

**Makale
(Article)**

Farklı Sıcaklık Hissedici Tipleri için Ölçümleme Sistemi Geliştirilmesi

Volkan ERYÜKSEL*, **Turhan ÇOBAN****, **Hüseyin BULGURCU*****

*VEBS Elektronik, Küçük Sanayi Sitesi 12 Ekim Cad. 36. Sok. No:4D BALIKESİR, vebsel@gmail.com

**Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bornova ZM R, turhan.coban@ege.edu.tr

***Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Müh. Bölümü, Çarşı Yerleşkesi BALIKESİR

hbulgur@yahoo.com

Geliş Tarihi: 28.11.2013

Kabul Tarihi: 07.02.2014

Özet

PTC, NTC, ısı çiftleri, vb. sıcaklık hissedicilerin belirli sıcaklıkta açıklanan değerleri gösterip göstermediğinin teyidi için sabit sıcaklıkta ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Sabit sıcaklık üretici sistemler genelde iki farklı tipte imal edilirler. Bunlardan birincisi sabit sıcaklık banyosudur. Bu banyo içindeki özel sıvı sayesinde -40°C ve 120 °C derece arası sıcaklıklar sağlanabilir. İkinci tip sabit sıcaklık cihazı ise sıvı kullanmaz, sıvı yerine ısı iletim katsayısı yüksek olan bakır ya da alüminyumdan yapılmış kütle ve bu kütleyi ısıtacak direnç elemanı kullanır. Sıcaklık ölçümleme (ölçümleme) sisteminde sıcaklığı hassas bir şekilde ölçmek için NTC sondası kullanılmıştır. Sistemi ısıtmak için 220 V/100 W gücünde ufak bir ısıtıcı ve bu ısıtıcıya faz açısı kontrolü yapıp gücü ayarlaması için PIC 18F452 mikro kontrolcü kullanılmıştır. Mikro kontrolcüler için yazılan PID kontrol algoritması güç ayarlamaları yapıp kütlenin ısıısının ortam sıcaklığının biraz üstü ve 120°C derece arasında sabit kalmasını sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık hissediciler, PTC, NTC, ölçümleme seti.

Calibration System Development For Different Types Of Temperature Sensors

Abstract

Thermometer systems such as PTC, NTC type resistance thermometer sensors, thermocouples should be calibrated to ensure uncertainties of the readings. Constant temperature sources can be built as two basic types. The first one is constant temperature bath. Temperature in the range of -40 C to 200 C can be obtained by using this type of constant temperature sources. In the second type of constant temperature sources there are no liquid bath, instead a high heat conduction metal block made of aluminum or copper is used. The block is heated by using resistance and cooled by using a cooling circuit. This type of calibration system is designed by our research group. In order to use temperature of the block accurately NTC type temperature sensors are used. In order to heat the system 220 V/100 W heaters are used. In order to control temperature of the block a PIC18F452 microcontroller and PID algorithm programs written for this microcontroller is used. System temperature can be adjusted between room temperature to up to 120 C and kept constant for desired time period.

Keywords: Temperature sensors, PTC, NTC, calibration set.

1. GİRİŞ

Sıcaklık, belki de en yaygın olarak ölçülen fiziksel parametredir. Günümüzde, sıcaklık ölçümü de iki yoldan yapılabilmektedir. Ölçme için de iki seçeneklerin bulunması, doğal olarak, bazı soruları

Bu makaleye atıf yapmak için

Eryüksel V., Çoban T., Bulgurcu H., "Farklı Sıcaklık Hissedici Tipleri için Ölçümleme Sistemi Geliştirilmesi" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, (10) 53-59

How to cite this article

Eryüksel V., Çoban T., Bulgurcu H., "Calibration System Development For Different Types Of Temperature Sensors" Electronic Journal of Machine Technologies, 2013, (10) 53-59

beraberinde gündeme getirmektedir. Sıcaklı ı nasıl ölçebilirim? Ölçümlerim ne do ruluktur? Sıcaklı ı ölçmek için en iyi cihaz nedir? Ölçüm cihazıma ölçümleme (kalibrasyon) gereklidir?

