

## Bir Termoelektrik Jeneratörün Pasif Soğutulmasında Mono Etilen Glikol Kullanımının Etkisinin Deneysel İncelenmesi

Engin Özbaş<sup>1\*</sup>, Fatih Cömert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yeşilyurt Demir Çelik Meslek Yüksekokulu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

\*[engin.ozbas@omu.edu.tr](mailto:engin.ozbas@omu.edu.tr) Email of the corresponding author

(Geliş Tarihi: 7 Nisan 2023, Kabul Tarihi: 14 Nisan 2023)

**ATIF/REFERENCE:** Ozbas, E. & Cömert F. (2023). Bir Termoelektrik Jeneratörün Pasif Soğutulmasında Mono Etilen Glikol Kullanımının Etkisinin Deneysel İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(3), 264-268.

**Özet** – Günümüzün önemli konu başlıklarından birisi enerji ihtiyacıdır. Çevresel kaygılar özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılan elektrik üretim yöntemlerini ön plana çıkarmaktadır. Termoelektrik jeneratör (TEJ) elektrik üretimi için kullanılabilen yarı iletken malzemelerden imal edilmiş bir enerji dönüşüm cihazlarıdır. Bu cihazlar sahip oldukları iki yüzey arasında bir sıcaklık farkı oluşturulması sonucu aldıkları ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürebilir. TEJ'in sıcak taraf yüzeyinin ısıtılması için herhangi bir ısı kaynağından faydalanmak mümkündür. Faydalanılabilecek bu ısı kaynaklarından birisi de güneş enerjisidir. TEJ'in soğuk taraf yüzeyinin soğutulması için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Literatür incelendiğinde aktif ve pasif olarak sınıflandırılabilen soğutma tekniklerinin bulunduğu görülmektedir. Bu çalışmada güneş enerjisinin ısı enerjisi olarak TEJ'e aktarılması için termosifon tip ısı borusu kullanılmıştır. Soğutma için de pasif soğutma tekniği uygulanmıştır. Bunun için bir pasif soğutucu tasarım ve imalatı yapılmıştır. Referans soğutucudan farklı olarak imal edilen pasif soğutucuda soğutucu akışkan olarak mono etilen glikol (MEG) kullanılmıştır. Isı kaynağı olarak güneş enerjisinin kullanıldığı deneyler 90 dakika sürmüştür. Herhangi bir akışkanın kullanılmadığı referans durum ile soğutucu akışkan olarak MEG kullanımının yüzeyler arasındaki sıcaklık farkına etkisi incelenmiştir. Deney sonunda referans ve MEG için TEJ'in yüzeyleri arası sıcaklık farkı sırasıyla 13,0°C ve 13,9°C olarak gerçekleşmiştir. TEJ ile üretilen açık gerilim miktarı ise referansta 0,475V olurken, MEG kullanıldığında 0,508V olmuştur.

**Anahtar Kelimeler** – Termoelektrik jeneratör, Güneş enerjisi, Termosifon, ısıtma, Mono etilen glikol

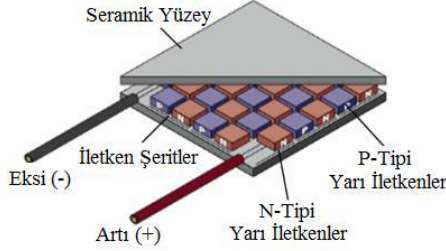
### I. GİRİŞ

Enerji ihtiyacı ve bu ihtiyacın giderilmesine yönelik arayışlar her zaman gündemdeki önemini korumaktadır. Teknolojik gelişmeler ile elektrik üretim yöntemleri de çeşitlenmiştir. Aynı zamanda var olan teknolojilerin daha verimli hale getirilmesi üzerine araştırmalar da hız kazanmıştır. Elektrik üretimi için ihtiyaç duyulan enerji yenilenebilir enerji kaynaklarından da sağlanabilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları ve mevcut teknolojiler ile pek çok farklı sistem tasarlanabilir ve elektrik üretilebilir.

Termoelektrik jeneratör, elektrik üretebilen teknolojilerden birisidir. 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].

