



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 4, Article Number: 1A0107

ENGINEERING SCIENCES

Received: August 2009

Accepted: October 2010

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Ali Ethem Gürel

Mustafa Ercan

Duzce University

Karabuk University

etengurel@gmail.com

ambiance_su@hotmail.com

-Turkey

**DEĞİŞKEN SU DEBİLERİNİN TERMoeLEKTRİK MODÜLÜN SOĞUTMA PERFORMANSINA
ETKİLERİ**

ÖZET

Bu çalışmada, TEC1-12706 model bir termoelektrik modülün üzerine monte edilen bir su bloğunun içinden geçirilen farklı su debilerinin, sistem verimine etkileri incelenmiştir. Su bloğunun içerisinde 5 farklı kütleli debide su geçirilmiş, yapılan hesaplamalar sonucunda yüksek su debisinin termoelektrik modülden atılan ısı miktarını arttırdığı ve dolayısıyla sistemin toplam verimini arttırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: TEC1-12706, Soğutma, Termoelektrik, Verim,
Su Debisi

**TO COOLING PERFORMANCE EFFECTS OF THERMOELECTRIC MODULE OF VARIABLE WATER
FLOW RATES**

ABSTRACT

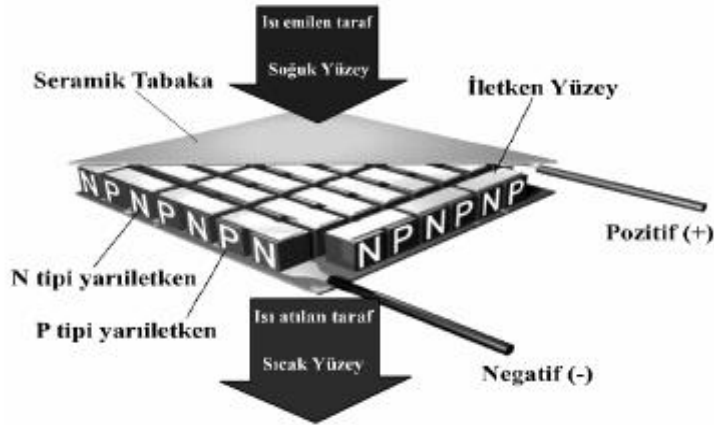
In this study, the effects on the cooling performance of different water flows which goes inside of the water block fixed on the thermoelectrical module with a TEC1-12706 serial are analyzed. Five different water flows are went into the water block, as a result of calculations, it is seen that high water flow increases the amount of heat which is extracted from the thermoelectrical module thus it is determined that total efficiency of the system is increased.

Keywords: TEC1-12706, Cooling, Thermoelectric, Efficiency,
Water Flow Rate

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Çevre bilincinin giderek önem kazandığı günümüz dünyasında, çevreye zarar veren itici gazlarla çalışan soğutma sistemlerinin yerlerine, bu tip soğutuculara alternatif olabilecek soğutma sistemlerinin geliştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bu sistemlerden biri olan termoelektrik modüllü sistemler hem çevreci oluşu hem de çalışması esnasında gürültüye sebebiyet verebilecek mekanik parçaları olmamasından ötürü tercih edilebilecek sistemlerden bir tanesidir.

Termoelektrik soğutma; iki farklı metalin uçlarının birleşmesinden oluşan sisteme elektriksel akım verildiğinde telin uçlarında sıcaklık farkı oluşması olayıdır. Bu sistemlerde yarıiletken malzemeler kullanılır. Termoelektrik soğutucu modüllerin genellikle N ve P tip malzeme çiftlerinden eşit sayıda konulmasıyla üretilmektedir. Termoelektrik yapısında elektrik akımı her N ve P tip malzemelerin alt ve üst tabakaları boyunca hareket eder. Uygulanan elektrik akımı sonucunda hareket eden elektronlar bir yüzeyde ısınma, diğer yüzeyde soğuma oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Termoelektrik modülün yapısı [1].
(Figure 1. Structure of thermoelectric module)