Sıcaklık ölçümü gereksinimi oldu u zaman yukarıda belirtilen genel sorularla kar ıla ırız. Sıcaklık ölçmek için de i ik ölçüm cihazları kullanılır: Sıvılı cam termometre (LIG), ısıl çift (TC), termistör, direnç sıcaklık detektörleri (RTD), platin direnç termometreleri (PRT), standart platin direnç termometreleri (SPRT) [1].

Sıcaklı ın do ru ekilde ölçülmesi bilimsel veriler için çok önemlidir. Sıcaklık algılayıcıların çok çe itli olması bu ihtiyacı daha önemli hale getirmektedir. Bu amaçla gerek deney cihazlarında ve gerekse test cihazlarında sıcaklık ölçümlemesine ihtiyaç bulunmaktadır. Ülkemizde bu hizmetler için TURKAK tarafından akredite olmu resmi ve özel kurulu lar mevcuttur [2, 3, 4]. Bu kurulu larda genellikle a a ıdaki cihazlarla ilgili ölçümleme hizmetleri verilmektedir:

- Dirençli Termometre (PRT ler - PT 100 , PT 1000 , PT 200 , PT 50 vb)
- Termo couple (Isıl çiftler- K , J, B, T, N, L, E vb Tipler)
- Dijital Sıcaklık Ölçerler
- Analog Sıcaklık Ölçerler
- Bimetalik Termometreler
- Sıcaklık Ölçüm ve Kontrol cihazları
- Buzdolabı Deepfreezer
- Etüv nkübatör
- Sterilizatör Otoklav-Kül fırını
- So uk Hava Dolapları
- Fırınlr (Isıl i lem Fırınları Dahil)
- Su Banyosu
- Termograf- Data Loger
- Nem Ölçüm Cihazları (Termohigrometre ve Data Logerli Kaydediciler)

Sıcaklık ölçümlerinde 1990 yılından itibaren kullanılan Uluslararası Sıcaklık Ölçe i ITS-90 daha önce kullanılmı olan birçok Uluslararası Sıcaklık Ölçe inin (ITS-27, ITS-48, ITPS-48 ve ITPS-68) bugüne dek geli mesiyle ortaya çıkmı tır. Bu ölçekler, sıcaklık ölçümlerinin do ru ve tekrarlanabilir bir ekilde yapılmasına ve ölçülen sıcaklı a kar ılıklı gelen termodinamik sıcaklı a en yakın ekilde hesaplanabilmesine olanak verecek ekilde formüle edilmi tir.

Sıcaklık algılayıcılarının ölçümlemesi için en yaygın yöntem, sıcaklık algılayıcılarını buldukları yerden sökerek, kuru banyolara, ya da mikro-banyolara daldırmaktır. Bu ölçümleyiciler (kalibratörler) ile geni bir aralıkta, kararlı bir sıcaklık ortamı sa layıp, ölçümleme yapılan algılayıcının ve referans termometrenin ölçtü ü sıcaklıkları, yüksek do ruluk sa lamak için kar ıla tırabilirsiniz. Alternatif olarak, sıcaklık algılayıcılarını buldukları yerden sökmeden de kalibre edebilirsiniz. Bu durumda ya ölçümleme yapılacak algılayıcının bulundu u ortama, ya da yakınındaki termometre kılıfına referans termometre tatbik edilir.

Bu çalı mada sıcaklık ölçümleme için tasarlanan bir kontrol cihazının ayrıntıları ile ilgili detaylı açıklamalar verilecektir.

