çevreye zarar vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarından

faydalanabilme öncelikli hale gelmektedir. Başta fotovoltaik (PV) panel olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ile elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Ancak güneş enerjisi ile sadece PV panel ile elektrik üretimi sağlanmamaktadır. Bunun dışında güneş enerjisinden ısı enerjisine, ısı enerjisinden de elektrik enerjisine dönüşüm sağlayan teknolojiler de

bulunmaktadır. Söz konusu teknolojik cihazlardan birisi de termoelektrik jeneratördür.

Termoelektrik jeneratör (TEJ) ilk olarak 1821 yılında Alman bilim adamı Thomas Seebeck tarafından ortaya konulmuştur [1]. TEJ, mekanik olarak hareketli parçaları olmayan, sessiz, güvenilir ve çevre dostu katı hal elektronik cihazlardır [2]. Şekil 1’de verilen görselden anlaşılacağı üzere TEJ iki yüzeye sahiptir. Yüzeyler arasında meydana gelen sıcaklık farkı ile DC elektrik gerilimi üretimi gerçekleşmektedir [2,3].



Şekil 1. Termoelektrik Jeneratör [3]

TEJ'in yüzeyleri arasında sıcaklık farkının olabilmesi için ısıtma ve soğutma işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Isıtma işlemi için çeşitli ısı kaynakları kullanılabilir. Otomobil egzozundan soba ve/veya kazan gibi ısıtma sistemlerine kadar her türlü atık ısıdan ve ayrıca jeotermal ve güneş enerjisi vb. yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan her türlü ısı ile TEJ ısıtılabilir [2].

TEJ'de soğutma işlemi ise aktif ve pasif olmak üzere iki şekilde sağlanabilmektedir. Enerji sarfiyatının olduğu soğutma sistemleri aktif, enerji sarfiyatının olmadığı soğutma sistemleri ise pasif olarak açıklanabilir. Ayrıca hava soğutma, termosifon uygulamaları ve diğer yöntemler olmak üzere de bir sınıflandırma yapılabilmektedir [4].

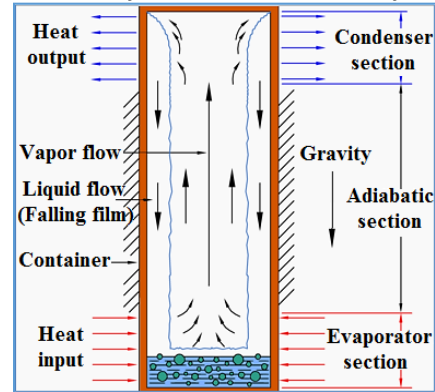
Literatür incelendiğinde termoelektrik jeneratör (TEJ) ile güneş enerjisinin birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. Geliştirilen tasarımlar ile TEJ'in ısıtma işlemi için termosifon tip ısı borusunun kullanıldığı ve soğutma işleminin ise pasif bir soğutucu ile sağlanabildiği anlaşılmaktadır [5].

Güneş enerjili ısıtma sistemlerinde güneş tarafından gerçekleştirilen ısıtma işleminin kurulu sistemde daha etkili ve verimli kullanılmasını sağlayan akışkanlar tercih edilmektedir. Özellikle yoğunlaştırılmış güneş enerji (YGE) sistemlerinde kullanılan bu akışkanlar ısı transfer sıvıları olarak adlandırılır [6]. Bu çalışmada TEJ'in sıcak yüzeyinin ısıtılması için termosifon tip ısı borusu,

soğuk yüzeyde ise bir pasif soğutucu kullanılmıştır. Pasif soğutucuda soğutucu akışkan olarak ısı transfer sıvısı kullanımı incelenmiştir. Deneylerde Hydromx ticari marka akışkanı ısı transfer sıvısı olarak kullanılmıştır. Hydromx sıvısı ethanediol, glycerine ve triethanolamine ana bileşenlerden oluşan, yoğunluğu $1,10\text{gr/cm}^3$, kaynama noktası 200°C ve erime noktası -73°C olan bir yapıya sahiptir [7].