Termoelektrik modüller küçük boyutlarda olmaları sebebiyle düşük soğutma gücüne sahiptir. Termoelektrik modüller tüm bu önemli özelliklerinden dolayı biyomedikal ünitelerinde, araç içi buzdolabı ve araç içi iklimlendirme üniteleri gibi birçok sistemde kullanılmaktadırlar. Termoelektrik modüllü soğutma sistemleri, sıcaklık dengelemesi veya ortam sıcaklığının altında bir soğutmanın gerektiği uygulamalarda kullanılan hareket eden elemanı olmayan ısı pompası özelliği olan cihazlardır. Modern ve yüksek teknolojilerin gelişmesi ile termoelektrik soğutucular, lazer diyotlar, mikroişlemciler, kan analiz cihazları ve taşınabilir piknik tipi soğutuculara kadar birçok üründe karşımıza çıkmaktadır[1]. Ayrıca askeri sistemler, elektronik gibi alanlardan bireysel özel soğutma ihtiyacına kadar birçok uygulamada termoelektrik soğutuculu cihazlar kullanılmaktadır [2, 3].

Termoelektrik modül uygulamaları ile ilgili geçmişten günümüze birçok çalışma yapılmıştır.

Chung et al. (2003) yaptıkları çalışmada, alan emisyonu geliştirilmiş termoelektrik tipli soğutucu tasarlamış ve teorik olarak analizini etmişlerdir. Soğuk kaynaktan sıcak kaynağa "n" ve "p" tipi taşıyıcılarla enerji taşınımını sağlamak için elektriksel alan ve ayarlanmış akım kullanan termoelektrik soğutucu cihazı tasarlamışlardır. Bu cihaz standart "n" ve "p" kanallı katı hal termoelektrik soğutucuları ile iki elemanlı alan emisyon cihazının katı hal ısıl iletimini ortadan kaldırmak için her iki kanalın içine yerleştirilmesi ile imal edilmiştir. Sonuç olarak bu

cihazın bir soğutucu için kompakt, güvenilirlik, uzun ömür, düşük maliyet, düşük güç tüketimi ve düşük bakım maliyeti gerekliliklerini tatmin ettiği anlaşılmıştır [3].

Atik (2009) yaptığı çalışmada, termoelektrik soğutucu tasarımının enerjik ve ekonomik yönden analizini yapmıştır. Bu amaçla tasarlanan sistem eşit sıcaklık farkı altında eşit soğutma gücünü sağlamaktadır. Yedi farklı tipte modül kullanılan çalışmada, modül sayıları dolayısıyla modüllerin çalışma şartları değiştirilmiştir; ayrıca elektrik enerjisi fiyatının değişimi de düşünülmüştür. En uygun (optimum) çalışma şartı her modül tipi ile değişmekle beraber, maksimum akım değeri ile optimum akım değerleri arasında bir değere karşılık gelmektedir [4].

Riffat and Ma (2003) yaptıkları çalışmada, termoelektrik cihazların temel bilgilerini vermiş ve bu uygulama alanlarını gözden geçirmişlerdir. Bu termoelektrik cihazların uygulamadaki beklentilerini ayrıca ele almışlardır. Küçük kapasiteli termoelektrik soğutucu uygulamaları en yaygın olan kullanım alanlarıdır. Fakat yüksek kapasiteli termoelektrik soğutucuları ve güç üreticileri uygulamaları düşük verimlilik yüzünden kısıtlanmıştır. Buna rağmen, enerji maliyetleri ve üretim ile CFC salınımı konusundaki çevresel ayarlamalar bu alana olan ilgiyi yeniden canlandırmıştır [5].

