

## Kabul Edilmiş Araştırma Makalesi (Düzenlenmemiş Sürüm)

## Accepted Research Article (Uncorrected Version)

### Makale Başlığı / Title

İçten yanmalı motorların egzoz sistemleri için sıvı soğutmalı bir termoelektrik jeneratör sistemi tasarımı ve soğutucu akışkan miktarının geri kazanım performansına etkisinin deneysel incelemesi

A design of a liquid cooling thermoelectric generator system for the exhaust systems of internal combustion engines and experimental study on the effect of refrigerant fluid quantity on recovery performance

### Yazarlar / Authors

Mehmet Akif KUNT

### Referans No / Reference No

PAJES-89137

### DOI

10.5505/pajes.2018.89137

Bu PDF dosyası yukarıda bilgileri verilen kabul edilmiş araştırma makalesini içermektedir. Sayfa düzeni, dizgileme ve son inceleme işlemleri henüz tamamlanmamış olduğundan, bu düzenlenmemiş sürüm bazı üretim ve dizgi hataları içerebilir.

This PDF file contains the accepted research article whose information given above. Since copyediting, typesetting and final review processes are not completed yet, this uncorrected version may include some production and typesetting errors.



Abstract text in Turkish, partially obscured by a watermark.

Mehmet Akif KUNT

Motorlu... mehmetakif.kunt@dpu.edu.tr

Geli Tarihi/Received 23082017, Kabul Tarihi/Accepted 05062018

doi: 10.5505/pajes.20189137

Corresponding Author

Research Article

Özet

Termoelektrik jeneratörler (TEJ) sistemlerinde atık enerjinin geri kazanımı için kullanılan jeneratör sistemi tasarlanmıştır. Kazanım sistemine etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. 4 adet TEJ modülü TH=350 °C'de, akış hızları 1.75, 1.97 ve 2.16 l/s için 10.63 V yüküzsüz gerilim ve 1.7, 1.97, 2.16 W güçler elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Atık enerji, Termoelektrik jeneratör, İçten yanmalı motor, Exhaust sistemi

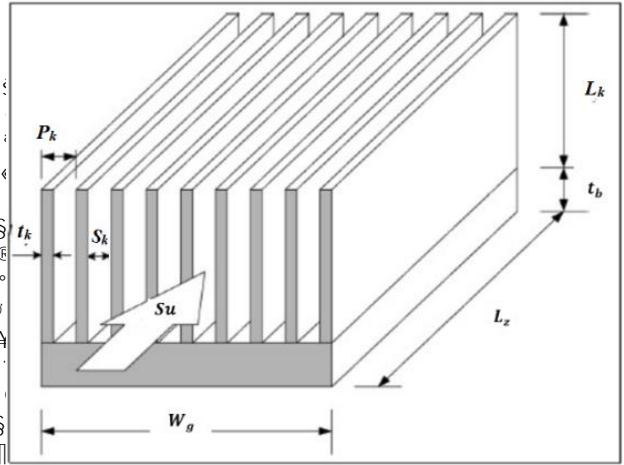
Abstract

Thermoelectric generators (TEG) are an important alternative recovery of waste heat in the exhaust system of an internal combustion engine. In this study, a liquided thermoelectric generator system for waste heat recovery in exhaust systems of internal combustion engines was designed and the effect of the amount of refrigerant recovery system was experimentally investigated. The increase amount of refrigerant increases the temperature difference between module surfaces. In the recovery system using four TEJ modules, TH=350 °C and flow rates of 0.175, 1.97, 2.16 l/s, 10.63 V unloaded voltage and 1.7, 1.97, 2.16 W power were respectively.

