

**LabVIEW GÖRSEL GRAFİK PROGRAMI İLE PELTIER  
YARIİLETKENİNE ENERJİ VERİLDİĞİNDE SICAKLIK  
PERFORMANSININ İNCELENMESİ**

**Pamukkale Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Benhar AYDOĞAN**

**Danışman: Prof. Dr. Mustafa TEMİZ**

**Haziran, 2006  
DENİZLİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU**

Benhar AYDOĞAN tarafından Prof. Dr. Mustafa TEMİZ yönetiminde hazırlanan “**LabVIEW Görsel Grafik Programı ile Peltier Yarıiletkenine Enerji Verildiğinde Sıcaklık Performansının İncelenmesi**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Mustafa TEMİZ  
Jüri Başkanı (Başkan)



Yrd. Doç. Dr. Refik SAMET  
Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Selim BÖREKÇİ  
Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
.../.../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL**  
Müdür

## **TEŞEKKÜR**

BaŐta, çalıŐmalarım boyunca benden desteğini esirgemeyen, her zaman sorularımı en kısa sũrede cevap veren ve bana yol gœsteren danışman hocam Bœlũm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mustafa TEMİZ'e ve sayın Dr. Refik SAMET'e, benden desteğini esirgemeyen bœlũm hocalarına teŐekkũrlerimi sunarım.

**Benhar AYDOğAN**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu bulguların çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :  
Öđrenci Adı Soyadı : Benhar AYDOĞAN

## ÖZET

### LabVIEW GÖRSEL GRAFİK PROGRAMI İLE PELTİER YARIİLETKENİNE ENERJİ VERİLDİĞİNDE SICAKLIK PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Aydoğan, Benhar  
Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Elektronik Mühendisliği ABD  
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Mustafa TEMİZ

Haziran 2006, 39 Sayfa

Peltier, p ve n jonksiyonlarının seri bağlanmasıyla oluşan ve içinden doğru akım geçtiğinde “Peltier efekti” diye bilinen fiziksel bir etki ortaya çıkaran elemandır. Bu etki ile malzemenin bir yüzü ısınırken diğer yüzü soğur. Peltier malzemesi, 4x4x0,5cm gibi, değişik boyutlarda imal edilmekte ve 3 ile 15 volt arasında herhangi bir gerilimde çalışabilmektedir. Uygulanan gerilimin yönü ters çevrildiğinde ısınan yüzey ile soğuyan yüzey yer değiştirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yukarıda belirtilen özelliklere sahip Peltier yarıiletken malzemesinin teknik karakteristiklerini inceleyerek en verimli çalışma modlarının ve kullanım alanlarının tespit edilmesidir. Çalışmada, LabVIEW 6.1 görsel grafik programlama dili yazılımı ve DAQ 1200 veri toplama kartı kullanılarak, malzemenin ısınan ve soğuyan yüzeylerindeki sıcaklık değerlerinin girişe uygulanan gerilimin oranına, malzemenin boyutlarına, kullanım alanlarına, dış faktörlere vb. göre nasıl değiştiği incelenerek en uygun çalışma şartları belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Peltier, LabVIEW, Veri toplama kartı, Termoelektrik, Isı dağıtıcı, Termokapıl, Simulasyon

Prof. Dr. Mustafa TEMİZ  
Yrd. Doç. Dr. Refik SAMET  
Yrd. Doç. Dr. Selim BÖREKÇİ

## ABSTRACT

### STUDY OF THERMAL PERFORMANCE OF PELTIER SEMICONDUCTOR APPLIED WITH ENERGY WITH LabVIEW

Aydoğan, Benhar

M. Sc. Thesis in Electrics – Electronics Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa TEMİZ

June 2006, 39 Pages

Peltier module is constructed by serially connected p and n junctions. When applied a direct current through these junctions, a physical effect, known as “Peltier Effect” is observed. With this effect, while one side of the module is heated up the other side cools down. Peltier module is manufactured in varying dimensions (i.e. 4x4x0.5cm) and capable of working anywhere between 3 volt and 15 volt. Reversing the direction of the applied voltage causes heated side to cool down and vice versa.