Yalçınkaya (2008) çalışmasında, peltier yarı iletken malzemesinin teknik karakteristiklerini inceleyerek ısıtma ve soğutma ile beraber, elektrik üretim yöntemlerini belirlemek, en verimli çalışma modlarının ve kullanım alanlarının tespitini sağlamak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Peltier malzemesinin ısınan ve soğuyan yüzeylerdeki sıcaklık değerlerinin girişe uygulanan gerilimin oranına, malzemenin boyutlarına, kullanım alanlarına, dış faktörlere göre kapasite değişimi inceleyerek tasarım şartlarını oluşturmuştur [6].

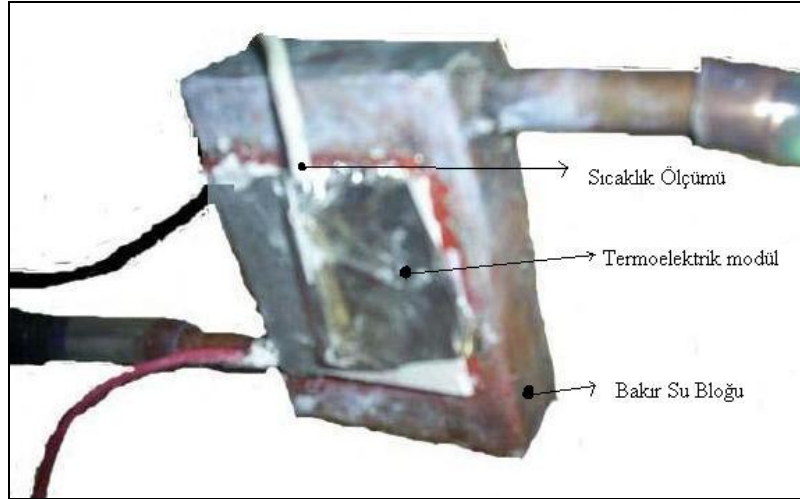
2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yapılan çalışmada, termoelektrik modül, içerisinden 5 farklı debide su dolaştırılan bir su bloğuna monte edilmiş ve her bir debi için sistemin toplam verimi hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen değerler en yüksek verim için uygulanması gereken su debisinin tespitine yönelik bilgi verici nitelikte olmuştur.

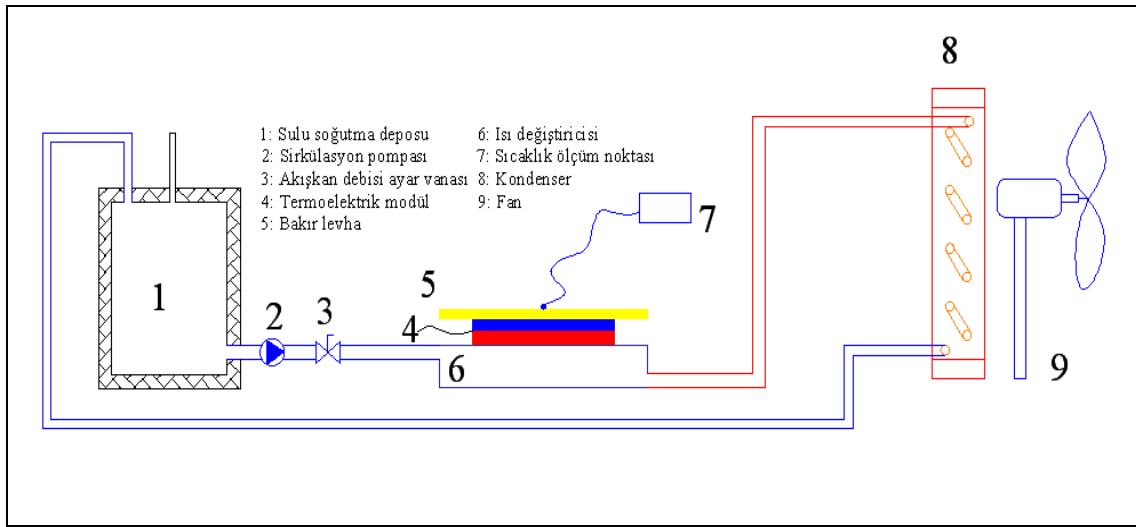
3. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

