

Güneş Enerjili Termoelektrik Jenertörde Bir Pasif Soğutucu Tasarımının Geliştirilmesi ve Deneysel İncelenmesi

Engin Özbaş^{1*}, Mustafa Keskin²

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: 30 Mart 2023, Kabul Tarihi: 03 Nisan 2023)

ATIF/REFERENCE: Ozbas, E., Keskin M. (2023). Güneş Enerjili Termoelektrik Jenertörde Bir Pasif Soğutucu Tasarımının Geliştirilmesi ve Deneysel İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(3), 81-85.

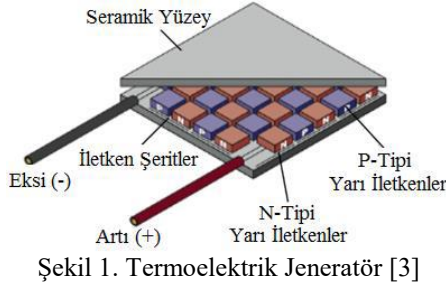
Özet – Günümüzde çeşitli yöntemler ile elektrik üretimi sağlanabilmektedir. Bu yöntemlerden birisi de termoelektrik jeneratörün (TEJ) kullanıldığı sistemdir. TEJ'in yapısı gereği iki yüzeyi arasında oluşan sıcaklık farklı ile elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Yüzeyler arasında sıcaklık farkının meydana gelebilmesi için ısıtma ve soğutma işlemlerinin sağlanabilmesi gerekmektedir. Özellikle ısıtma için bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulmaktadır. Soğutma işlemi için de aktif ve/veya pasif soğutma teknikleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada ısıtma için yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi kullanılmıştır. Soğutma için de bir pasif soğutucu tasarımı geliştirilmiştir. Güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesi ve TEJ'in sıcak yüzeyine elde edilen ısının aktarılması için bir ısı borusu tercih edilmiştir. Bunun için "iki fazlı kapalı termosifon" tip ısı borusu imal edilerek vakumlu cam tüp içesine yerleştirilmiştir. Pasif soğutma işlemi için referans deneylerinde alüminyum kanatçıklı bir soğutucu kullanılmıştır. Referanstaki soğutucu üzerine 15ml hacimli dörtgen yapılu bir kutu yerleştirilerek içerisine aseton konulmuştur. Böylece referans ve asetonlu olmak üzere iki farklı pasif soğutma işlemi test edilmiştir. Deneyler 80 dakika ile sınırlandırılmış ve her iki durum için elde edilen sıcaklık farkı ve üretilen açık gerilim miktarları karşılaştırılmıştır. Deneyler sonunda iki yüzey arası sıcaklık farkı referans ve asetonlu için sırasıyla 12,7°C ve 13,02°C hesaplanmıştır. TEJ ile üretilen açık gerilim miktarı ise yine aynı sıralama ile 0,46V ve 0,48V ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler – Güneş Enerjisi, Termoelektrik Jeneratör, Termosifon, Pasif Soğutma, Tasarım

I. GİRİŞ

Geçmişte olduğu gibi günümüzde de elektrik üretimi üzerine yapılan çalışmalar önemini korumaktadır. Çeşitli enerji kaynakları ile elektrik üretimi gerçekleşebilmektedir. Bunlardan birisi de yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile çeşitli teknolojiler kullanılabilir. Bu teknolojiler ile çok farklı sistemler tasarlanarak elektrik üretimi sağlanabilir.

Elektrik üretimi 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 gerçekleşmektedir [2,3].