2. 8 KANALLI VERİ TOPLAMA SİSTEMİ

Veri toplama sistemi 8 kanallı olup her kanala nem, sıcaklık, PTC, NTC, PT100, PT-1000 devir algılayıcı, 4-20 mA okuyucu, gibi sıcaklık algılayıcıları ba lanabilmektedir. Veri toplayıcı beslemesi 24 DCV olup PLC sistemleri beslemesi ile uyumludur.

Sistem haberle mesi RS 485 ileti im ile Modbus ileti im standardı ile haberle mektedir. Baud hızı parity flow kontrol ve veri toplayıcının adres bilgisi istenildi i takdirde üzerindeki dip sviçler yardımıyla de i tirilebilir. Bu sayede farklı sistemler ile uyumlulu u sa lanmı olmaktadır.

Veri toplayıcı sistemine ba lanan algılayıcılar iki uçlu kablo ile ba lanıp algılayıcıların beslemesi ve haberle mesi gene aynı iki uçlu kablo ile sa lanmaktadır. ki uçlu kablo üzerinden hem veriler hem de güç aktarım sa lanmı algılayıcı ve kart içine yazdı ımız program ve algoritmalar sayesinde verinin kusursuz ve uzun mesafe ile okunabilmesi sa lanmı tır. ki kablo ile ba lanabilen algılayıcı en fazla 500 m mesafe ile veri aktarabilmektedir.

Veri toplama sistemi 8 kanal ileti im soketine sahip olmasına ra men her portta iki adres vardır. Örne in bir kanala takılan nem ve sıcaklı ı okuyan algılayıcımız için cihazın 0. adresinde sıcaklık 1. adresinde nem bilgisi olarak gelmektedir. Veri toplama cihazının 0-15. adresleri algılayıcılardan gelen bilgileri okumak için kullanılmaktadır. Di er adreslerde algılayıcın fi ini taktı ımızda algılayıcın içindeki mikroi lemci yardımıyla algılayıcı kendini veri toplayıcı tanıtır. Veri toplayıcının 20-27 inci adreslerinde bu algılayıcın tanımlama kodu yer alır bu sayede algılayıcı tanımı hemen ö renilebilir. 30 numaralı adreste ise bitlere bakılarak algılayıcıların hatasız çalı ıp çalı madı ı iki uçlu kabloda bir kısa devre olup olmadığı bilgileri okunur.

Veri toplama sistemi herhangi bir PC veya dokunmatik ekran ile Modbus protokolü ile haberle ebilmektedir. A a ıdaki diyagramda temel olarak veri toplayıcının yapısı gösterilmi tir.

3. NEM VE SICAKLIK ALGILAYICI

Nem ve sıcaklı ı okumak için SHT11 algılayıcı kullanılmaktadır. Sıcaklık okuma kararlılı ı ve nem okuma kararlılı ı sayesinde tercih edilmi tir. SHT11 algılayıcı besleme ve CLK ve veri uçları sahip 4 uçlu TTL voltaj seviyesinde çalı an bir algılayıcıdır. Mikroi lemci ile direkt ileti im sa layabilir. Fakat mikro kontrol algılayıcı arası uzatma kablo mesafesi TTL voltaj seviyede en fazla 1 metreyi geçmemektedir. Tasarladı ımız algılayıcı kartı ile SHT 11 algılayıcının verilerin toplanması mikroi lemci yardımıyla yapılıp firmamız tarafından gerçekleştirilen özel bir protokol yardımıyla 500 m iki uçlu blendajsız kablo vasıtasıyla veri toplama sistemine verileri aktarmak mümkün olmu tur.

4. SICAKLIK KAL BRASYON S STEM

Sıcaklık sondalarının (RTD, NTC, PTC vb. gibi) ısısal kararlılıkları ve do ruluklarını ölçmek için sıcaklık ölçümleme sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Temelde iki türlü sıcaklık ölçümleme sistemi kullanılmaktadır.

