
PELTİER TERMOELEKTRİK SOĞUTUCU KULLANILARAK KATI CİSİMLERİN ISI İLETİM KATSAYISININ ÖLÇÜLMESİNE YÖNELİK CİHAZ TASARIMI, YAPILMASI VE ENDÜSTRİYEL UYGULAMASI

SEYİT AHMET İNAN, İZZET KARA*, ARİF KOYUN**

Süleyman Demirel Üniversitesi BiM, Isparta, Türkiye, seyit@sdu.edu.tr

**Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli, Türkiye, ikara@pamukkale.edu.tr*

***Süleyman Demirel Üniversitesi BiM, Isparta, Türkiye, arif.koyun@sdu.edu.tr*

ÖZET

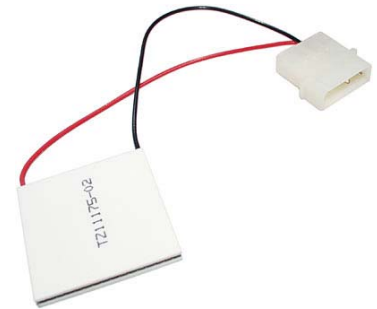
Geliştirilen ısı iletim katsayısı cihazı ile ısı konusundaki uygulamalı fizik deneylerinin laboratuvar ortamında yapılması amaçlanmıştır. Cihaz çeşitli ısı yalıtım, yapı, kaplama malzemeleri ve özellikle tuğla kiremit vb. cisimlerin ısı katsayısının ölçülmesine yönelik endüstriyel değer taşır. Peltier; üzerine DC gerilim uygulanarak, soğutma ve ısıtma işleminde kullanılan termo soğutucudur. Peltier p-n eklemlerinden oluşur. Katı cisimlerin ısı iletim katsayısının hesaplanmasında, peltierin bu özelliği kullanılarak, ısı iletim katsayısı ölçümü yapılacak, katının cisim yüzeyi ısıtılır. Cismin diğer yüzünden yapılan deneysel ölçüm sonuçlarına göre, ısı iletim katsayısı tespit edilir. Cihaz; donanım ve yazılım olmak üzere iki bölümden oluşur. Donanım; cam yünü ile izole edilen bir kutu, peltier termo soğutucu, sürücü devreleri, kontrol ve ölçüm sistemlerinden oluşur. Cihazın; 10 bit ADC, dijital kontrol, ve data portları için popüler olan PIC mikrokontrolcü kullanıldı. Cihazın PC kontrolü ve veri kayıt programı için visual BASIC programlama dili kullanıldı. [<http://wm.sdu.edu.tr/~seyit>]

Anahtar Kelimeler: Peltier, ısı transfer katsayısı, conduction, heat transfer conduction

1. Giriş Peltier Etkisi ve TEC Modül

1834’de Peltier iki metalin eklemde bir akım geçirildiğinde, akım bir yönde aktığında eklemde ısının yutulduğunu, akımın yöne ters çevrildiğinde ise ısının açığa çıktığını bulmuştur. Yarı iletken halinde elektron enerji farkı daha büyük olabilir ve eklemde daha yüksek e.m.k meydana getirir.

Bu e.m.k’in boyutu sadece eklemi meydana getiren malzemeye değil, eklemde sıcaklığına da bağlıdır Peltier etkisinde faydalanarak “Peltier effect” p-n eklemlerinin seri olarak bağlanmasıyla TEC “Termo elektrik soğutucu” modül oluşturulur. [Şekil 1.1]



Şekil 1.1 TEC

Kondüksiyon (Isı İletimi) Sayısı:

Kondüksiyonla ısı transferi Fourier denklemi ile verilmektedir. Tek boyutlu ısı transferi için; Fourier Kanunu;

$$\frac{Q}{A} = -k \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots\dots(1)$$

Δx : Malzemenin kalınlığı

$A(m^2)$: Isı transferi yüzey alanı

ΔT : Δx boyunca sıcaklık düşmesi

Buna göre birim zamanda kondüksiyonla ısı transfer miktarı;

$$Q \approx A \frac{\Delta T}{\Delta x} \rightarrow Q = k.A \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots\dots(2) \text{ denklemi elde edilir.}$$

3. Isı iletim Katsayısı ölçüm Cihaz Tasarımı

Peltier Isı iletim katsayısı cihazı tasarımı 7 bölümde incelenir. [Şekil 3.1]

A-Kontrol PC: TEC peltier modüllerin sıcaklık ayarlarını gerçekleştirmek ve sensörlerden bilgi almak için PC bilgisayarın RS232 seri haberleşme portu kullanılır. Seri porttan gelen bilgiler Kontrol programına iletilerek sensör bilgileri kayıt altına alınır.