The goal of this study is to examine the technical characteristics of Peltier semiconductor modules and determine the most efficient operation modes and usages. In order to reach this goal, the temperature changes of the warming and cooling surfaces are studied under varying values of applied voltage, different module dimensions, usages and external factors using LabVIEW 6.1 visual programming language and DAQ 1200 data acquisition card

**Keywords:** Peltier, LabVIEW, Data Acquisition Card, Termoelectric, Heat sink, Termocouple, Simulation

Prof. Dr. Mustafa TEMİZ

Yrd. Doç. Dr. Refik SAMET

Yrd. Doç. Dr. Selim BÖREKÇİ

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

Yüksek Lisans Tez Onay Formu.....	i
Teşekkür.....	ii
Bilimsel Etik Sayfası.....	iii
Özet.....	iv
Abstract.....	v
İçindekiler.....	vi
Şekiller Dizini .....	vii
Tablolar Dizini.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Tanımı.....	2
1.1.1. Soğuk eklemdeki ısı hareketi.....	3
1.1.2. Sıcak eklemdeki ısı hareketi.....	3
1.1.3. Çalışma prensibi ve soğutma.....	3
1.1.4. Isı transferi.....	4
1.2. Amaç ve Yöntem.....	5
1.2.1 LabVIEW programı.....	5
2. PELTIER.....	7
2.1. Literatür Araştırması.....	7
3. SOĞUTUCU MAKETİN TANITIMI.....	13
3.1. Soğutucu Maket Bileşenleri.....	13
3.1.1. Soğutucunun fiziksel yapısı.....	21
3.1.2. Soğutucu cihazın çalışması.....	23
3.2. LabVIEW Yazılımı.....	25
4. SICAKLIK PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ VE ANALİZİ.....	27
4.1. LabVIEW Programı ile Sıcaklık Ölçümü.....	27
4.2. LabVIEW’de Soğuk Yüzeyin Ön Paneli ve Sıcaklık Ölçüm Değerleri.....	29
5. SONUÇ VE ÖNERİ.....	35
KAYNAKLAR.....	36
Ekler.....	38

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1 Çapraz geçiş.....	4
Şekil 1.2 Peltier'e enerji uygulandığında akım geçişi.....	4
Şekil 1.3 Termoelektrik soğutucuda p tipi ve n tipi yarıiletkenin kullanımı.....	5
Şekil 3.1 Peltier'e bağlanan güç kaynağı ve LM35 sıcaklık algılama sensörleri.....	13
Şekil 3.2 Cihazda kullanılan Peltier yarıiletken.....	13
Şekil 3.3 Peltier ile ısı dağıtıcı ve soğutucu fanın bağlantısı.....	14
Şekil 3.4 Peltier'e LM35'lerin bağlantısı, heatsink (ısı dağıtıcı alüminyum levha).....	14
Şekil 3.5 Peltier modülünün yapısı.....	15
Şekil 3.6 Peltier modül.....	15
Şekil 3.7 Pic mikrodenetleyici kontrollü ana kart.....	17
Şekil 3.8 Pic mikrodenetleyici kontrollü ana kart simülasyon devresi.....	18
Şekil 3.9 Pic mikrodenetleyici kontrollü ana kart açık devre şeması.....	18
Şekil 3.10 LM35 ısı algılayıcı sensörlü ısı kontrol baskı devresi.....	19
Şekil 3.11 Pic mikrodenetleyici kontrollü ana kart baskı devre şeması.....	19
Şekil 3.12 LM35 ısı algılayıcı sensörlü ısı kontrol açık devre şeması.....	20
Şekil 3.13 LM35 ısı algılayıcı sensörlü ısı kontrol simülasyon devresi.....	20
Şekil 3.14 LM35 ısı algılayıcı sensörlü ısı kontrol kartı baskı devre şeması.....	21
Şekil 3.15 Röleli çift yönlü soğutucu kızak motor kontrol kartı simülasyon devresi.....	21
Şekil 3.16 Soğutucu maket soğutma konumunda çalışır konumdayken.....	22
Şekil 3.17 Soğutucu maket'e ilk enerji verildiğinde ve kapağı kapalı konumda . çalışırken.....	23
Şekil 3.18 Soğutucu maket çalışır konumda ve kapağı açıkken.....	24
Şekil 3.19 Soğutucu maket çalışır konumdayken alt gövde.....	24
Şekil 3.20 Soğutucu haznenin mekanik yapısı ve elemanların bağlantısı.....	25
Şekil 3.21 LabVIEW blok diyagramı.....	26
Şekil 3.22 LabVIEW ön panel.....	26
Şekil 4.1 Peltier'e 6 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=29^{\circ}\text{C}$ .....	29
Şekil 4.2 Peltier'e 8 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=21,97^{\circ}\text{C}$ .....	30
Şekil 4.3 Peltier'e 9 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=8,79^{\circ}\text{C}$ .....	30
Şekil 4.4 Peltier'e 10 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=2,44^{\circ}\text{C}$ .....	30
Şekil 4.5 Peltier'e 10,5 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=1,83^{\circ}\text{C}$ .....	31
Şekil 4.6 Peltier'e 11 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=1,46^{\circ}\text{C}$ .....	31
Şekil 4.7 Peltier'e 11,5 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=0,98^{\circ}\text{C}$ .....	31
Şekil 4.8 Peltier'e 12 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=0^{\circ}\text{C}$ .....	32
Şekil 4.9 Peltier'e 13 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=36,99^{\circ}\text{C}$ .....	32
Şekil 4.10 Peltier'e 14 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=57,5^{\circ}\text{C}$ .....	32
Şekil 4.11 Peltier'e 15 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=62,74^{\circ}\text{C}$ .....	33
Şekil 4.12 Peltier'e 16 volt verildiğinde peltier yüzey sıcaklığı $T=66,28^{\circ}\text{C}$ .....	33



