

## Bitkisel Atık Yağın Bir Termoelektrik Modülde Pasif Soğutucu Olarak Kullanılabilirliğin Deneysel İncelenmesi

Engin Özbaş<sup>1\*</sup>, Yıldırım Yeşilyurt<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

(Received: 10 April 2023, Accepted: 18 April 2023)

(DOI: 10.59287/ijanser.2023.7.4.530)

**ATIF/REFERENCE:** Ozbas, E., Yeşilyurt, Y. (2023). Bitkisel Atık Yağın Bir Termoelektrik Modülde Pasif Soğutucu Olarak Kullanılabilirliğin Deneysel İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(4), 11-15.

**Özet** – Çevreye kontrolsüz olarak bırakılan her atık başta insan sağlığı olmak üzere tüm canlılara zarar vermektedir. Özellikle su kirliliğine neden olan atıklardan bir tanesi de bitkisel atık yağdır. Bitkisel atık yağ, biyolojik ve/veya kimyasal bir takım işlemlerden sonra tekrar kullanılabilir. Ancak fiziksel olarak basit bir süzme işleminin dışında herhangi bir işleme tabi tutulmadan doğrudan tekrar kullanımına rastlanmamaktadır. Termoelektrik jeneratör (TEJ) güneş enerjisi gibi bir ısı kaynağı ile elektrik üretebilen elektronik bir parçadır. TEJ aynı zamanda sessiz ve güvenli olmaları nedeniyle de tercih edilebilmektedir. TEJ'in iki yüzeyi arasında meydana getirilen sıcaklık farkı ile elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Çeşitli soğutma teknikleri ile söz konusu sıcaklık farkının artırılması ile üretilen elektrik artmaktadır. Bundan dolayı uygulanan soğutma teknikleri TEJ için önemlidir. Bu çalışmada güneş enerjili ısı borusu ile ısıtması sağlanan bir TEJ için pasif soğutma uygulanmıştır. Pasif soğutucu olarak genel geri kazanım yöntemlerinden farklı şekilde sadece fiziksel bir süzme işlemine tabi tutulan bitkisel atık yağ kullanılmıştır. Güneş simülasyonu ile yapılan deneylerde 75 dakika boyunca pasif soğutucunun etkisi incelenmiştir. Referans olarak kabul edilen duruma göre soğutucu akışkan olarak kullanılan bitkisel atık yağ ile iki yüzey arasındaki sıcaklık farkının yaklaşık %5 arttığı görülmüştür. Açık gerilim miktarı karşılaştırıldığında referans ile 0,452V üretim sağlanırken bitkisel atık yağ kullanımı ile 0,476V üretim sağlanmıştır.

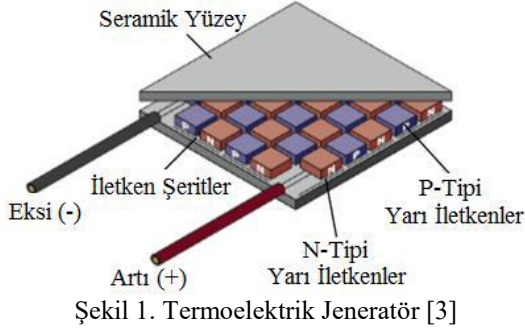
**Anahtar Kelimeler** – Termoelektrik Jeneratör, Güneş Enerjisi, Termosifon, Isıtma, Bitkisel Atık Yağ

### I. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerle beraber insanlığın enerjiye olan talebinde de artış olmaktadır. Bu talebin karşılanması için enerji üretim yöntemlerine ve bu yöntemlerin geliştirilmesine yönelik araştırmalar güncelliğini her zaman korumaktadır. Enerjinin çeşitli türleri bulunmaktadır ve en önemli enerji türü elektrik enerjisidir. Elektrik üretimini sağlayabilen bir birinden farklı teknolojiler

kullanılabilir. Elektrik üretimi için kullanılan teknoloji ile beraber kullanılacak enerji kaynağı da farklılık gösterebilir. Çevresel kaygılar ve ekonomik nedenlerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına öncelik verilmektedir. Özellikle güneş enerjisinden elektrik üretim teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik araştırmalar ilgi odağı olmaya devam etmektedir.

Elektrik üretim metotlarından 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].



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].