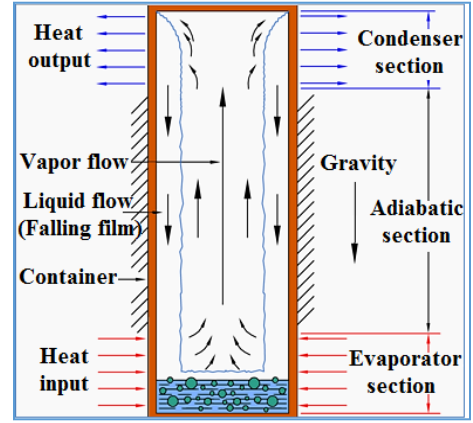
TEJ'de soğutma işlemi ise aktif ve pasif olmak üzere iki şekilde sağlanabilmektedir. Enerji sarfiyatının olduğu soğutma sistemleri aktif, enerji sarfiyatının olmadığı soğutma sistemleri ise pasif olarak açıklanabilir. Ayrıca hava soğutma, termosifon uygulamaları ve diğer yöntemler olmak üzere de bir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

Bu çalışmada enerji kaynağı olarak güneş ile termoelektrik jeneratörden (TEJ) elektrik üretimi deneysel olarak incelenmiştir. TEJ'in sıcak yüzeyinin ısıtılması termosifon tip ısı borusu ile sağlanmıştır. Soğuk yüzey ise soğutucu akışkanın kullanıldığı bir pasif soğutucu ile soğutulmuştur. Pasif soğutucuda soğutucu akışkan olarak mono etilen glikol kullanılarak etkisi deneysel incelenmiştir.

## 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 [5,6].



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

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

Deneysel "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.



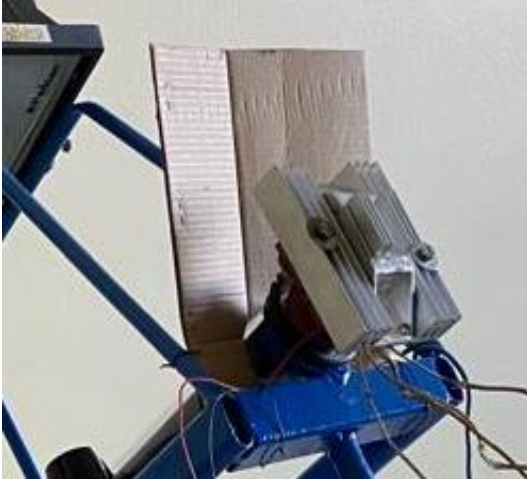
Şekil 4. Referans durum

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

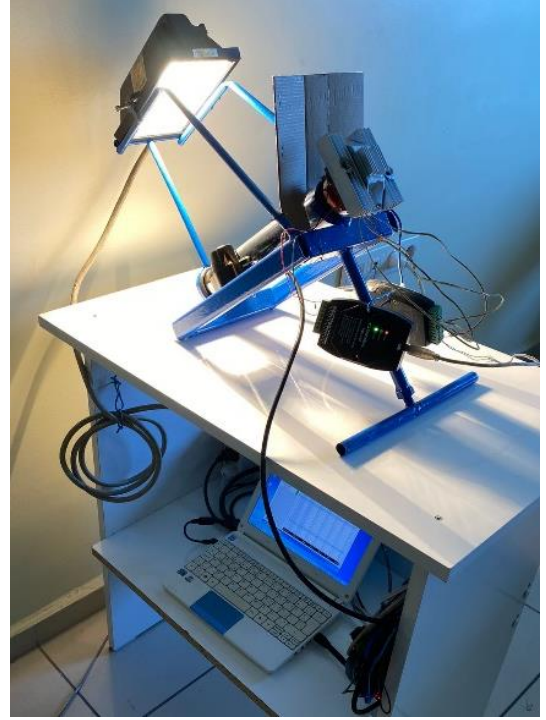
Şekil 6’da ek pasif soğutucunun referans duruma eklenmiş hali görülmektedir. Soğutucunun deposu 15ml mono etilen glikol ile doldurularak deneylerin ikinci aşaması yapılmıştır.



Şekil 6. Ek pasif soğutuculu durum

Mono etilen glikol ( $C_2H_6O_2$ ), kokusuz, renksiz, yüksek viskoziteye sahip bir akışkandır. Yoğunluğu 1,1132gr/L, kaynama noktası 230,5°C ve erime noktası -12,9°C olan MEG suda tamamen karışabilen bir yapıya sahiptir [7].

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

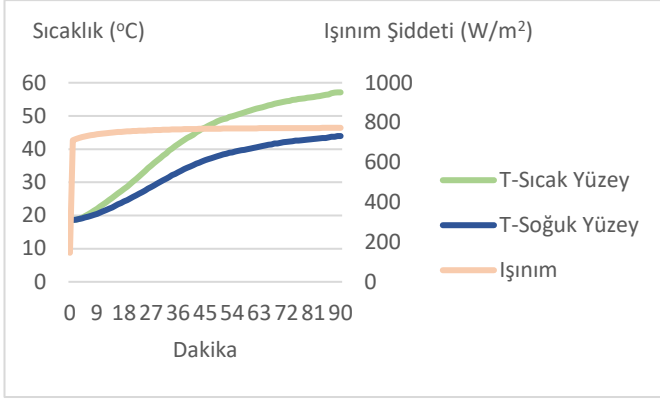
### III. BULGULAR

Laboratuvar şartlarında yapılan deneyler üçer defa tekrarlanmıştır. TEJ’in sıcak ve soğuk yüzeylerinin sıcaklıkları, 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 mono etilen glikol kullanımının TEJ’de üretilen açık gerilim miktarına etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