Keywords: Waste energy, Thermoelectric generator, Internal combustion engine, Exhaust system

Main body of the article text, containing detailed technical information and references, heavily obscured by a large watermark.

prototip bir termoelektrik egzoz [12]. Çakır, Özalp ve Boonyaroonate, 2019 yılında çalışmışlardır. Çakır ve arkadaşları, bir termoelektrik egzozun prototipini geliştirmişlerdir. Çalışmada, bir egzozun termoelektrik olarak çalıştırılması için gerekli olan yapısal ve elektriksel parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, bir egzozun termoelektrik olarak çalıştırılması için gerekli olan yapısal ve elektriksel parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

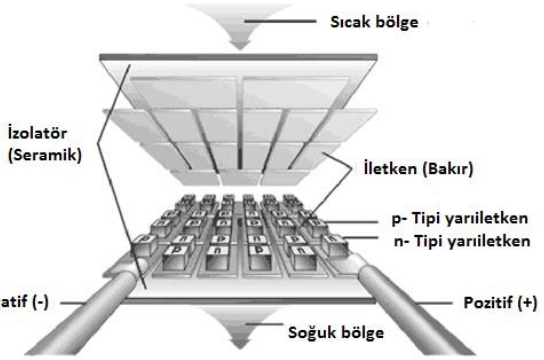


devrind  $\dots$  (1)

1.1 (1)  $\dots$  (2)

(1)  $\dots$  (3)

$\dots$  (4)



$$\dots$$
 (5)

$$\dots$$
 (6)

$$\dots$$
 (7)

1.2  $\dots$  (8)

$\dots$  (9)

$$\text{Toplam} \dot{m} = \dot{m}_{\text{giriş}} + \dot{m}_{\text{çıkış}} \quad (10)$$

$$\dot{m}_{\text{giriş}} = \rho_{\text{su}} \cdot A_{\text{giriş}} \cdot v_{\text{giriş}} \quad (11)$$

$$\dot{m}_{\text{çıkış}} = \rho_{\text{su}} \cdot A_{\text{çıkış}} \cdot v_{\text{çıkış}} \quad (12)$$

$$\dot{m}_{\text{çıkış}} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot \Delta T} \quad (13)$$

$$\dot{m}_{\text{çıkış}} = \frac{0.02 \text{ kg/s}}{1} = 0.02 \text{ kg/s} \quad (14)$$

$$\dot{m}_{\text{çıkış}} = 0.02 \text{ kg/s} \quad (15)$$

$$\dot{m}_{\text{çıkış}} = 0.02 \text{ kg/s} \quad (16)$$

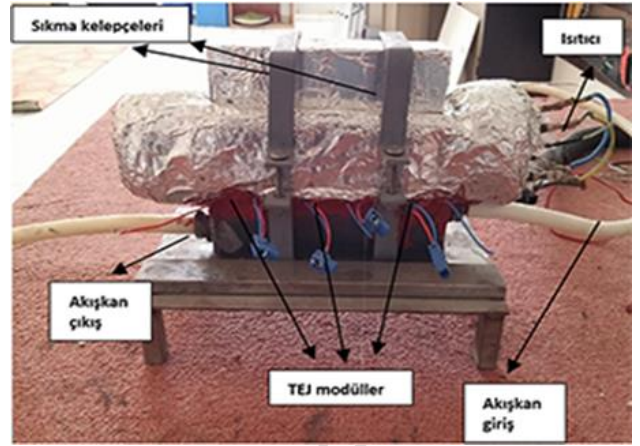
$$\dot{m}_{\text{çıkış}} = 0.02 \text{ kg/s} \quad (17)$$

$$\dot{m}_{\text{çıkış}} = 0.02 \text{ kg/s} \quad (18)$$

### 1.3 (i) Tercihli Sıcaklık Ölçme ve Kontrol Sistemi

(i) Tercihli Sıcaklık Ölçme ve Kontrol Sistemi, sistemde kullanılan sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık değişimlerine göre hızlı tepki verebilen bir yapıya sahiptir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir.

Sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir.