Sıvı banyolu sıcaklık ölçümleme sistemi ve katı hal sistemli sıcaklık ölçümleme sistemleri piyasada bulunmaktadır. Sıvı banyolu ölçümleme sistemlerinde yüksek kaynama noktalı ve oldukça dü ük donma sıcaklı ına sahip özel ölçümleme ya ları kullanılmaktadır. Sıcaklı ın kararlı bir ekilde da ılımı için bir devridaim motoru ve dü ük sıcaklıklarda kullanım için de so utucu ünite içermektedir. Bu tip sistemler ta inabilirlik açısından çok elveri li olmayıp fabrikalardaki ya da antiye alanlarında sıcaklık ölçümlemesi yapmak için tercih sebebi de ildir. Bu sebepten ta inabilir ortamlarda katı hal sıcaklık ölçümleme sistemi kullanmak daha elveri lidir. Katı hal ölçümleme sistemi ısıyı iyi ileten bir kütle ve sıcaklı ı sabit tutacak hassas PID kontrollü bir kontrolcüden geçmektedir. Sistemde iyi bir ısı iletkeni olan bakır ve üzeri okside olmaması için yüzeyi gümü kaplanmı tır.

Bakır kütleinin yüzeyine piyasada kullanılan algılayıcıların boyutlarında delikler açılmı ve burada kalibre edilmeleri sa lanmı tır.

Sıcaklık ölçümleme sisteminin sıcaklığı gerçek de erde göstermesi çok önemlidir. Sistemde tasarlanan PCB devrenin sıcaklık de erini tam olarak okuyabilmesi için hassas bir sıcaklık okuma sondasına hassas bir gerilim kayna ına ve hassas bir ADC ye ihtiyacı olmaktadır. Sistemde sıcaklık ölçüm sondası olarak PT-1000 tercih edilmiştir. PT-1000 sondasının sıcaklık de erini okumak için 10k'lık hassas bir film direnç ile 2,5 V'luk referans voltajına seri ba lanarak PT 1000 üzerine dü en gerilim ADC vasıtası ile ölçülmü tür. 2,5 Volt referansın sıcaklık ve voltaj dalgalanmalarından ya da dı arıda olu abilecek yüksek frekanslı devrelerden etkilenmemesi gerekmektedir. 2,5 Volt beslemeli voltaj bölücü devrenin referans voltajı AD 780 entegresi tarafından sa lanmaktadır. Yine PT-1000 üzerinden geçen akım sonucunda üzerinde olu an voltaj, 22 bit çözünürlü e sahip MCP3553 tarafından okunmaktadır. Sistem, olu abilecek parazitlere kar ıda özel filtre devreleri ile korunmu tur.



ekil 1. Sıcaklık ölçümleme cihazı

PT-1000 sondası direnç de erleri sıcaklığı ba lı olarak do rusala yakın olsa da polinomlar yardımıyla do ru sonuçlar elde edilmiştir.

Sıcaklık bilgileri do ru bir ekilde okunduktan sonra geriye ısıtıcı sistemi ve bu ısıtıcı sistemi do ru bir ekilde kontrol edecek sistemin tasarımına ihtiyaç duyulmu tur. Sistemde mikro i lemci olarak pic18f452 kullanılmıştır. Isıtıcıyı çok hassas bir ekilde kontrol etmek için triyak ile alternatif akımın sıfır noktasını okuyarak faz açısı kontrolü ve aynı zamanda PID kontrolü sayesinde hassas kontrol yapılmaktadır.