**TABLULAR DİZİNİ****Sayfa**

Tablo 4.1. Peltier yarıiletkenin soğuk yüzeyinin farklı iki noktasından okunan sıcaklık değerleri.....	27
--	----

## 1. GİRİŞ

Görsel Grafik programları akademik ve endüstriyel çalışmalarda daha sık olarak kullanılmaktadır. Bunun nedenlerini sayacak olursak, problemin algoritma ve çözümünde kazandırdığı zaman, sabit sistem maliyeti, başka bir kullanıcı tarafından kolay anlaşılabilirliği, görsel ve sesli olarak izleyebilme ve veri depolama, sistemin eklemeye ve modellemeye olanak tanınması, bu kadar avantaja ek olarak maliyetinin düşük olması ve DAQ (Data Acquisition Card) veri toplama kartıyla, çalışılacak sistemden gerçek zaman ve gerçek verilerin yüksek hassasiyet ve yüksek hızla okunmasına olanak tanınmasıdır. Böylece yapılan ölçümlerde gerçek değerlere en yakın ölçümler yapılabilmektedir.

Soğutma sistemleri sanayide bir çok alanda kullanılmaktadır. Ama bu sistemlerin gerek çok yer kaplaması, gerek gürültülü çalışmaları, gerek hareketli parça içermeleri, gerekse de arıza risklerinin yüksek olması, günümüzde temiz enerji kaynağı olarak gözlerin, Peltier yarıiletken'e yönelmesine yol açmıştır. Yarıiletkenin termoelektrik etkiyle çalışması, sıcaklığının denetlenebilmesi ve sadece enerji olarak elektrik enerjisini kullanması, boyutunun da küçük olması; tıptan, askeri alanlara kadar bir çok sektörde tercih edilmesinin bir nedenidir.

Peltier yarıiletkenle denenip uygulanacak bir sistemin LabVIEW kullanmadan; ölçüm yapılarak geliştirilmesi, eksiksiz tasarlanabilmesi, prototipinin üretilip çeşitli gerilim ve akımlar uygulanarak uygun çalışma aralığının bulunması, o oranda maliyet getirecektir. Oysa LabVIEW Görsel Grafik programı kullanıldığında, DAQ yardımıyla, bu ölçümler kullanıcı tarafından hazırlanacak ve geliştirilmeye açık bir programla rahatlıkla çok kısa bir sürede tamamlanacak ve gerçek değerlerle çalışıldığı için diğer simulasyon programlarında olduğu gibi sapmalar gözlenmeyecektir.

Bu çalışmada, Peltier yarıiletken malzemesinin termoelektrik etkisinden yararlanarak soğutucu bir sistem tasarlanmıştır. Peltier yarıiletkenini çalıştırmak için yüksek güce

sahip bir doğru akım güç kaynağından faydalanılmıştır. Peltier burada bir ısı pompası olarak çalışmaktadır. Peltier üzerinden akım geçtiğinde bir yüzeyi soğuyorken diğer yüzeyi ısınmaktadır. Malzemenin ısınan yüzeyinin sıcaklığı bir fan yardımıyla kontrol altında tutularak, soğuyan yüzeyinin sıfır dereceye kadar indiği yapılan uygulama ve deneyde gözlemlenmiştir. Her iki yüzeyin sıcaklığını ölçmek için LM35 ısı sensörleri kullanılmıştır. LM35'lerden gelen sıcaklıklara ait gerilim değerlerini grafiksel ortamda gözlemek için LabVIEW adlı görsel grafik programı kullanılmıştır. Programa uygun protokolda veri aktarımı, DAQ kartıyla sağlanmaktadır. DAQ'ın bağlı olduğu klemens grubuna, analog girişlere LM35'lerin çıkışları bağlanarak sıcaklıklar gerilim olarak okunmaktadır. Daha sonra LabVIEW'da ikonlar yardımıyla yapılan programda bu değerler sıcaklık olarak gözlenmektedir. Değişik gerilimler altında Peltier'e enerji verilerek en ekonomik soğutma yaptığı gerilim tespit edilmiştir. Bu malzemenin analizinde kullanılan LabVIEW programının daha sonraki akademik çalışmalara da ışık tutacağı kanısına varılmıştır.