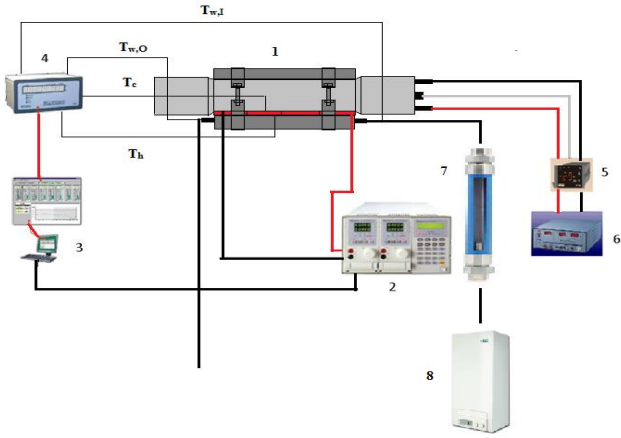
Tablo 1: Termoelektrik (TEJ) ve kontrol sistemi

TEJ	
Model	TG-12-8-01L
Boyutlar	40x 40 x 3.6
Çalışma sıcaklığı	230
Ölçme hassasiyeti	50
Yalıtım kalitesi	1.13
Verimlilik	3.46
Optimum verim (%)	4.97

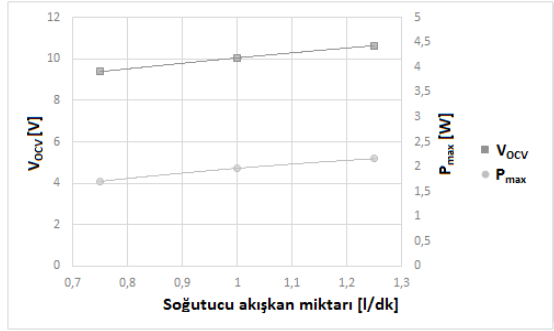
Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir.

Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir.

Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir. Sistem, sıcaklık sensörleri, kontrol birimleri ve yapısal detaylar hakkında bilgi verir.



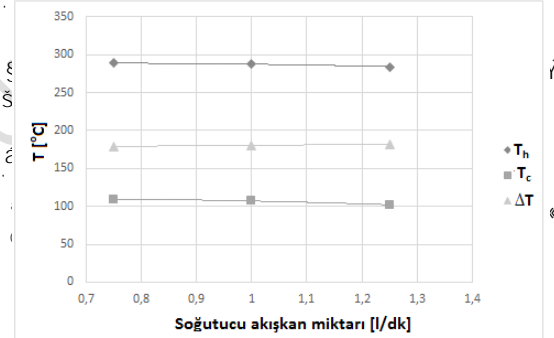
Şekil 1: Deneysel düzeneğin şeması. 1: Kompresör, 2: Kondansör, 3: Akümülatör, 4: Genleşme vanası, 5: Buharlaştırıcı. 6: Kontrol paneli, 7: Akış ölçer, 8: Güç kaynağı.



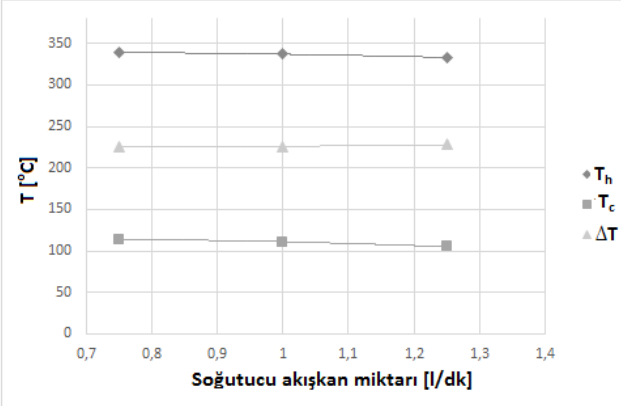
Şekil 2:  $V_{ocv}$  ve  $P_{max}$  değerlerinin soğutucu akışkan miktarına göre değişimi.