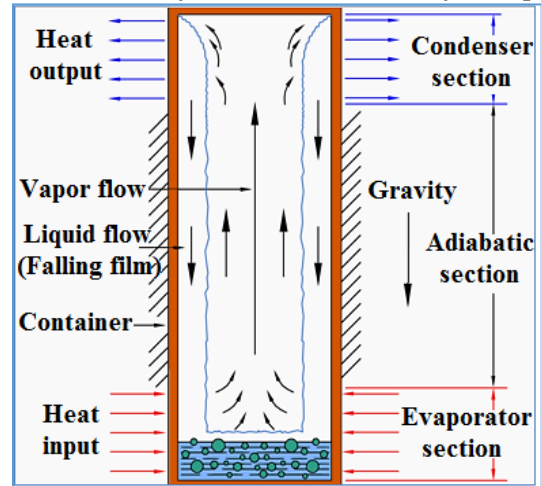
Çevresel etkilerinden dolayı kontrolsüz bir şekilde çevreye bırakılan atıkların yeniden değerlendirilebilmesi son derece önemlidir. Özellikle kullanılmış bitkisel atık yağların geri dönüşüm/kazanım süreçlerinde farklı seçeneklerin geliştirilmesi çevresel ve sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir [5].

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 [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 bitkisel atık yağ kullanımı incelenmiştir. Böylece bitkisel atık yağ geri dönüşüm/kazanım süreçlerine bir yenisinin eklenebilmesi deneysel olarak araştırılmıştır.

## 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 [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

Deneyleer “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 görölmektedir.



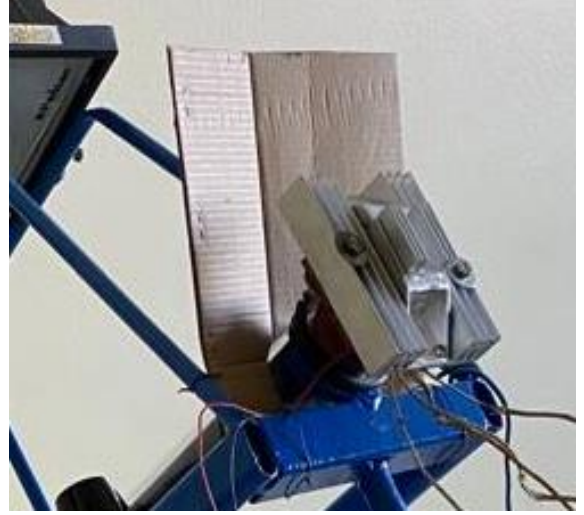
Şekil 4. Referans durum

Deneyleerin 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” görölmektedir.



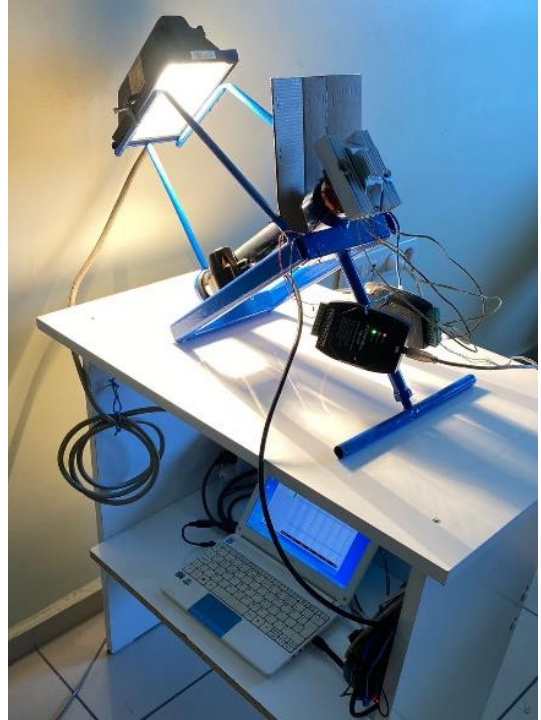
Şekil 5. Ek pasif soğutucu

Şekil 6’da ek pasif soğutucunun referans duruma eklenmiş hali görölmektedir. Soğutucunun deposuna 15ml bitkisel atık yağ doldurularak deneyleerin ikinci aşaması yapılmıştır.



Şekil 6. Ek pasif sođutuculu durum

Laboratuvar şartlarında yapılan deneyleerde, 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

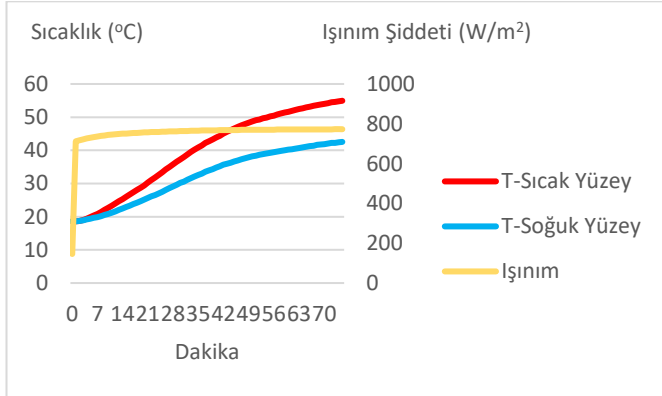
Laboratuvar şartlarında yapılan deneyleer üçer defa tekrarlanmıştır. TEJ’in sıcak ve soğuk yüzeylerinin