B-DataLogger: Sıcaklık sensörleri için LM335 entegresinden çıkan analog sıcaklık değerini dijital sinyal formuna çevirmek için PicMicro DataLogger kullanılır. Datalogger Pic 16f877 mikrokontroller entegresi kullanılarak tasarlanmıştır. [Şekil 3.2]

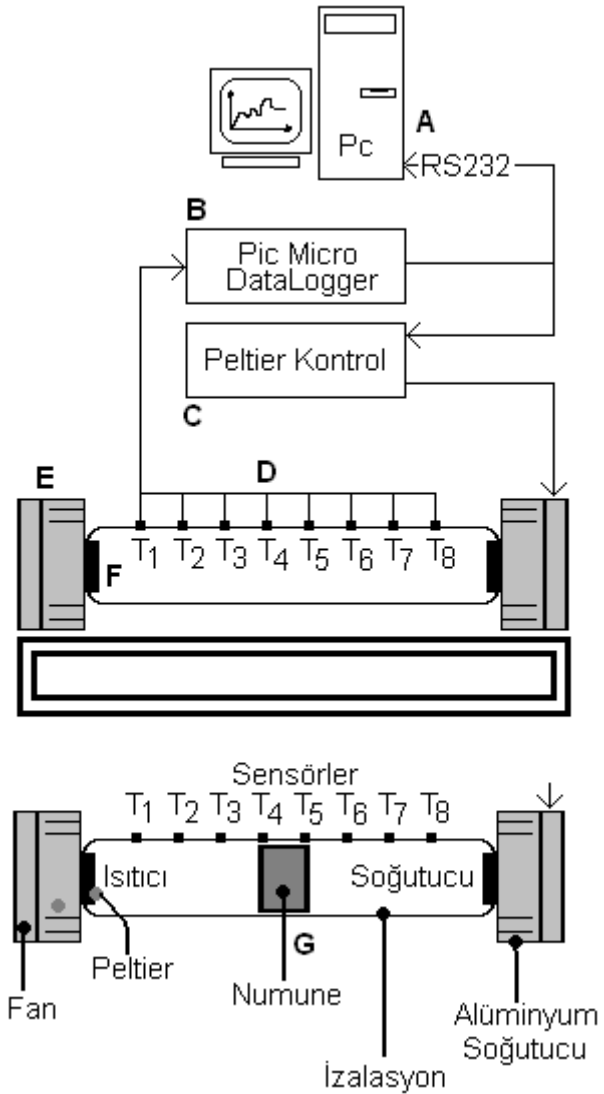
C-Peltier Kontrol: Peltier TEC modellerinin kontrolünü gerçekleştiren 2 adet röle ve Pic 16f877 mikrokontrolcüden oluşan devredir. Sistemdeki TEC modüllerin istenilen sıcaklık ve soğukluğa ayarlanmasını veya sabit bir sıcaklıkta tutulmasını sağlar. [Şekil 3.2]

D-Sıcaklık Sensörleri: 1 cm aralıklarla 8 adet LM335-LM35 Sıcaklık sensörü 8 noktadan sıcaklık ölçme işlemini gerçekleştirir.