II. MATERYAL VE YÖNTEM

TEJ'de ısıtma işlemi için iki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusu kullanılmıştır. Şekil 2’de çalışma yapısı verilen ısı borusu evaporatör, adyabik ve kondenser bölgelerinden oluşmaktadır. Bir çalışma akışkanı ile doldurulan ısı borusundaki akışkan evaporatör bölgesinde aldığı enerjisinin etkisiyle buharlaşıp yerçekimi kuvvetini yenerek yukarı yükselir. Isı transferinin olmadığı adyabik bölgeden geçerek kondenser bölgesine ulaşır. Kondenser kısmında üzerindeki ısı enerjisini dış ortama aktaran çalışma akışkanı yoğunlaşarak sıvılaşır. Böylece yerçemi etkisiyle tekrar evaporatör bölgesine dönerek çevrimi tamamlanmış olur [8,9].



Şekil 2. İki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusu [8,9]

Isıtma işlemi için bakır borudan ısı borusu imal edilmiştir. Şekil 3’de verilen ısı borusunun buharlaştırıcı (evaporatör) kısmı cam tüp içerisine yerleştirilirken yoğunlaştırıcı (condenser) kısmı ise TEJ'in sıcak yüzeyine temas ettirilmiştir. Isı borusunda daha yüksek sıcaklıklar elde edebilmek için vakumlu cam tüp kullanılmıştır.



Şekil 3. İmal edilen termosifon tip ısı borusu

Deneyler “referans durum” ve “ek soğutucu” olmak üzere iki aşamada yapılmıştır. Şekil 4’de “referans durum” olarak adlandırılan ve ilk aşamada kullanılan alüminyum kanatçıklı pasif soğutucu görülmektedir.



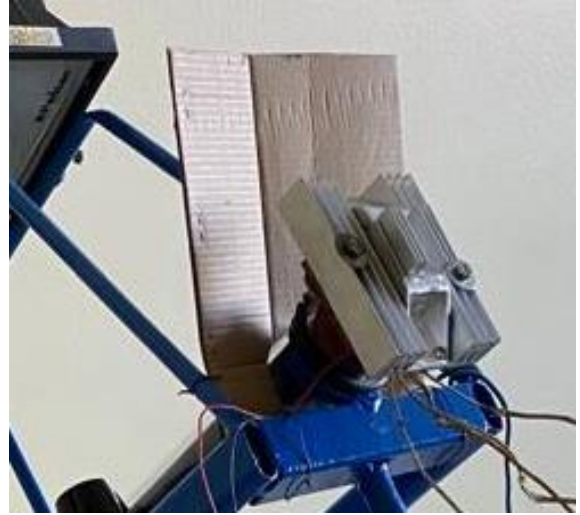
Şekil 4. Referans durum

Deneylerin ikinci aşaması için 15ml hacme sahip deposu olan ve üzerinde yine alüminyum kanatçıklı bir soğutucu bulunan ve “ek pasif soğutucu” olarak tanımlanan yapı imal edilmiştir. Şekil 5’de tasarım ve imalatı yapılan “ek pasif soğutucu” görülmektedir.