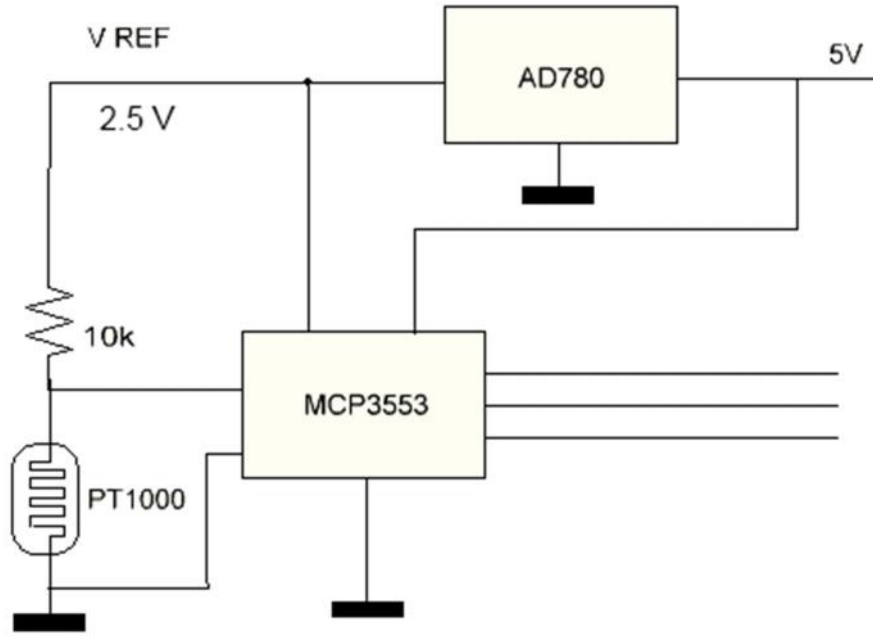
Tasarlanan sistem bilgisayar ba lantılı olup; P, I, D de erleri bilgisayar üzerinden de de i tirilebilir.

Sistemdeki sıcaklık bilgisi anlık olarak bilgisayara aktarılıp, grafik yardımıyla sıcaklık de erinin nasıl oturdu u kontrol edilebilir. Cihaz, PID kontrol algoritmasının çalı ma mantı ının ve P, I, D de erlerinin nasıl etkili oldu unun kavranmasında ö rencilere faydalı olabilir.

ekil 2'de sıcaklık ölçme devresi temel olarak gösterilmiştir. PT-100 algılayıcı 10 k %1 toleranslı seri film direnci vasıtasıyla gerilim bölücü devre olarak çalı maktadır. PT-1000 algılayıcısında kendi kendini ısıtma (self heat) meydana gelmemesi için PT-1000 algılayıcı üzerinden geçen akımın 1 mA'den küçük olması istenmektedir. PT-1000 algılayıcının kısa devre yani 0 ohm oldu unu dü ünürsek bile ($R_i=2,5/10000$) devreden geçen akım 0,25 A'dir ve bu de erde istenilen de erin $\frac{1}{4}$ 'ü olmaktadır.

Sistemin sıcaklığını do ru bir ekilde okuduktan sonra sistem sıcaklığını çok hassas bir ekilde sabit tutmak gerekiyor. Kalibre blo unu ısıtmak için 100 W'lık 220 Volt tüp rezistans kullanılmış olup blo un içersine ısı transfer pastası kullanılarak sabitlenmiştir.