E-Fanlar: Pelier TEC modülde oluşan fazla ısının dışarı atılması için kullanılır. [Şekil 3.4]

F-Peltier: Isıtma ve soğutma işleminde kullanılan TEC Modül. [Şekil 3.4]

G-Numune:K Sabiti ölçülecek numune bölmesi



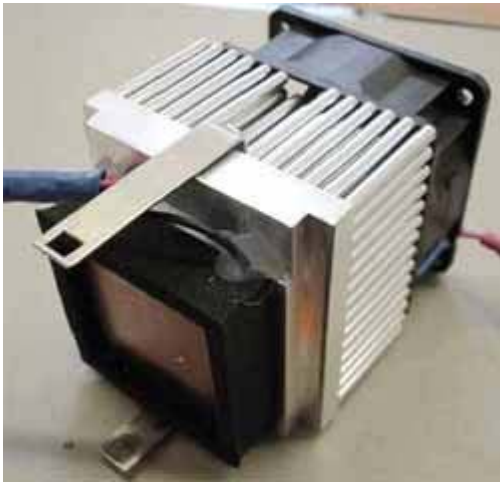
Şekil 3.1 Isı iletim Katsayısı Cihazı Şeması



Şekil 3.2 8 Kanal PIC DataLogger



Şekil 3.3 TEC Röle Kontrol Ünitesi



Şekil 3.4 TEC Modül ve Soğutucu Fanlar

Burada ölçüm noktalarının arasındaki mesafe 10 mm ve çap 25 mm olarak alınmıştır. Yapılan ilk deneyde elde edilen T_1 sıcaklığı 66,5 °C, T_8 sıcaklığı 13,5 °C Bundan sonra uygulanan formül ile “k” değeri hesaplanmaktadır. Buna göre; Pirinç için k sabiti;

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$A = \pi * 0,025^2 / 4 = 4,90 * 10^{-4}$$

$$dx=0.01m$$

TEC1-12706T125 Modül için;

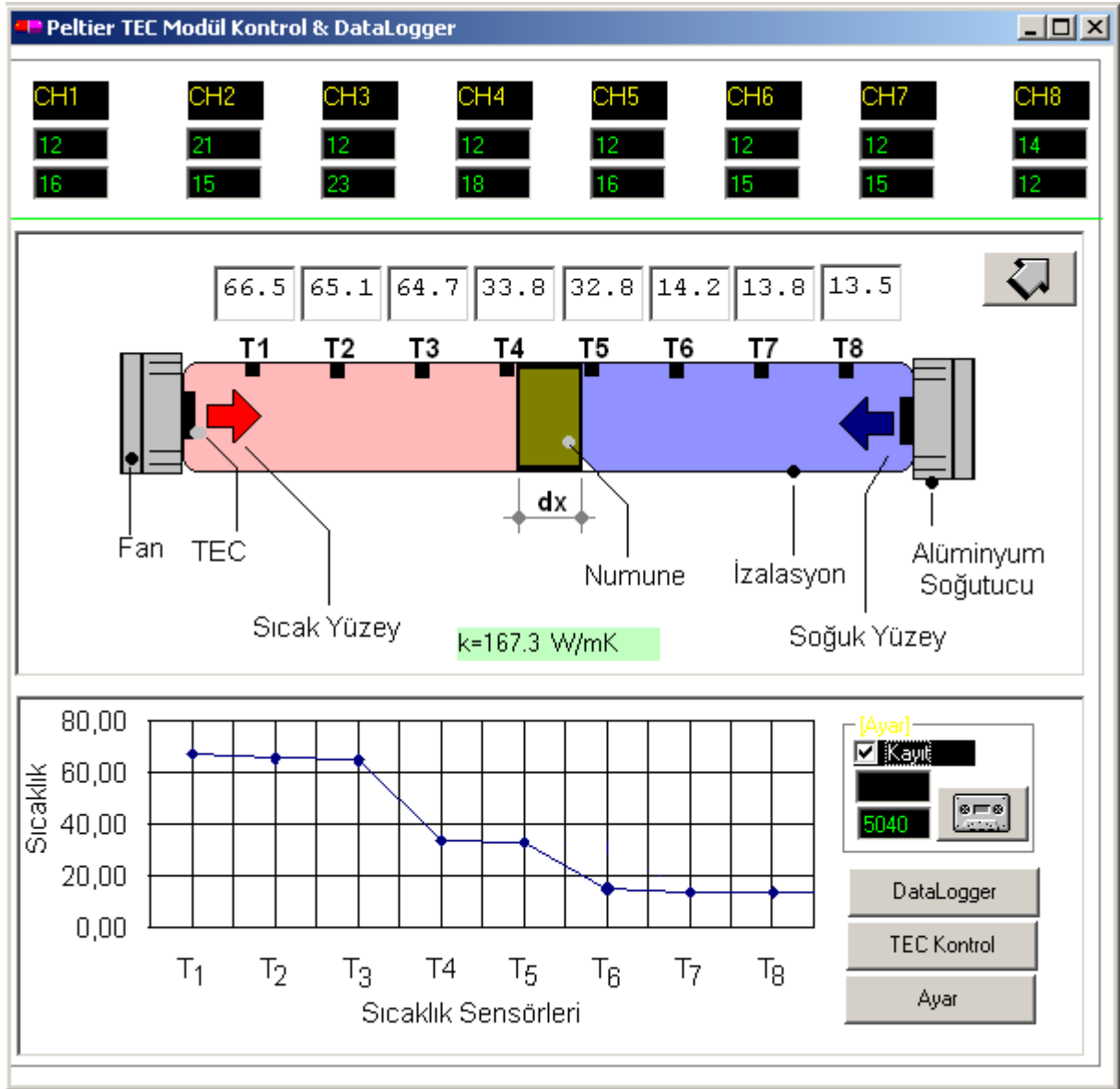
$I_{max}=6$ A ve $V_{max}=15.4$ volt için **Q= 51,4 Watt**
 $V=12$ volt DC gerilimde, $I=1.2$ Amper akım çeken;
 TEC modül için **Q=8.2 Watt**