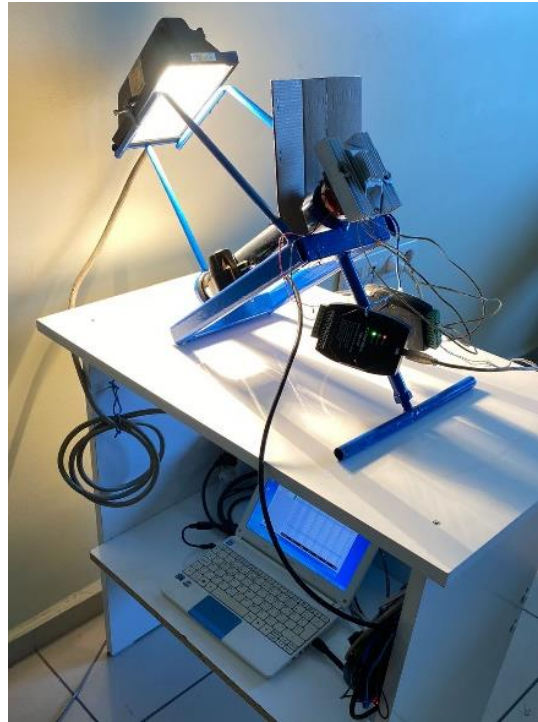
Şekil 5. Ek pasif soğutucu

Şekil 6’da ek pasif soğutucunun referans duruma eklenmiş hali görülmektedir. Soğutucunun deposuna 15ml Hydromx sıvısı doldurularak deneylerin ikinci aşaması yapılmıştır.



Şekil 6. Ek pasif soğutuculu durum

Laboratuvar şartlarında yapılan deneylerde, güneş simülasyonu için Pelsan marka 5321-102 kodlu 500W halojen projektör kullanılmıştır. Sıcaklık ölçümleri K-type thermocouples ile sistem üzerine gelen ışınım miktarı ise bir pyranometre sensörü ile ölçülmüştür. Tüm sıcaklıklar ve ışınım miktarı (I) verileri otomatik olarak ORDEL UDL100 data logger ile bilgisayara aktarılmıştır. Şekil 7’de deney düzeneğinin genel görünümü bulunmaktadır.



Şekil 7. Deney düzeneği

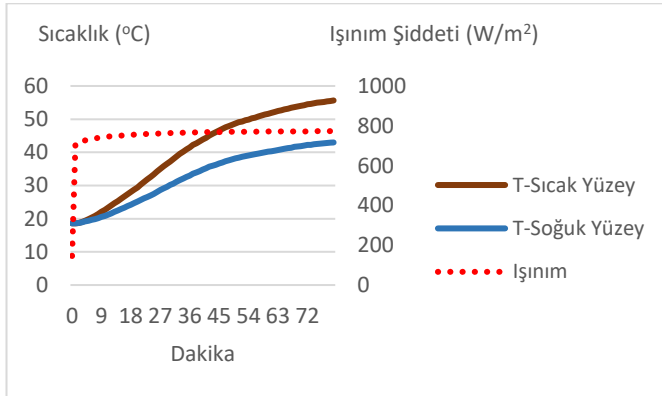
III. BULGULAR

Laboratuvar şartlarında yapılan deneyler üçer defa tekrarlanmıştır. TEJ’in sıcak ve soğuk yüzeylerinin

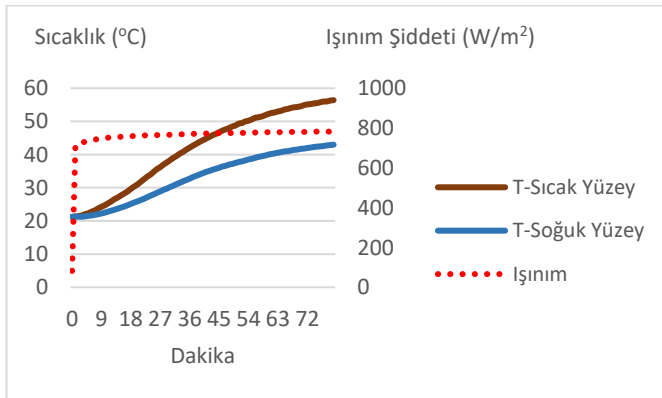
sıcakları, TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarı ve halojen lamba tarafından üretilen ışınım miktarı ölçülerek veri toplatıcılar ile bilgisayara otomatik olarak kaydedilmiştir. Referans durum ile ek pasif soğutucuda Hydromx sıvısı kullanımının TEJ’de üretilen açık gerilim miktarına etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