Şekil 1. Termoelektrik Jeneratör [3]

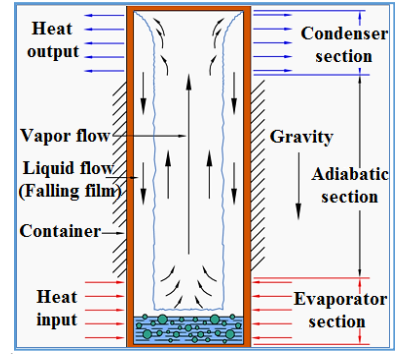
TEJ'in yüzeyleri arasında sıcaklık farkının olabilmesi için ısıtma ve soğutma işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Isıtma işlemi için çeşitli ısı kaynakları kullanılabilir. Otomobil egzozundan soba ve/veya kazan gibi ısıtma sistemlerine kadar her türlü atık ısıdan ve ayrıca jeotermal ve güneş enerjisi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

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi ile elektrik üretimi araştırılmıştır. Bunun için termoelektrik jeneratör (TEJ) teknolojisi kullanılmıştır. TEJ'de ısıtma işlemi için iki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusu kullanılmıştır. Soğutma için bir pasif soğutucu tasarlanarak imal edilmiştir. Soğutucu akışkan olarak asetonun kullanıldığı durum ile referans durum deneysel olarak incelenmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneyde ısıtma işlemi için kullanılan iki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusu Şekil 2'de verilmektedir. Şekilden de anlaşıldığı gibi ısı borusu üç kısımdan meydana gelmektedir. Isı borusundaki çalışma akışkanı evaporatör kısmında buharlaşıp yerçekimi kuvvetini yenerek yukarı yükselir. Herhangi bir ısı transferinin olmadığı adyabatik kısımdan geçerek kondenser kısmına ulaşır. Kondenser kısmında üzerindeki ısıyı dış ortama aktaran çalışma akışkanı yoğunlaşarak sıvı faza geçer. Böylece yerçemi etkisiyle tekrar evaporatör kısmına dönen çalışma akışkanının çevrimi tamamlanmış olur [5,6].



Şekil 2. İki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusu [5,6]

Şekil 3'de bakır borudan imal edilen ısı borusu görülmektedir. Isı borusunun buharlaştırıcı (evaporator) kısmı cam tüp içerisine yerleştirilirken yoğunlaştırıcı (condenser) kısmı ise TEJ'in yüzeyine temas ettirilmiştir. Deneylerde ısı borusu ile daha yüksek sıcaklıklara ulaşabilmek için vakumlu cam tüp kullanılmıştır.



Şekil 3. İmal edilen termosifon tip ısı borusu

Tasarım ve imalatı tamamlanan ısı borusu ve TEJ'in birleştirilme işlemi yapılarak deney aşamasına geçilmiştir. Deneyler iki aşamada yapılmıştır. Şekil 4'de görseli verilen ve "Referans durum" olarak adlandırılan ilk aşamada soğutucu olarak bir alüminyum kanatçıklı bir parça kullanılmıştır.



Şekil 4. Referans durum

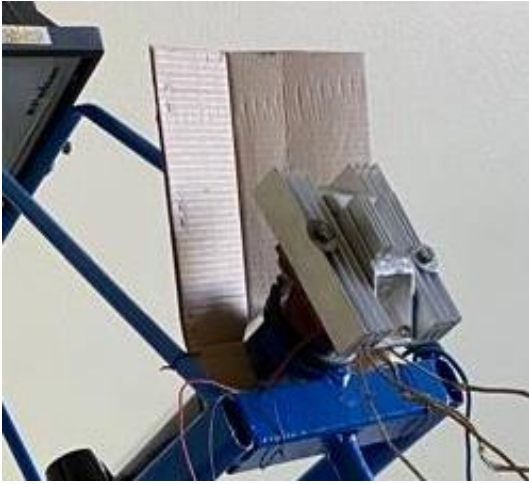
Şekil 5'de tasarımı ve imalatı yapılan ek pasif soğutucu görülmektedir. Ek soğutucu 15ml hacimli

bir depoya sahiptir. Depo üzerinde depo ölçülerine uygun bir alüminyum kanatçıklı soğutucu iliştirilmiştir.