3.1. Materyal (Material)

İmal edilen deneysel sistem, termoelektrik modülün ısınan yüzeyine temas eden bir ısı değiştirici bakır su bloğunun içerisinden farklı debilerde su geçirilmesi prensibine dayanmaktadır. Sistem; su çevrimini gerçekleştiren pompa, sıcaklığı artan çevrim suyunun ısınıp attığı kondenser, su deposu ve akışkan debisinin kontrol edilebilmesi için pompa çıkışına yerleştirilen bir vanadan oluşmaktadır. İmal edilen sistemin görüntüsü Şekil 2'de, sisteme ait şematik görünüm ise Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 2. Termoelektrik modül ve su bloğunun
(Figure 2. Thermoelectric module and water block)



Şekil 3. İmal edilmiş deney sistemi
(Figure 3. Manufactured experimental system)

Termoelektrik modüllerde ısınan yüzeyin fan, ısı değiştirici vb. sistemler tarafından soğutulması modülün performansının artırılması açısından son derece önemlidir. Yapılan çalışmada, modülün ısınan yüzeyinin soğutulması, içerisinden farklı debilerde su geçirilen bakır bir ısı değiştirici tarafından sağlanmıştır. Isı değiştirici doğrudan termoelektrik modülün sıcak yüzeyine temas ettirilmiştir, soğuk yüzeye ise ısı geçişini arttırmak amacıyla ince bakır bir plaka yerleştirilmiştir ve sıcaklık ölçümleri bu noktadan alınmıştır.

Sistemde pompa yardımıyla depodan basılan su, ısı değiştiriciye gelmektedir. Bu noktada, termoelektrik modülün etkisiyle sıcaklığı artan su, 8 nolu kondensere gelerek ısı atmakta ve çevrimini tamamlayarak yeniden su deposuna dönmektedir.

3.2. Metod (Method)

Elde edilen ısı kazancı Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanır [7,8].

$$Q_c = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

(1)

Bu eşitlikte " Q_c ", havadan çekilen ısı miktarını (W), " \dot{m} ", kütleli debi (kg/s), " c_p ", havanın özgül ısısını (kJ/kg°C), " ΔT ", sıcaklık farkını (°C) göstermektedir.

