

Termoelektrik Jeneratör İçin Pasif Soğutucuda Akışkan Olarak Trafo Yağı Kullanımının Deneysel İncelenmesi

Engin Özbaş^{1*}, Furkan Ay²

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: 23 Nisan 2023, Kabul Tarihi: 29 Nisan 2023)

(DOI: 10.59287/ijanser.2023.7.4.554)

ATIF/REFERENCE: Ozbas, E., Ay F. (2023). Termoelektrik Jeneratör İçin Pasif Soğutucuda Akışkan Olarak Trafo Yağı Kullanımının Deneysel İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(4), 77-81.

Özet – Ülkelerin önemli hedeflerinden birisi de enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve dışa bağımlılıklarını en aza indirebilmektir. Bu durumda kendi fosil enerji kaynakları yetersiz olan ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma yoluna gitmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de güneş enerjisidir. Farklı yöntemler kullanılarak güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilebilir. Bu yöntemlerin arasında termoelektrik jeneratör (TEJ) de bulunmaktadır. TEJ tamamen sessiz ve hareketli bir parçası olmayan bir yapıya sahiptir. Yarı iletken malzemeden üretilen TEJ'in iki yüzeyi bulunmaktadır. Bir yüzeyine uygulanan ısı ile iki yüzey arasında meydana getirilen sıcaklık farkı ile elektriksel doğrusal gerilim meydana gelmektedir. TEJ tarafından üretilen gerilim miktarını artırmak için yüzeyler arası sıcaklık farkının artırılması gerekmektedir. Bunun için de genellikle ısıtma uygulanmayan diğer yüzeyde soğutma işlemi uygulanır. Aktif ya da pasif olarak soğutma işlemi gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada ısı kaynağı olarak güneş enerjisinin kullanıldığı ısı borulu bir tasarım yapılarak imal edilmiştir. Aynı zamanda bir pasif soğutucu tasarlanarak soğutucu akışkan olarak trafo yağı kullanımının referans duruma etkisi incelenmiştir. Kapalı bir ortamda güneş simülasyonu ile gerçekleştirilen deneylerde sistem 70 dakika boyunca test edilmiştir. Deneyler sonunda elde edilen verilerden sonuç olarak soğutucu akışkan olarak kullanılan trafo yağı ile üretilen açık gerilim miktarının %3 arttığı görülmüştür. TEJ'in yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkı da trafo yağı kullanımı ile artarak 12,1°C'den 12,6°C'ye ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler – Termoelektrik Jeneratör, Güneş Enerjisi, Termosifon, Isıtma, Trafo Yağı

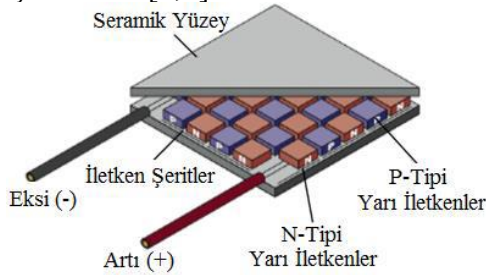
I. GİRİŞ

Toplumlar artan enerji ihtiyaçlarını karşılamak için enerji üretim yöntemlerini çeşitlendirmektedir. Ülkeler sadece yenilemeyen enerji kaynaklarının kullanıldığı yöntemlerle değil aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarını da mümkün olduğunca yaygın bir şekilde kullanmak durumundadır. Çevresel ve ekonomik nedenlerden

dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının her türlüünden ve teknolojisinden yararlanabilmek öncelikli hedefler haline gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi oldukça sık kullanılan ve tercih edilen bir kaynak türüdür. Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü için kullanılan en yaygın yöntem fotovoltaiik panel teknolojisidir. Bunun dışında güneş enerjisinin önce

ısı enerjisine sonra da ısı enerjisinden elektrik enerjisine dönüşümünü sağlayan teknolojiler de bulunmaktadır. Bu enerji dönüşümünü sağlayabilen teknolojilerden 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 gerçekleştirilmektedir [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].

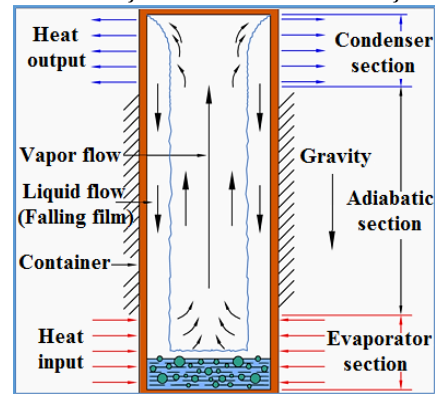
Literatür incelendiğinde termoelektrik jeneratör (TEJ) ile güneş enerjisinin birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. Geliştirilen tasarımlar ile TEJ’in ısıtma işlemi için termosifon tip ısı borusunun kullanıldığı ve soğutma işleminin ise pasif bir soğutucu ile sağlanabildiği anlaşılmaktadır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