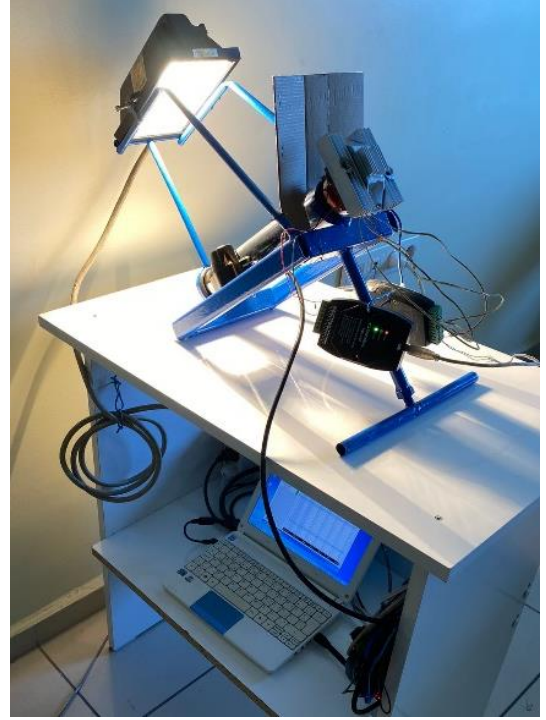
Şekil 5. Ek pasif soğutucu

Deneylerin ikinci aşamasında ise Şekil 6'da görüldüğü gibi "ek soğutucu" referans duruma eklenmiştir. Ek soğutucuya soğutucu akışkan olarak 15ml aseton doldurulmuştur.



Şekil 6. Ek pasif soğutuculu durum

Deneyler laboratuvar şartlarında yapılmıştır. Güneş simülasyonunda 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) otomatik olarak ORDEL UDL100 data logger ile bilgisayara aktarılmıştır. Deney düzeneğinin genel görünümü Şekil 7'de verilmektedir.

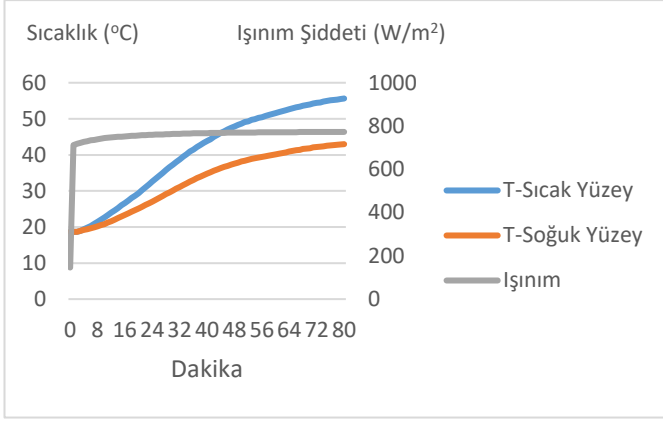


Şekil 7. Deney düzeneği

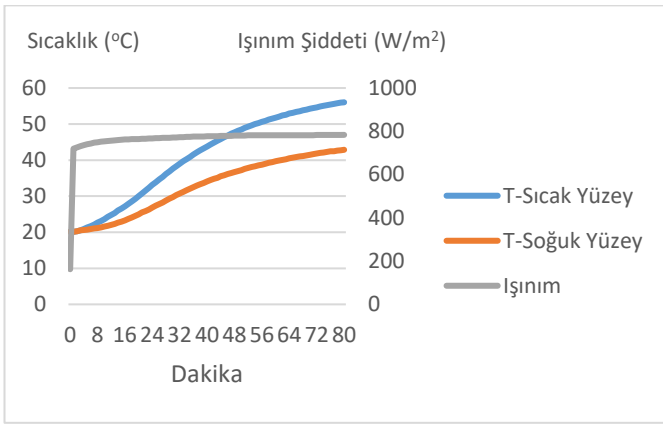
III. BULGULAR

Deneylerde TEJ'in sıcak ve soğuk yüzeylerinin sıcaklıkları, TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarı ve halojen lamba tarafından üretilen ışınım miktarı ölçülmüştür. Referans durum ile soğutucu akışkan olarak aseton kullanımının TEJ'de üretilen açık gerilim miktarına etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