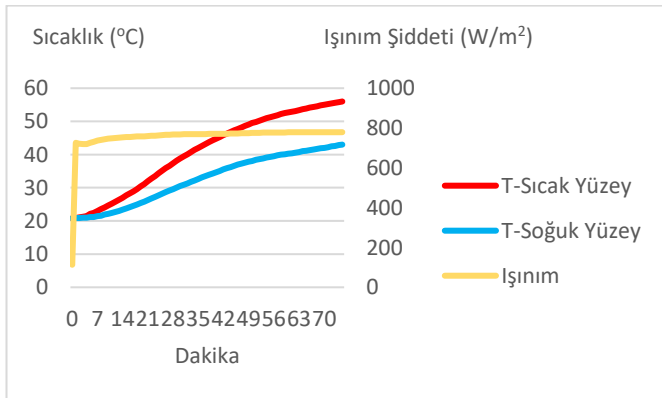
sıcakları, TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarı ve halojen lamba tarafından üretilen ışınım miktarı ölçülerek veri toplatıcılar ile bilgisayara otomatik olarak kaydedilmiştir. Referans durum ile ek pasif soğutucuda bitkisel atık yağ kullanımının TEJ’de üretilen açık gerilim miktarına etkisi deneysel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

Deneylerde 75 dakika sonunda referans durumunda TEJ’in sıcak tarafın sıcaklığı 54,9°C’ye, soğuk tarafın sıcaklığı ise 42,5°C’ye ulaşmıştır. Aynı süre içerisinde bitkisel atık yağ kullanılan deneylerde ise sıcak yüzey 56,0°C ve soğuk yüzey 43,0°C olarak ölçülmüştür.



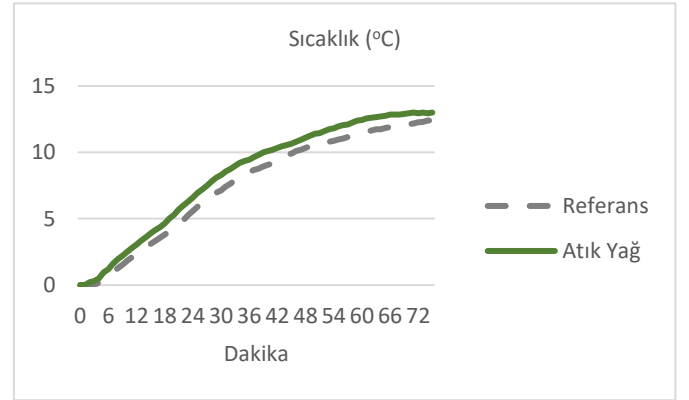
Şekil 8. Referans duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı



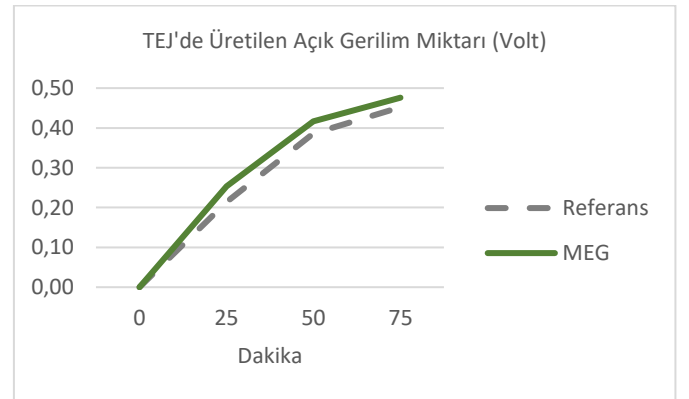
Şekil 9. Bitkisel atık yağ ile soğutma duruma ait ışınım ve TEJ yüzeylerinin sıcaklık dağılımı

Şekil 10’da Soğutucu akışkan olarak bitkisel atık yağ kullanımının yüzeyler arası sıcaklık farkına etkisi görülmektedir. Grafikten anlaşıldığı gibi soğutucu akışkan olarak bitkisel atık yağ kullanımı ile yüzeyler arası sıcaklık farkında 0,6°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 bitkisel atık yağ 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 bitkisel atık yağ kullanımının etkisi incelenmiştir. Referans duruma göre bitkisel atık yağ ile sağlanan soğutmada yüzeyler arası sıcaklık farkının arttığı ve buna bağlı olarak da TEJ tarafından üretilen açık gerilim miktarında da artış olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile aynı zamanda bitkisel atık yağın geri dönüşüm/kazanım süreçlerine yeni bir seçeneğin eklenebileceği anlaşılmıştır.

## 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 Kullanımın 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. "Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri İçin Termosifon Tip Isı Borusunda Çalışma Akışkanı Olarak Bitkisel Atık Yağ Kullanımının Deneysel İncelenmesi". *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 45, pp. 131-134, 2022.
- [6] 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.
- [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.