Q Watts	T1 °C	T2 °C	T3 °C	T4 °C	T5 °C	T6 °C	T7 °C	T8 °C
8,2 W	66,5	65,1	64,7	33,8	32,8	14,2	13,8	13,5

$$\Delta T = T_4 - T_5 = 33,8 - 32,8 = 1; \quad k = (Q * dx) / (A * \Delta T); \quad k = 8,2 * 0,01 / 4,90 * 10^{-4} * 1 = 167,3 \text{ W/mK}$$

Peltier TEC Modül Kontrol & Datalogger PC Program

Soğutma amaçlı Peltier TEC Modülün ters yüzeyinde 80 derece ile 125 dereceye kadar ısıtma özelliği sayesinde ısı katsayısı hesapları 80-125 derece sınırları içinde yapılır. Deneysel data verilerinin PC ortamında işlenmesi ve k değerinin hesaplanması amacıyla kontrol programı yazılmıştır. Program alınan deneysel sıcaklık verilerini zamana bağlı olarak bir dosyada saklar. Deneyin başlangıcından sonuna kadar tüm sistemin durumu izlenir. Program PC nin RS-232 adı verilen seri haberleşme portu aracılığı ile sıcaklık datalarını PIC DataLogger den aldıktan sonra monitörde izlenebilecek hale getirir. Peltiere TEC modüle ait sıcaklık kontrollerinide yapar. Cihaz özellikle 30-120 derece ölçüm aralığı içinde tuğla, kiremit, vb. katı cisimlerin ısı iletim katsayılarını ölçmek için kullanılabilir. Cihazın üretiminin mümkün olması ve maliyetinin düşük olması en büyük avantajıdır. [Şekil 4.1]



Şekil 4.1 Peltier TEC Modül & DataLogger

[Daha ayrıntılı Bilgi için; <http://wm.sdu.edu.tr/~seyit> internet sitesini ziyaret ediniz.]

4. Referanslar

- [1] Peltier Practise <http://www.dansdata.com/peltprac.htm>
- [2] Peltier Effect http://en.wikipedia.org/wiki/Peltier_effect
- [3] Cihaz Teknolojisi Sıcaklık ve Kimyasal birleşimin ölçümü, s:50-52MEB Yayınları, 1994
- [4] <http://petrus.upc.es/~wwwdib/sisen/Ppal/English/Investiga/lineas/termoelectricida>
- [5] <http://www.ceet.niu.edu/faculty/kostic/th-cond-lab.html>
- [6] Kocaeli Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Ders Notları
- [7] TEC12706.pdf Peltier TEC data sheet
- [8] PIC 16f877 Microchip.pdf PIC 16F877 data sheet <http://www.microchip.com>