Peltier adı verilen yarı iletken bir eleman PIC16F84 tipi bir mikrodenetleyici kullanarak mekanik bir soğutucu yapılmıştır. LabVIEW programı ile bu soğutucunun sıcaklığı gözlenerek en uygun çalışma gerilimi tespit edilmiştir. Peltier'e uygulanan gerilim arttırıldığında bir yüzeyi gerilimle orantılı olarak soğumakta, diğer yüzeyi de gerilimle orantılı olarak ısınmaktadır. Belirli bir sıcaklık aralığında, uygulanan gerilimde soğuk ve sıcak yüzeyin değerleri alınarak LabVIEW programında değerlendirilmiştir.

### **1.1. Problem Tanımı**

İki soğutma metodu arasındaki farkı göstermenin en iyi yolu sistemleri tanımlamaktır. Sıradan bir soğutma sistemi üç temel parça içerir; buharlaştırıcı (evaporator), kompresör (compressor) ve yoğunlaştırıcı (condenser). Buharlaştırıcı veya soğuk kısım, genişmesine, kaynama ve buharlaşmasına izin vererek soğutucuda basınç oluşturan parçadır. Bu sıvı halden gaz haline değişim gibi çalışır ve esnasında enerji (ısı) emilir. Kompresör soğutucu pompası, gazı sıvı bir hale yeniden sıkıştırır.

Yoğunlaştırıcı, buharlaştırıcıdaki sıkıştırma esnasında üretilen fazla ısıyı çevreye veya atmosfere atar.

### **1.1.1. Soğuk eklemdeki ısı hareketi**

Soğuk eklemde (jonksiyonda), ısı enerjisi elektronlar vasıtasıyla düşük enerji seviyesindeki p-tipi yarı iletken elementten daha yüksek bir enerji seviyesindeki n-tipi yarıiletken element seviyesine geçiş yapar. Şekil 1.1'de bu görülmektedir. Güç kaynağı sistem içinde elektronların hareketini gerçekleştirecek enerjiyi sağlar.

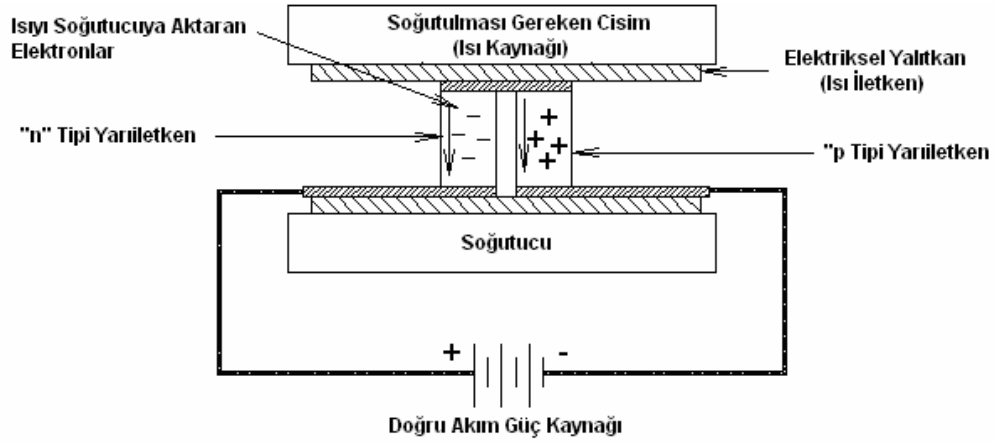
### **1.1.2. Sıcak eklemdeki ısı hareketi**

Sıcak ekte, elektronların yüksek enerji seviyesindeki n-tipi yarı iletken elementten daha düşük bir enerji seviyesindeki p-tipi yarıiletken element üzerinde hareket etmesiyle bir ısı düşüşü olur, böylece ısı enerjisi atılmış olur. Termoelektrik soğutucular ısı pompasıdır, katı halde cihazlardır, hareketli parça, akışkan veya gaz içermez. Termodinamik uygulamasının ana kuralları bu cihazlar sıradan ısı pompaları gibidirler, soğuğu emerler ve diğer cihazlar ısı enerjisini transfer ederler.

### **1.1.3. Çalışma prensibi ve soğutma**

Benzer olarak; sıcaklık ölçümü için sık kullanılan standart bir termocouple (termokupl) kullanılması, bir termoelektrik soğutma sistemi kavranmasına yardımcı olacaktır. Bu tip termokupllar birbirine benzemeyen iki telin birbirine bağlantısıyla oluşturulmuştur.