Toplam sistem verimi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

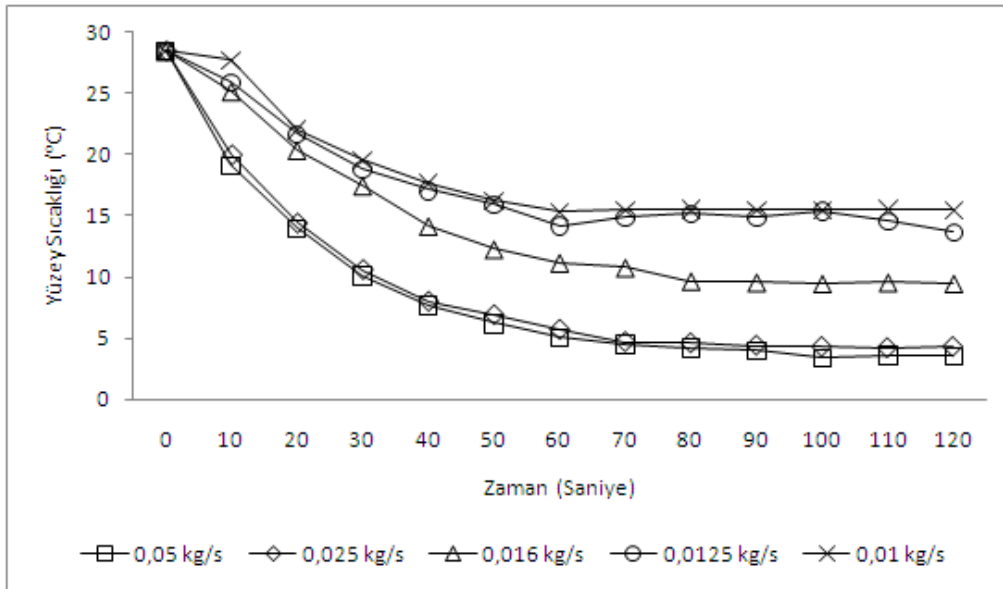
$$\eta = \frac{Q_c}{W_E} \quad (2)$$

Eşitlikte " W_E " sistem tarafından harcanan toplam güçtür. Bu güç termoelektrik modül ve soğutma sisteminde kullanılan fandan oluşmaktadır. Termoelektrik modülün çektiği ortalama güç Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanabilir.

$$Q_M = I_M \cdot V_M \quad (3)$$

4. DENEYSEL SONUÇLARIN ANALİZİ (ANALYSIS OF EXPERIMENTAL RESULTS)

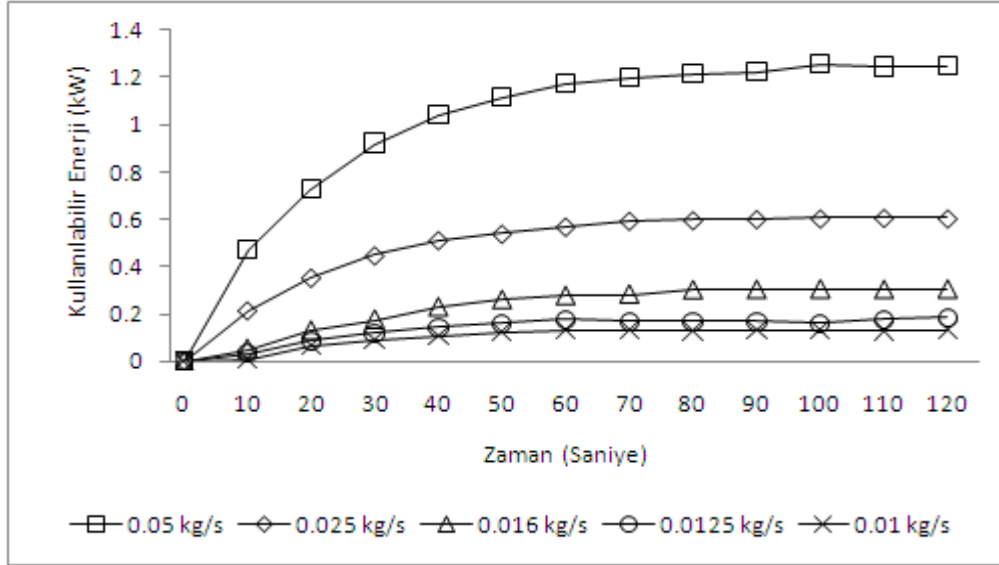
Deneyel sistemde termoelektrik modülün ısınan yüzeyi, içerisinden su geçirilen bir ısı değiştiriciye temas ettirilmiş bu sayede modülün daha iyi ısı atarak soğutma performansının artırılması amaçlanmıştır. Şekil 4'te değişik su debilerinde, modülün yüzey sıcaklığındaki değişimler görülmektedir.



Şekil 4. Farklı su debilerine göre modülün yüzey sıcaklığı değişimi
(Figure 4. Surface temperature change of thermoelectric module according to different water flow rates)

Şekilde görüldüğü gibi yüksek su debisi değerlerinde, modülün sıcak yüzeyinden ısı atma işlemi hızla gerçekleşmiş ve bu durum modülün yüzey sıcaklığını daha düşük sıcaklık değerlerine indirebilmiştir. Debinin azaltılmasıyla birlikte ise yüzey sıcaklığı daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir.

Şekil 5'de farklı su debisi uygulamalarında sistem tarafından ısı enerjisine çevrilen kullanılabilir enerji (Q_c) miktarları verilmiştir.