Laboratuvar şartlarında yapılan deneylerde dış ortam sıcaklığı ortalama 21°C olarak ölçülmüştür. TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarı yüzeyler arası sıcaklık farkı ile orantılı şekilde değişim göstermiştir. Ek bir pasif soğutucunun kullanılmadığı referans duruma ait verilerin dağılımı Şekil 8'de, ek bir pasif soğutucuda soğutucu akışkan olarak asetonun kullanıldığı deneye ait verilerin dağılımı ise Şekil 9'da görülmektedir.

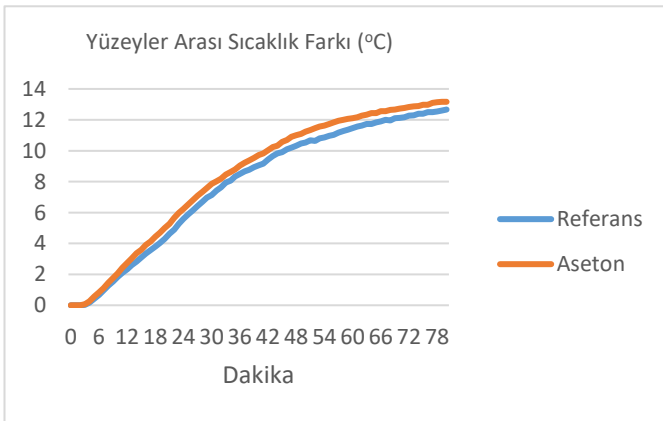


Şekil 8. Referans duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı

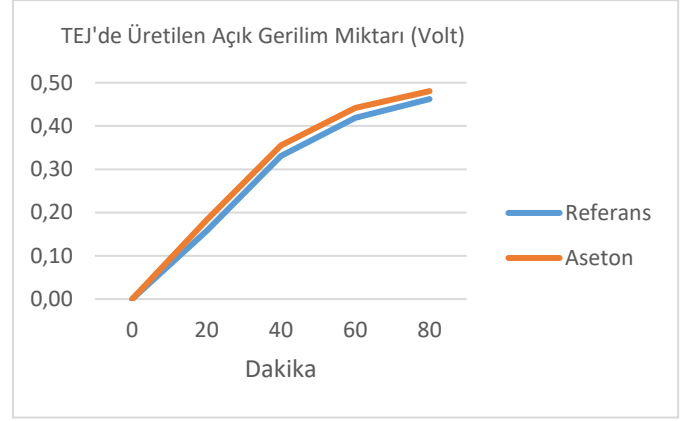


Şekil 9. Asetonlu soğutma duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı

Şekil 10'da Soğutucu akışkan olarak aseton kullanımının yüzeyler arası sıcaklık farkına etkisi görülmektedir. Grafikten anlaşıldığı gibi soğutucu akışkan olarak aseton kullanımı ile yüzeyler arası sıcaklık farkında $0,5^{\circ}\text{C}$ 'lik bir artış sağlanmıştır. Şekil 11'de görüldüğü gibi yüzeyler arası sıcaklık artışı aynı zamanda TEJ'de üretilen açık gerilim miktarını da arttırmıştır.



Şekil 10. Soğutma duruma göre TEJ yüzeylerinin sıcaklık farkının dağılımı



Şekil 11. Soğutma Durumuna Göre Üretilen Açık Gerilim

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 aseton kullanımı ile referans duruma göre daha yüksek sıcaklık farkına ve daha yüksek açık gerilim miktarına ulaşılmıştır.

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 aseton kullanımının etkisi incelenmiştir. Referans duruma göre asetonlu 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 Üretiminin 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. “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.
- [6] 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.