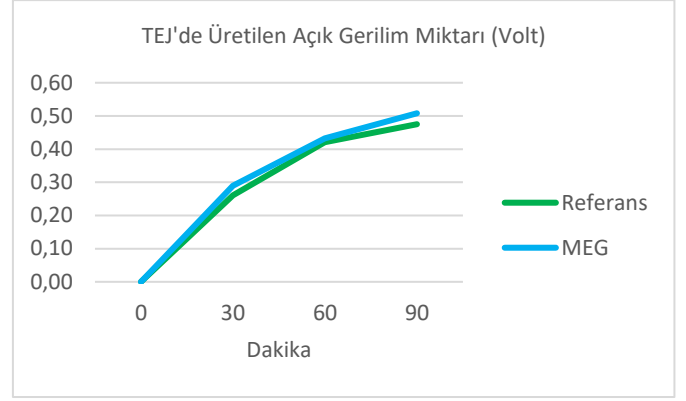
Deneyler boyunca dış ortam sıcaklığı ortalama 21°C olarak ölçülmüştür. TEJ’in sıcak ve soğuk taraflarının yüzey sıcaklıklarının farkı arttıkça üretilen açık gerilim miktarında da artış olduğu görülmüştür. Ek bir pasif soğutucunun kullanılmadığı referans duruma ait verilerin dağılımı Şekil 8’de, ek bir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

Deneylerde 90 dakika sonunda referans durumunda TEJ’in sıcak tarafın sıcaklığı 57,1°C’ye, soğuk tarafın sıcaklığı ise 44,1°C’ye ulaşmıştır. Aynı süre içerisinde MEG kullanılan deneylerde ise sıcak yüzey 57,9°C ve soğuk yüzey 44,0°C olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak referans deneyde yüzeyler arası sıcaklık farkı 13,0°C olurken, MEG ile bu fark 13,9°C olarak hesaplanmıştır.

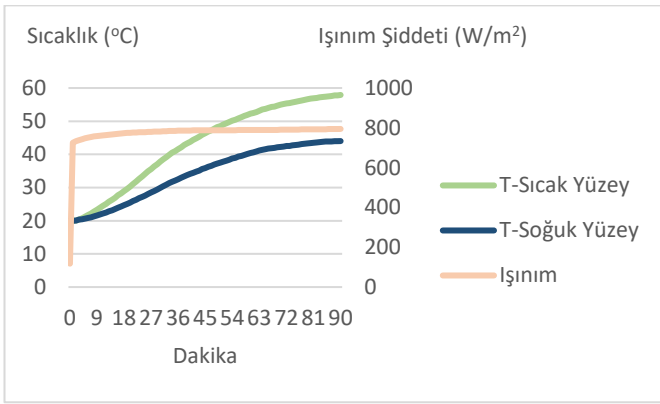




Şekil 8. Referans duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı

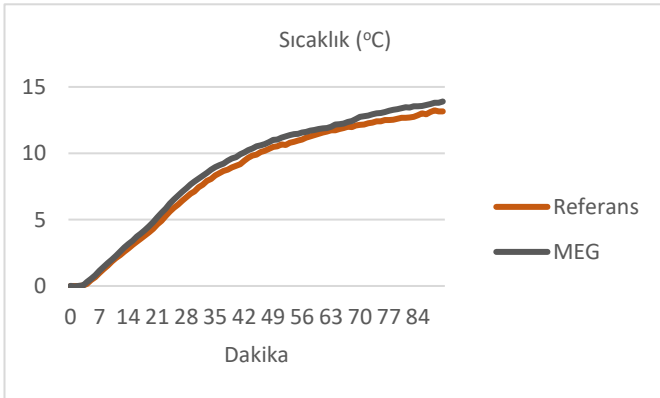


Şekil 11. Soğutma Durumuna Göre Üretilen Açık Gerilim



Şekil 9. Mono etilen glikollü soğutma duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı

Şekil 10'da Soğutucu akışkan olarak mono etilen glikol kullanımının yüzeyler arası sıcaklık farkına etkisi görülmektedir. Grafikten anlaşıldığı gibi soğutucu akışkan olarak MEG kullanımı ile yüzeyler arası sıcaklık farkında 0,9°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. Soğutma duruma göre TEJ yüzeylerinin sıcaklık farkının dağılımı

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 MEG 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 arttırdığı 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 mono etilen glikol (MEG) kullanımının etkisi incelenmiştir. Referans duruma göre MEG 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 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.
- [7] (2023) Mikro Teknik websitesi. [Online]. Available: <https://www.mikroteknik.com.tr/urunler/mono-etilen-glikol>