Şekil 5. Kullanılabilir enerji miktarları
(Figure 5. Usable Energy amounts)

Sistemde dolaştırılan su debisi oranının artmasıyla beraber, anlık sıcaklık farkı (ΔT) artmış dolayısıyla termoelektrik modül yüzeyinde ısı enerjisine dönüşen kullanılabilir enerji miktarı artmıştır.

Sistem verimi, havadan çekilen ısı miktarının sistemde kullanılan cihazlar için gerekli toplam güce oranı ile bulunmaktadır. Sistemde dolaştırılan su debisinin artışı, modül yüzeyinin soğutma performansını arttırmış dolayısıyla çekilen ısı miktarını arttırmıştır.

Tablo 1. Farklı su debilerine göre toplam sistem veriminin değişimi
(Table 1. System of efficiency change according to different water flow rates)

Debi (kg/s)	Sistem Verimi (%)
0.05	17
0.025	16
0.0160	13
0.0125	10
0.01	8

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Son yıllarda artan alternatif enerji kaynaklarına olan eğilimin sonucunda özellikle soğutma sistemlerinin üretiminde çevreye zarar vermeyecek, gürültüsüz çalışan tasarımlar ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda kullanımı artan termoelektrik modül uygulamalarında modülün soğutma performansını arttıracak önlemler sistem veriminin iyileştirilmesi açısından son derece önemlidir.

Yapılan çalışmada, TEC1-12706 model bir termoelektrik modülün ısınan yüzeyine, içerisinden farklı debilerde su dolaştırılan bakır bir plaka monte edilmiş bu sayede modülün daha iyi ısı atarak soğutma performansının artırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, su debisinin artırılmasına paralel olarak termoelektrik modülün yüzey sıcaklığının düştüğü dolayısıyla sistem veriminin arttığı gözlemlenmiştir.

SEMBOLLER (SYMBOLS)

- c_p Havanın Özgül Isısı (kJ/kg°C)
 \dot{m} Kütleli Debi (kg/s)
 I_m Termoelektrik Modül Tarafından Çekilen Akım (A)

Q_c	Havadan Çekilen Isı Miktarı (kW)
Q_m	Termoelektrik Modül Tarafından Harcanan Elektriksel Güç (W)
W_E	Sistem Tarafından Harcanan Toplam Güç (W)
ΔT	Sıcaklık Farkı ($^{\circ}C$)

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Yılmaz, S., (2008). "Termoelektrik Modüllü Soğutucuda Farklı Soğutma Uygulamalarının Sistem Performansına Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi", Teknoloji, 11 (1): 39-44.
2. Yavuz, C., Özkaymak, M. ve Kaya, M., (2010). "Termoelektrik Modüllü Su Soğutucusunda Farklı Hava Debilerinin Sistem Performansına Etkileri", E-Journal of New World Sciences Academy, 5 (2): 131-143.
3. Chung, M., Miskovsky, N.M., Cutler, P.H., Kumar, N., and Patel, V., (2003). "Theoretical Analysis of A Field Emission Enhanced Semiconductor Thermoelectric Cooler", Solid-State Electronics, Volume 47, ss:1745-1751.
4. Atik, K., (2009). "Termoelektrik Soğutucu Tasarımında Termoekonomik Optimizasyon", 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 1-3, Karabük.
5. Riffat, S.B. and Ma, Xiaoli., (2003). "Thermoelectrics: a Review of Present and Potential Applications", Applied Thermal Engineering, 23 (8): 913-935.
6. Yalçınkaya, G., (2008). "Termoelektrik Modül İle Soğutma ve Deneysel Elektrik Üretimi", Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 1-28.
7. Gürel, A.E., Çamur, D. ve Ergün, A., (2010). " Experimental Examination On the Use of Heat Pipe And Vacuum Tube In The Solar Energy Water Heating Systems Under the Conditions of Karabük", E-Journal of New World Sciences Academy, 5(3), ss: 319-326.
8. Ercan, M., (2010). "Termoelektrik Modüllü İçme Suyu Soğutma Cihazının Tasarımı, İmalatı ve Deneysel Olarak İncelenmesi" Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 5-22.