Deneyler boyunca dış ortam sıcaklığı ortalama 21°C olarak ölçülmüştür. TEJ’in sıcak ve soğuk taraflarının yüzey sıcaklıklarının farkı arttıkça üretilen açık gerilim miktarında da artış olduğu görülmüştür. Ek bir pasif soğutucunun kullanılmadığı referans duruma ait verilerin dağılımı Şekil 8’de, ek bir pasif soğutucuda soğutucu akışkan olarak Hydromx sıvısı kullanıldığı deneye ait verilerin dağılımı ise Şekil 9’da görülmektedir.

Deneylerde 80 dakika sonunda referans durumunda TEJ’in sıcak tarafın sıcaklığı 55,6°C’ye, soğuk tarafın sıcaklığı ise 43,0°C’ye ulaşmıştır. Aynı süre içerisinde Hydromx sıvısı kullanılan deneylerde ise sıcak yüzey 56,4°C ve soğuk yüzey 43,0°C olarak ölçülmüştür.



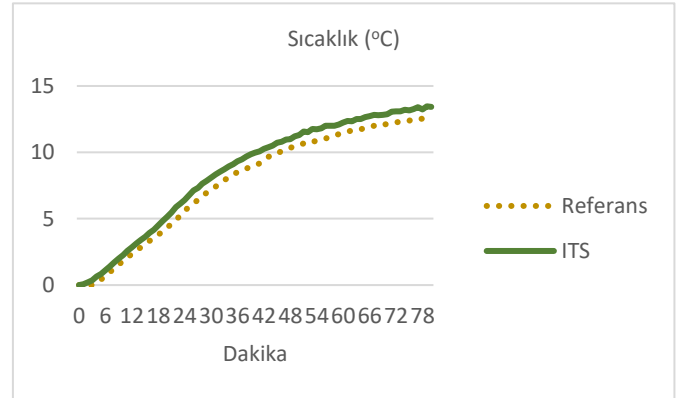
Şekil 8. Referans duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı



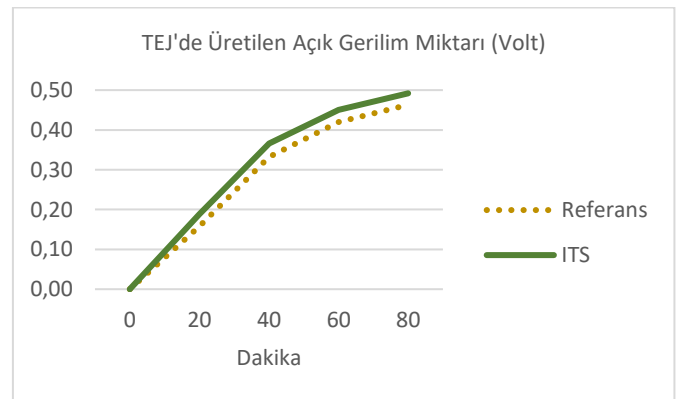
Şekil 9. Hydromx sıvısı ile soğutma duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı

Şekil 10’da Soğutucu akışkan olarak Hydromx sıvısı kullanımının yüzeyler arası sıcaklık farkına etkisi görülmektedir. Grafikten anlaşıldığı gibi soğutucu akışkan olarak Hydromx sıvısı kullanımı ile yüzeyler arası sıcaklık farkında 0,7°C’lik bir artış sağlanmıştır. Şekil 11’de görüldüğü gibi yüzeyler arası sıcaklık artışı aynı zamanda TEJ’de üretilen açık gerilim miktarında da artışa neden olmuştur.