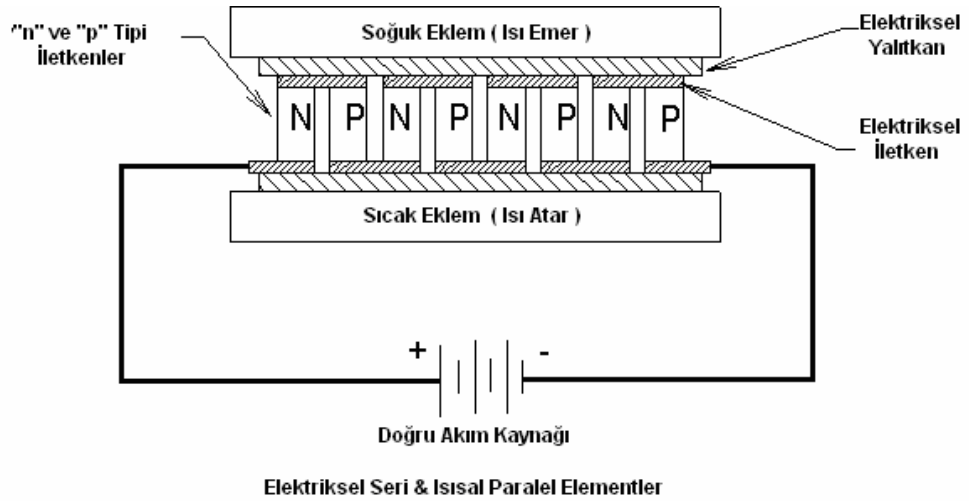
İlk eklem sıcaklığı sabit tutulmak zorundadır. Bunun nedeni, belli bir sıcaklık değeri aşılsa malzemenin özelliğini yitirmesidir. Diğer eklem ölçüm yapılacak nesnenin üzerine monte edilmiştir. Bu zincirleme düşüncüyü ters çevirirsek, tasarlanan bu bir çift eklem, üzerine uygulanan elektrik enerjisi ile Peltierin bir yüzeyi soğuturken, diğer yüzeyinin ısınmasına yol açmaktadır. Şekil 1.2'de bu durum açıklanmıştır.



Şekil 1.1 Çapraz geçiş

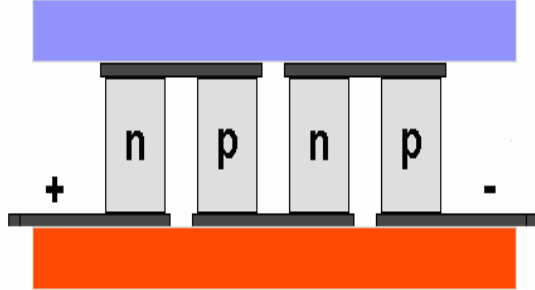
#### 1.1.4. Isı transferi

Termoelektrik soğutma çifti iki yarıiletken elementten meydana gelmiştir. Bizmut-tellür tarafında meydana getirilen eklemlerden dolayı, n-tipi bizmut-tellür (bismuth telluride) tarafında elektronlar ve p-tipi bizmut-tellür (bismuth telluride) tarafında delikler toplanırlar. Soğutma, olayı devreden geçen akım ve p-n çifti sayısı ile doğru orantılıdır.



Şekil 1.2 Peltier'e enerji uygulandığında akım geçişi

Peltier ısısı, akımın n'den p'ye geçişinde (mavi kısım -- kutup) ortamdaki ısıyı alır; aldığı bu ısıyı p'den n'e geçişinde (kırmızı kısım +- kutup) dış ortama salar. Şekil 1.3'de bu durum açıklanmıştır.



**Şekil 1.3** Termoelektrik soğutucuda p tipi ve n tipi yarıiletkenin kullanımı

## 1.2. Amaç ve Yöntem

Yapılan bu çalışmada Peltier yarıiletken malzemesinin uygun çalışma gerilim aralığının ve en verimli çalışma sıcaklığının bulunması amaçlanmıştır. Nitekim bu amaçla öncelikle Peltier yarıiletkenle soğutma yapacak mikro denetleyici kontrollü bir maket tasarlanmış, Peltierin sıcaklık ölçümlerini yapabilmek için LabVIEW görsel grafik programı ve veri toplama kartı (Daq 1200) kullanılmıştır. LabVIEW programı ve DAQ kartı ile gerçek zamanlı ölçümler yapılmıştır.

Peltierin sıcaklığını en ideal şartlarda ölçmek için soğutucuya iyi bir yalıtım yapılmış ve ideal bir güç kaynağı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Peltierin sıcaklığının denetlenebilmesi ile uygulamasının kolaylığı ve enerji sarfiyatı gözlenmiştir.