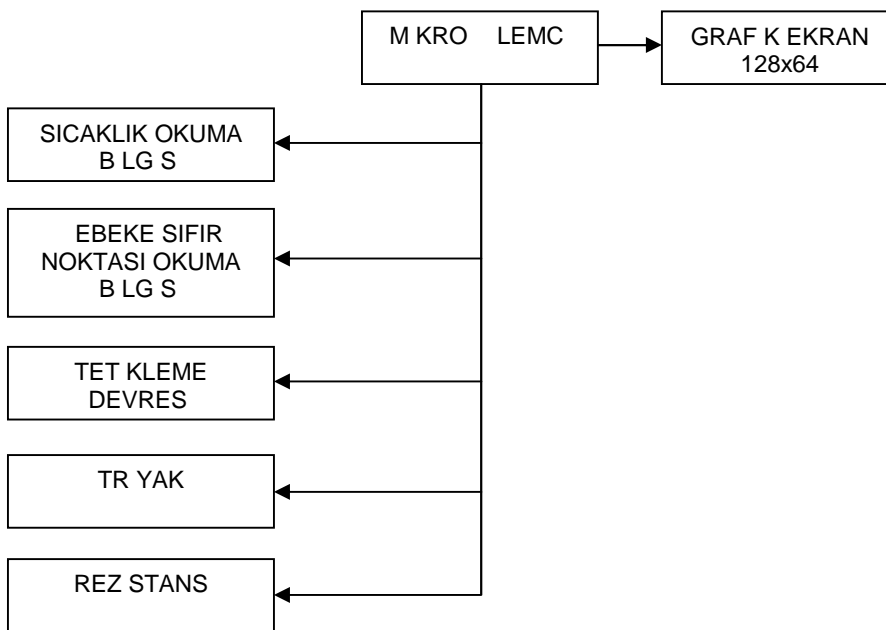
Sistemin ısıl kararlılı ını sa lamak amacı ile kütlein sıcaklığı 10 ms'de bir okunup PID çevrimi ile yeni faz açısı tetikleme hesaplanır. Hesaplanan faz tetikleme açısı bilgisi ile bir sonraki alternansta triyak tetiklenip güç ayarı yapılması sa lanır. Rezistansa uygulanan güç her çevrimde de i tirilir. Bu ekilde sistemin sabit bir ısıda kalması sa lanır.



ekil 2. Sıcaklık ölçme devresi

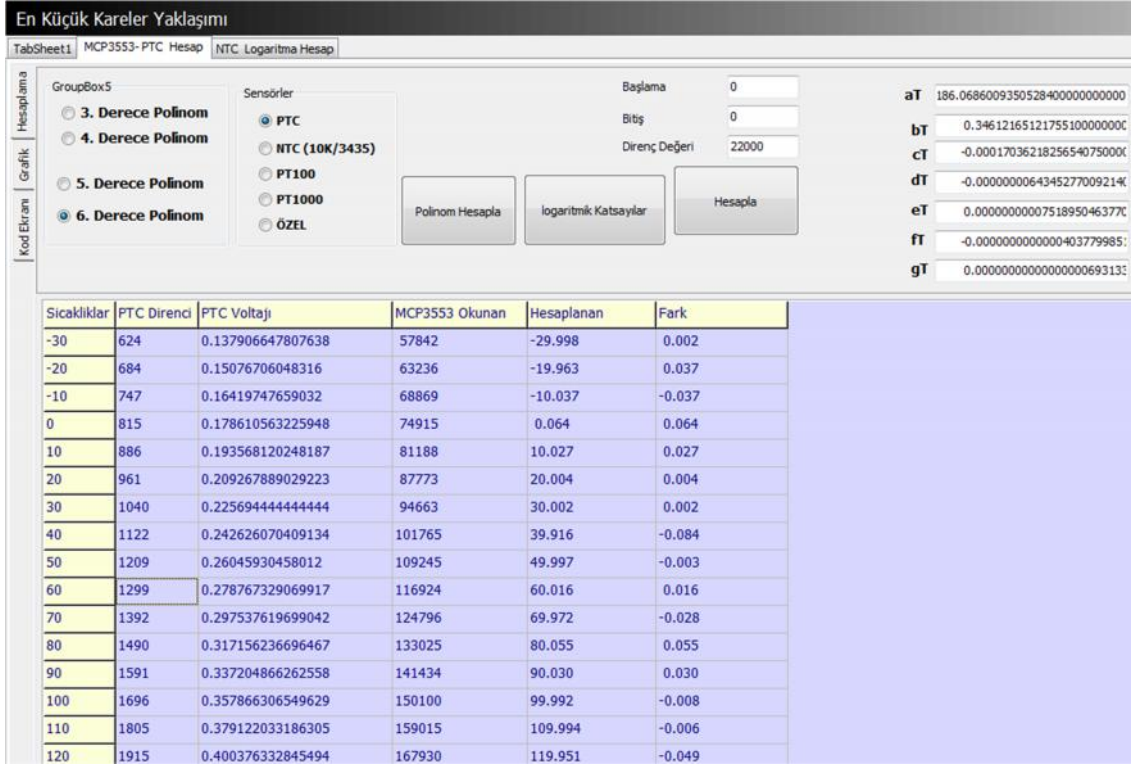
Sistemde PID de erlerini otomatik yeniden ayar (auto tuning) yapacak bir algoritma yoktur. P, I, D de erleri sistemin RS232 kapısına ba lanabilen bir bilgisayar programı yardımıyla girilmektedir. Bilgisayar programı yardımıyla girilen PID de erleri bilgisayar programı içerisinde bulunan grafik ara yüzüyle takip edilir. Sıcaklı ın oturması için beklenir ve grafik verileri incelenir. Grafi e göre PID de erleri tekrar hesaplanır.