### 3 Test

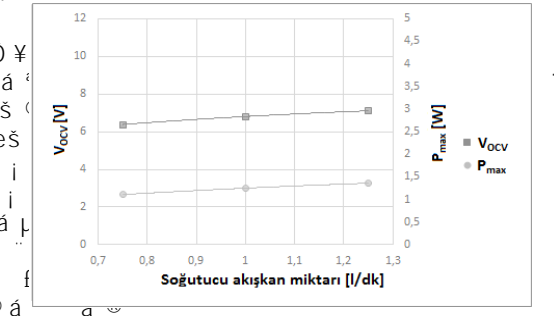
Deneyin amacı, soğutucu akışkan miktarının sistem üzerindeki etkilerini incelemektir. Testler 0.75, 1, 1.25 l/dk hızlarında gerçekleştirilmiştir. Ölçülen parametreler arasında  $T_h$ ,  $T_c$  ve  $\Delta T$  sıcaklıkları önemli yer tutmaktadır. Grafikler, bu sıcaklıkların akışkan miktarı ile nasıl değiştiğini göstermektedir. Ayrıca  $V_{ocv}$  ve  $P_{max}$  değerleri de rapor edilmiştir.



Şekil 3:  $T_h$ ,  $T_c$  ve  $\Delta T$  sıcaklıklarının soğutucu akışkan miktarına göre değişimi.



Şekil 4:  $T_h$ ,  $T_c$  ve  $\Delta T$  sıcaklıklarının soğutucu akışkan miktarına göre değişimi.



Şekil 5:  $V_{ocv}$  ve  $P_{max}$  değerlerinin soğutucu akışkan miktarına göre değişimi.

1. Kaymaklar, Ö. "Waste heat recovery from an internal combustion engine using thermoelectric generator." *Journal of Applied Energy*, 15(4), 1010-1022, 2011.

2. "10th International Conference on Thermoelectrics", Dresden, Germany, 14-28 May 1998.

3. El-Cezari, F. "Thermoelectric generators based on heat recovered from low power Diesel engine using fabrication and simulation." *10th International Conference on Thermoelectrics*, Dresden, Germany, 14-28 May 1998.

4. "European Workshop on Thermoelectricity", Pamplona, Spain, 24 October 2008.

5. "Proceedings of DARPA ONR / DOE High Efficiency Thermoelectric Workshop", San Diego, CA, USA, 27 March 2002.

6. "Diesel Engine Emissions Reduction Conference", San Diego, California, 29 August 2004.

7. Kunt, M. A. "Thermoelectric generator based on waste heat recovery from an internal combustion engine." *SAE International Journal of Engines*, 24(247), 2009.

8. "Cooling Heating Generating Power Science", 11(5), 145-161, 2008.

9. "13th International Conference on Thermoelectrics", City, Kansas, USA, 30 August-September 1994.

10. "Thermoelectric generator using microcontroller based maximum power point tracking." *Applied Energy*, 83(7), 68704, 2006.

11. Temizer, X. "Thermoelectric generator based on waste heat recovery from an internal combustion engine." *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 333-336, 2017.

12. "Modelling of thermoelectric generators with varying material properties." *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 24(1), 112-124, 2009.

13. "Projeler Birimi (Proje No: 2015...)"

14. "5.1 Zayıf akım..."

15. "..."

16. "..."

- [17] computercontrolled system for measuring the time [https://cdn2.hubspot.net/hfs/547732/Data\\_Sheets/T](https://cdn2.hubspot.net/hfs/547732/Data_Sheets/T)  
Energy Conversion Management 53(1), 31-41, 2012.
- [18] Rajput RK. *Heat and Mass Transfer* Third Edition. Pub. Tata McGrawmill, 2009.
- [19] *Energy Conversion Management* 53(1), 31-41, 2012.
- [20] *Journal of Power Sources* 93, 7276, 2001.

Düzenlenmemiş Sürüm - Uncorrected Version