### 1.2.1 LabVIEW programı

LabVIEW programı ile yapılan literatür çalışmasında sürekli ve büyük bir hızla gelişen teknoloji dünyasına alternatif bir bakış yapılmıştır. Programın zenginliğini ve kullanıcı ara yüzünün kullanım kolaylığını göstermesi açısından bu çalışma, farklı bir çalışma olmuştur. Kullanıcının hazırladığı programın daha sonra düzeltilip geliştirilebilmesi yine ek bir avantaj sağlamaktadır. Ülkemizin önde gelen firmalarının LabVIEW programını kullanmaya başlaması programın önemini göstermektedir.

Bu konudaki çalışmalar, çeşitli sektörlerin arge bölümlerinde sistemler kurulmadan önce LabVIEW programının kullanılması ile başlamaktadır. Böylece daha sistem kurulmadan önce hatalar kolaylıkla düzeltilebilmekte ayrıca tasarlanan sistemlere sonradan istenilen ilaveler yapılabilmektedir. LabVIEW programının kullanılması ile sanayide sistemler tasarlanırken, oluşabilecek bir hatanın önceden farkına varılabilmekte ve büyük bir ekonomik kaybın önüne geçilebilmekte ve istenildiğinde tasarlanan sistem üzerinde değişiklik ve ilave yapılabilmektedir.

## 2. PELTİER

### 2.1. Literatür Araştırması

Landecker ve Findlay (1961) tarafından geliştirilen bu metot, (bir kaç saniye süresince 30 ms) yakın geçici geçerli darbelerin geçişinden sonra bir termoelemenin (thermojunctionun) sıcaklığını ölçmek için kullanılır.

Sonsuz bir uzantının kolları olan bir termokupl kullanıldığında dikdörtgen akım dalgaları için teorik olarak gösterilmiştir ki, soğuk bağlantının sıcaklığı yalnızca bir parametre ölçüsünün fonksiyonudur.  $C = N_T(I = \text{darbe akımı}, T = \text{akım süresi})$  Bu parametrenin en küçük parçası için sıcaklık değeri  $C_{\min}$  olur, ve ayrıca I ve T'nin her birinin ayrı ayrı değerleri seçildiğinde de bu sıcaklık azalmaz. Bu dikdörtgen bağlantılı darbelerde soğutma katsayısının (seebeck'in) sıcaklık bağıntılarının çeşitli formları hesaplanmıştır. Logaritmik bağıntının şartları, Thomson etkisini hesaba katıp zamanın bir fonksiyonu olarak soğutma katsayısı potansiyelinin bir ölçümünden çift ve sıcaklık dağılımı boyunca muhtemel hesabının yapılması olarak geliştirilmiştir. Ayrıca bu göstermiştir ki; ilk akım dalgası üzerine bir saniyelik dikdörtgen akım dalgası zorla yüklendiğinde, sıcaklık tek bir darbeye göre, ortaya çıkan birleşik dalga en az iki kere düşer.

Sonuç olarak, bir çok metodun yardımıyla şu ispatlanmıştır: Bağlantının düşük geçici sıcaklığı düşerken, akım için uygulanan darbeler zamanın sürekli bir fonksiyonu olarak açıklanabilir.

Bu hesaplamalar bilhassa deneylerle elde edilmiştir. Akım dalgaları yükseldiğinde, ölçümün doğruluğu, ölçüm devresinin zaman kararlılığıyla sınırlandırılmıştır ve gerçekte soğutma katsayısı (seebeck) etkisinin olan sıcaklık katsayısı bu bölgede tam olarak bilinmemektedir. Bununla beraber, geçici sıcaklığın  $100^\circ\text{K}$ 'nin altında gözlemlendiği hemen hemen kesindir.



Gray (1963) tarafından, kapalı sıcaklık kontrolü istenen termoelektrik soğutucu cihazlarda bir çok önemli uygulamalar yapılmıştır. Yaptığı bu çalışmada, sadece dinamik veya bütün sistemlerin değil sabit davranış göstermeyenlerin de önemli olduğunu tespit etmiştir. Öyle ki sistemin önceki raporlanan dinamik tanımlarının gözlenen performansı ile uygun olan performansının tahminlerini vermiştir. Yine de, bu yöntemler, uygulaması kolay olmayan ve kısmen karışık sonuçlar verir. Bundan dolayı, kararlı durumunun bir sonucu olarak termoelektrik dinamik çalışması aleti serinletir. Buna bağlı olarak yaklaşık sonuçlar transfer fonksiyonları şeklinde açıklanmıştır. Bir sıcaklık kontrol sisteminin adım adım tepkisi ve bu yaklaşım metoduyla tam dağıtılan sistemden hesaplanan tepkiler, karşılaştırılarak hesaplanabilmiştir. Yığılan yaklaşımlar geçerli ve termoelektrik sıcaklık kontrol sistemlerinin yararlı karakteristikleri olduğu görülmüştür.