Program yardımıyla PID de erlerinin ne gibi sonuçlar do urdu u programda grafik olarak görüntülendi i için sistemin PID e itim seti olarak da kullanılması mümkün olabilmektedir.

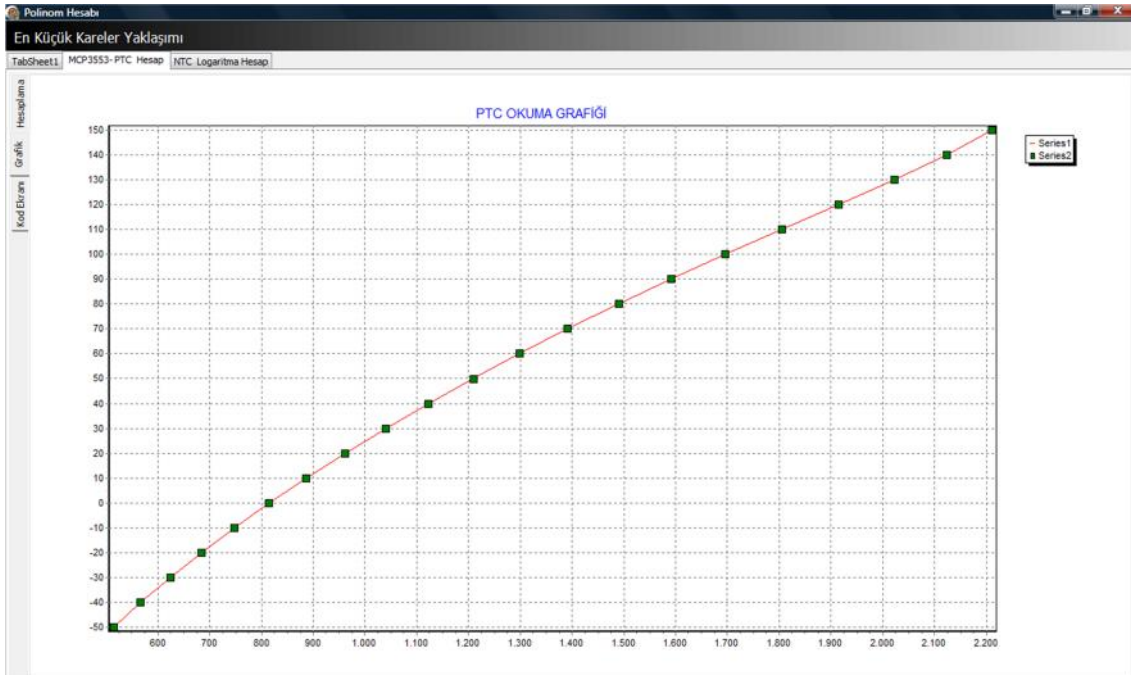


ekil 3. Isı ölçümleme cihazı blok eması

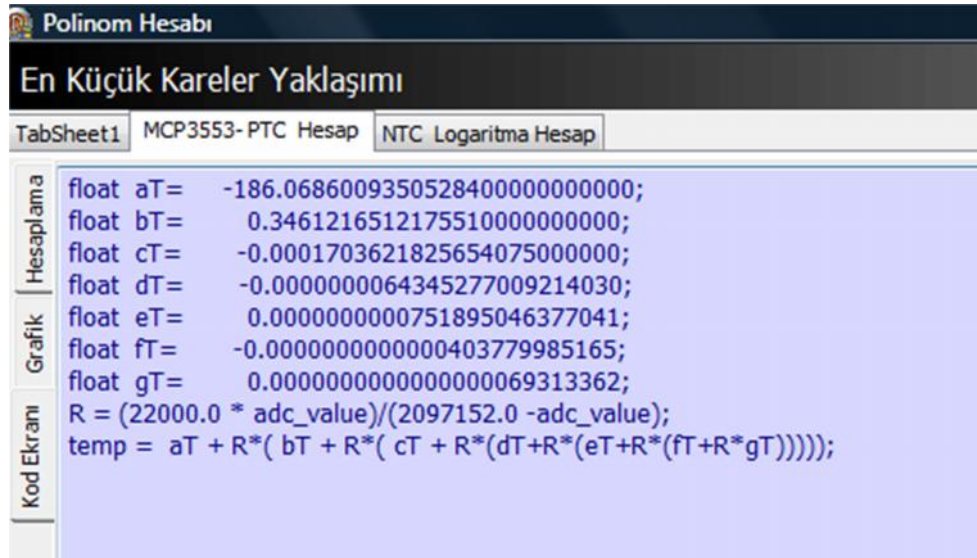
Sistemde de i ik sıcaklıklar ile ölçüm sondasının de erleri alınarak kar ıla tırma yapılır. Bu de erler daha sonra bir en küçük kareler yöntemi yardımıyla polinom katsayıları tekrar hesaplanıp sapmalar giderilerek do ru sonuca yakla tırılır (ekil 4, ekil 5 ve ekil 6).



ekil 4. En küçük kareler yöntemiyle polinom ölçülen ve referans de erlerin kar ıla tırılması



ekil 5. PTC de er okuma grafi i



```

float aT= -186.06860093505284000000000000;
float bT= 0.34612165121755100000000000;
float cT= -0.00017036218256540750000000;
float dT= -0.0000000064345277009214030;
float eT= 0.0000000000751895046377041;
float fT= -0.0000000000000403779985165;
float gT= 0.0000000000000000069313362;