Bu çalışmada TEJ’in sıcak yüzeyinin ısıtılması için termosifon tip ısı borusu, soğuk yüzeyde ise bir pasif soğutucu kullanılmıştır. Pasif soğutucuda soğutucu akışkan olarak trafo yağı kullanımı incelenmiştir. Transformator yağı olarak da tanımlanan trafo yağı, olağanüstü elektriksel yalıtım

özelliklerine sahip özel bir yağ türüdür. Yalıtım yağı olarak da isimlendirilebilir. Yüksek sıcaklıkta elektrik güç transformatörlerinde ark oluşumunu önlemek ve transformatorün ısınısını düşürmek için kullanılmaktadır. Trafo yağı, soğutma sıvısı görevini yerine getirir, böylece transformator sargılarının ve çekirdeğinin korunmasını sağlar [6].

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 adyabatik 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 [7,8].



Şekil 2. İki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusu [7,8]

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 soğutuculu” olmak üzere iki aşamada yapılmıştır. Şekil 4’de

“referans durum” olarak adlandırılan ve ilk aşamada kullanılan alüminyum kanatçıklı pasif soğutucu görülmektedir.



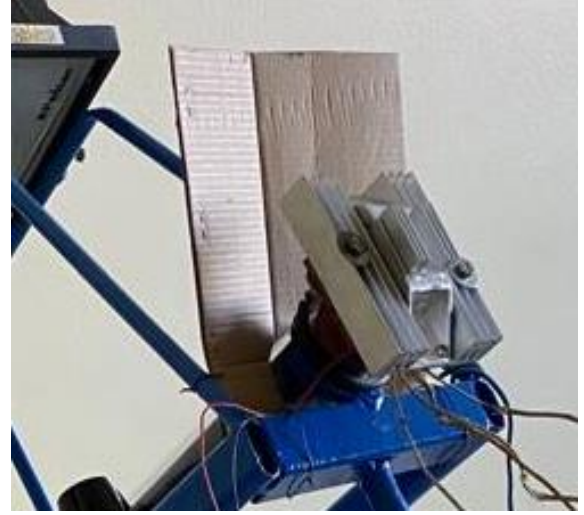
Şekil 4. Referans durum

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.



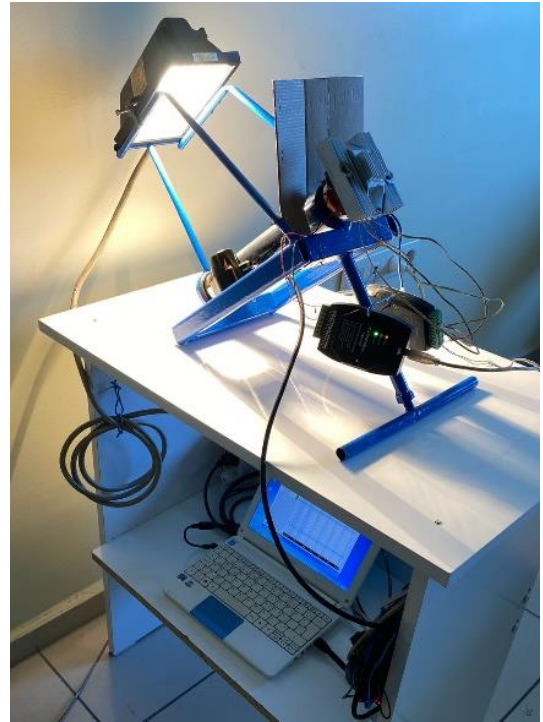
Şekil 5. Ek pasif soğutucu

Şekil 6’da ek pasif soğutucunun referans duruma eklenmiş hali görülmektedir. Soğutucunun deposuna 15ml trafo yağı 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