Verma ve Jain (1972) tarafından yapılan çalışma elektriksel iletkenlik, termal iletkenlik, termoelektrik güçte boyut etkisinin bir analizidir. Peltier katsayısı, Fuch modelin yapısında gösterilen ve kurulan malzeme için zamanla tartışılan kapalı çevrimden elde edilmiştir. Ayna parametresi olarak adlandırılan  $p$  parametresi aynı zamanda dikkate alınabilir.

Chen vd (1997) tarafından termoelektrik bir cihazın performansı esas olarak Peltier, Fourier, Joule ve Thomson etkisiyle bir ısı pompası ya da soğutucu olarak kullanılması üzerine bir çalışma yapılmıştır. Dengesiz termodinamik kullanılarak çalışan bir cihazın içinde iki sıcak birikimin arasındaki sıcaklık alanında çeşitli eşitlikler bulunmuştur. Yeni ifadeler, ısı pompalama ve COP için türetilmiştir. Analiz edilen bu parametrelerde Thomson ısısının etkileri bulunmuştur.

He vd (1998) tarafından yapılan çalışmada Hem çapraz “seebeck” etkisi hem de çapraz Peltier etkisi,  $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$  (Y-123) örneği yardımıyla kullanılarak araştırılmış ve aynı deney kurulumlarına bağlı olarak ölçümün güvenilirliği farklı deney sıcaklıkları ve iletken ortamları kullanılarak çalışılmıştır. Her iki örnekte de düzlemde ve ısı iletken eklemesinde ve ikisi arasındaki ilişkide ısı rezistansının azalması için çok önemli veriler bulunmuştur. Termoelektrik güçle çalışılarak etki tavlama uygunluk bulunmuş ve Turbo isimli bir metot geliştirilmiştir.

Wijngaards vd (2000) tarafından bulunmuştur ki, Peltier cihazının yonga (chip) bütünleştirilmesi (entegrasyonu) bir çok yeni imalat düşünceleri verir. Bunun sonucunda bir cihaz elde edilir ki, ayrık cihazlarla karşılaştırıldığında, bu cihaz karmaşık bir çalışma karakteristiğine sahiptir. birkaç tanesi ele alındığında ve üretimler diğer farklı cihazlarla karşılaştırıldığında son derece karmaşık karakterle çalışan bir cihaz olduğu ortaya çıkarılmıştır. Karmaşıklığa rağmen, SiGe(polySiGe) polikristal ve Si(polysi) polikristal termo elektrik malzemeler tercih edilmiştir. Cihaz performansı farklı termoelektrik malzemeler için karşılaştırılmış ve ideal olmayan etkilerinin performansları analiz edildiğinde, bir grafikte sonuçlar yorumlanabilmiştir. Bu çalışmadan çıkan ilk sonuç, ihmal edilmesine rağmen, cihazın kontak direncinin çok önemli ölçüde ideallliğini kaybetmesidir. Bu çalışmada tam uyumlu bir süreç kullanılarak, çeşitli Peltier cihazları üretilmiştir. PolySi ve PolySiGe 'lere bağlı olarak üzerinde gerçekleştirilmiş ölçümlerden alınan ilk değerler, istenilenden daha iyi sonuçlar vermesine rağmen, yapılan kavram geçerliliğini korumaktadır.

Sato vd (2001) tarafından Peltier akım yönü tasarımı için sayısal hesaplamalar yapılmıştır. Peltier akım taşıyıcıları (PCLs), sayısal olarak analiz edilmiştir. Deney düzenleri, oda sıcaklığı ve oda sıcaklığının altında  $-77^{\circ}\text{K}$ 'nin altında ve üstündeki sıcaklıklarda tutulan bir saf bakır içinde bir termoelektrik elementten (TE) ibarettir.

Burada kendi kendini soğutma şartı altında termal davranışı incelemek için bir boyutlu ısı iletimi denklemi çözülmüştür. Akım taşıyıcılarının her bir bölümü, soğutma veriminin çeşitli dereceleri altında helyum gazı ile soğutulur. Peltier etkisine bağlı olarak Peltier akım taşıyıcıları, sıradan akımlardan daha düşük sıcaklıklarda umulandan daha az ısı akımı sergilemiştir. Tüm hesaplamalar, en iyi şekilde yapıldığında Peltier akım taşıyıcılarının ısı iletiminin, sıradan akım taşıyıcılarına göre, %30 daha az olduğu görülmüştür. Hesaplanan ısı grafikleri ve ilgilenilen diğer fiziksel nicelikler, termoelektrik ve Peltier akım taşıyıcılarının tasarımı için çok önemli bir gelişme olmuştur.