R = (22000.0 * adc_value)/(2097152.0 -adc_value);
temp = aT + R*( bT + R*( cT + R*(dT+R*(eT+R*(fT+R*gT))));

```

ekil 6. En küçük kareler yakla ımı ile polinom katsayılarının bulunması

5. SONUÇ

Geli tirilen portatif sıcaklık ölçümleme sistemi, sıcaklık kontrollü cihazlar üreten firmalarda ve üniversitelerin ısı laboratuarlarında kullanılan sıcaklık algılayıcıların hassasiyetlerinin belirlenmesi için kullanılabilir. Özellikle cihazda grafik ekran yardımıyla referans sıcaklık ile kar ıla tırılan algılayıcı sıcaklıkları arasındaki farkların gözlenebilmesi ve polinom katsayıları ile do rultulabilmesi, cihazın PID kontrol cihazı olarak da kullanılabilmesi önemli avantajlar sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] <http://www.netes.com.tr/makale.asp?gorev=detay&id=64&cat=26>
- [2] <http://www.unitest.com.tr/endustriyelölçümleme/3-sicaklik-kalbrasyonu.html>
- [3] <http://www.markal.com.tr/sycaklykölçümlemelary.html>
- [4] <http://www.unitest.com.tr/endustriyelölçümleme/3-sicaklik-kalbrasyonu.html>