Şekil 10 ve Şekil 11 incelendiğinde TEJ’in yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı arttıkça TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarında da bir artışın meydana geldiği görülmektedir. Soğutucu akışkan olarak Hydromx sıvısı kullanımı ile referans duruma göre daha yüksek sıcaklık farkına ve daha yüksek açık gerilim miktarına ulaşılmıştır.



Şekil 10. Soğutma duruma göre TEJ yüzeylerinin sıcaklık farkının dağılımı



Şekil 11. Soğutma Durumuna Göre Üretilen Açık Gerilim

IV. TARTIŞMA

Bu çalışmada elektrik üretim teknolojilerinden olan termoelektrik jeneratör (TEJ) üzerinde deneysel bir çalışma yapılmıştır. TEJ yapısı gereği yüzeyleri arasında sıcaklık farkının oluşturulması

sonucu elektrik üretebilmektedir. Yapılan deneysel çalışmada yüzey ısıtması için güneş enerjisi yüzey soğutması için pasif soğutucu tasarlanıp imal edilmiştir. Soğutucuda kullanılan soğutucu akışkanın üretilen açık gerilim miktarını arttığı görülmüştür. Tasarlanan pasif soğutucuda farklı akışkanların TEJ üzerine etkisi araştırılarak literatüre katkı sağlanabilir.

Experimental Study”, *Solar Energy*, 224, pp. 1326-1332, 2021.

V. SONUÇLAR

Deneysel çalışmada pasif soğutucu tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Soğutucuda soğutucu akışkan olarak Hydromx sıvısı kullanımının etkisi incelenmiştir. Referans duruma göre Hydromx sıvısı ile sağlanan soğutmada yüzeyler arası sıcaklık farkının arttığı ve buna bağlı olarak da TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarında da artış olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] M. Özkaymak, Ş. Baş, B. Acar, C. Yavuz, K. Boran, A.S. Tabak, H.İ. Variyenli, Ö. Asal. “Atık Baca Gazı Kullanımı ile Termoelektrik Jeneratörlerde Elektrik Üretimine Faydalı Kullanımının Deneysel İncelenmesi”. *GU J Sci Part: C*, 2(4), pp. 289-298, 2014.
- [2] E. Özbaş. “Experimental investigation of passive water cooling in solar heating thermoelectric generator”. *Politeknik Dergisi*, 23(4), pp. 1231-1236, 2020.
- [3] E. Özbaş. “Güneş Enerjili Isı Borulu Termoelektrik Jeneratörde Durgun Su Soğutmasının Elektrik Üretimine Etkisinin Deneysel İncelenmesi”. *1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies Proceedings*, pp. 141-144, 2017.
- [4] E. Özbaş, M. Bozkurt. “Designs of Cooling Methods in Thermoelectric Generator”. *6th International Congress on Life, Social, and Health Sciences in a Changing World*, pp. 5-11, 2022.
- [5] E. Ozbas, M. Keskin. “Güneş Enerjili Termoelektrik Jeneratörde Bir Pasif Soğutucu Tasarımının Geliştirilmesi ve Deneysel İncelenmesi”. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(3), pp. 81-85, 2023.
- [6] E. Özbaş, Ö. Gedikoğlu. “Investigation of Heat Transfer Fluids Used in Concentrating Solar Power Systems”. *2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies Samsun / Turkey. SETSCI Conference Indexing System*, Volume 3, pp. 1278-1280, 2018.
- [7] (2023) Doğalgaz Tasarrufu websitesi. [Online]. Available: <https://dogalgaztasarruf.com/wp-content/uploads/2020/12/hydromx-brosur.pdf>
- [8] E. Ozbas. “Experimental study of thermal performance and pressure differences of different working fluids in two-phase closed thermosyphons using solar energy”. *Journal of Polytechnic*, 22 (1), pp. 121-128, 2019.
- [9] E. Ozbas, S. Selimli, M. Ozkaymak, A.S.S. Frej. “Evaluation of Internal Structure Modifications Effect of Two-Phase Closed Thermosyphon on Performance: An