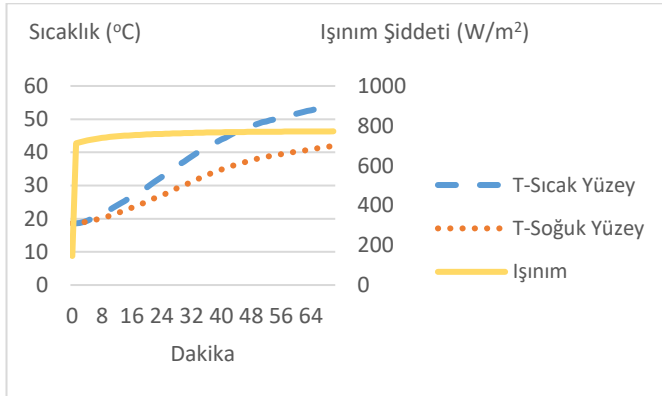
III. BULGULAR

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

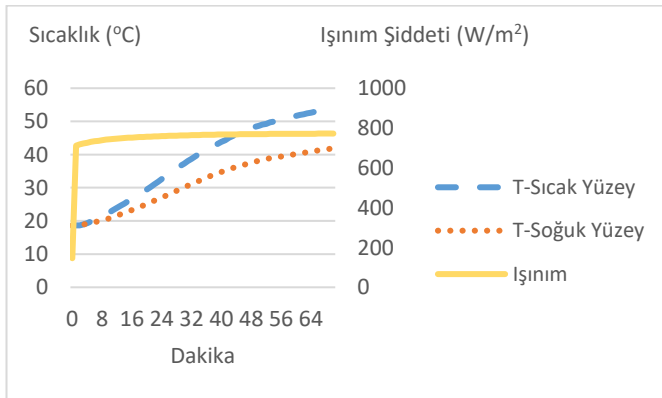
sıcakları, TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarı ve halojen lamba tarafından üretilen ışınım miktarı ölçülerek veri toplatıcılar ile bilgisayara otomatik olarak kaydedilmiştir. Referans durum ile ek pasif soğutucuda trafo yağı kullanımının TEJ’de üretilen açık gerilim miktarına etkisi deneysel 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 trafo yağı kullanıldığı deneye ait verilerin dağılımı ise Şekil 9’da görülmektedir.

Deneylerde 70 dakika sonunda referans durumunda TEJ’in sıcak tarafın sıcaklığı 54,0°C’ye, soğuk tarafın sıcaklığı ise 41,9°C’ye ulaşmıştır. Aynı süre içerisinde trafo yağı kullanılan deneylerde ise sıcak yüzey 54,1°C ve soğuk yüzey 41,5°C olarak ölçülmüştür.



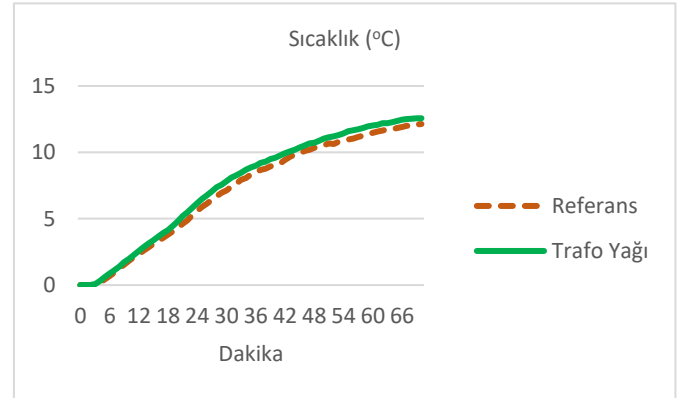
Şekil 8. Referans duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı



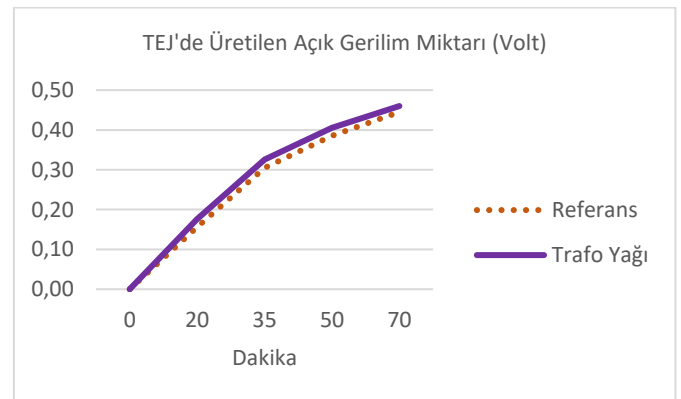
Şekil 9. Trafo yağı ile soğutma duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı

Şekil 10’da Soğutucu akışkan olarak trafo yağı kullanımının yüzeyler arası sıcaklık farkına etkisi görülmektedir. Grafikten anlaşıldığı gibi soğutucu akışkan olarak trafo yağı 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 trafo yağı 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.

V. SONUÇLAR

Deneysel çalışmada pasif soğutucu tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Soğutucuda soğutucu akışkan olarak trafo yağı kullanımının etkisi incelenmiştir. Referans duruma göre trafo yağı 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] (2023) Simay Trafo websitesi. [Online]. Available: <https://www.simaytrafo.com/blog-trafo-yagi-nedir>
- [7] 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.
- [8] E. Ozbas, S. Selimli, M. Ozkaymak, A.S.S. Frej. "Evaluation of Internal Structure Modifications Effect of Two-Phase Closed Thermosyphon on Performance: An Experimental Study", *Solar Energy*, 224, pp. 1326-1332, 2021.