Maruyama vd (2001) tarafından Peltier etkisiyle çalışan termoelektrik bir uygulama gerçekleştirilmiş ve bir ısı transfer kontrol cihazı kullanarak yeni ve hızlı bir soğutma sistemi ortaya koyulmuştur. Bu sistem sabit sıcaklıkta bir nesneyi ısı transferiyle aktif

olarak koruyabilmiş ve ani ve etkili bir soğutma sistemindeki elektrik akışının yönünün değiştirilmesini görmüşlerdir.

Kabul edilen proje göz önüne alındığında bu hareket etmeyen parçalar kadar güvenilirdir ve büyük sıcaklık farkları altında büyük ısı akışı ile soğutma başarılabilmiştir. Bu denli istikrarlı bir soğutmanın elde edilmesi standart Peltier elementlerle olanaksızdır.

Öneri modeli, sayısal çözümler yapılarak ve sonuçlar açıklanan küçük ölçekli bir deneyle karşılaştırılarak rapor haline getirilmiştir. Isı akışı  $20^{\circ}\text{C}$ 'den  $0^{\circ}\text{C}$ 'ye 4 saniyede düşürülmüştür.

Bu konudaki çalışmalardan bir tanesi sayısal modelleme ve nem gideren alet tasarımı olmuştur. Cihazın ilk proto tipi, termo elektrik soğutma tabanlı olarak soğutma yapacak şekilde tasarlanmıştır. Cihazın tasarım ve optimizasyonunda (AERO) elektriksel bir analojiye dayanan bilgisayarlı bir hesaplama modeli kullanılmıştır. Bu metot, ısı transferi, termoelektrik etki ve sıvılaşma ve buharlaşma esnasında meydana gelen faz değişimine dayanır. Aslında ısı transferi termoelektrik bir etkidir. Buharlaşmanın, sıvılaşma değişim esnasında ve bu aşamada aynı anda meydana geldiğinde çözülebilir. Termoelektrik nem giderici ilk modeli (proto tipi), tahmini modeller kullanarak bir kaç benzerlikten imal edilmiştir. Deney şartlarında en iyi sonucu, bir çok test yaparak güç kaynağına bağlı bir fan ve Peltier malzemesi vermiştir. İlk model, sıradan buhar sıkıştırma sistemiyle termoelektrik sisteminin gösterdiği alandaki potansiyeli karşılaştırmaktadır (Vian vd 2002).

Xuan vd (2002) tarafından, bir süper iletken manyetik sistemde soğuk-iletken Peltier akım taşıyıcıları (PCLs) optimize edilmiştir. Peltier akım taşıyıcıları (PCL) başına sıcaklığı minimum yapmak için en iyi geometrik etkinin, her bir akım taşıyıcısı ve termoelektrik elementin uzunluğunun kesit alanına oranından bulunabileceği anlaşılmıştır. Yaygın olarak kullanılan termodinamik sıcaklık çevrimi (Ts) elde edilmiş, ısı kaçağı kolayca tanımlanmıştır.

Yukarıda bahsedilen modellerin yanı sıra, (Hasegawa vd 2002) tarafından kriyojenik sistemler için Peltier akım akışı (PCL) termoelektrik malzemelerin ısıya bağımlılığı

incelenmiştir. Akım akışının Parçaları Termoelektrikteki Peltier etkisine göre ısı taşıyıcısı parçaları (PCL) ısı pompası gibi çalışır. Kriyojenik bir sistemin oda sıcaklığı tarafından düşük sıcaklık tarafına taşınan ısı kaçak miktarının PCL ile azaltılması istenir. p ve n tipinin her biri için üç tane olmak üzere altı tane preslenmiş BiTe örnekleri, PCL performansı tahmin edilerek seçilmiş, birkaç yüz amperde onların deney sonuçları ve analizlerinin ısı akışını (PCL) %20-30 azaltacak bir kapasite elde edilmiştir.

Abadie vd (2002) tarafından, bütün şekil hafızalı alaşım (SMA) micro-düzenek, uzunluk olarak milimetre esas alınarak gösterilmiştir. Orijinal olan SMA'nın sıcaklığını kontrol için termoelektrik bir olgu'nun kullanımını da Peltier etkisidir. SMA, bir termoelektrik malzemeye bağlandığında eğride çalışan ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) ince bir yaprak şeklindedir. Termoelektrik bir sistemin inşa edilerek kullanılmasıyla SMA çalıştırıcının hareketinin gerçek bir ölçümü, ilk araştırmalardan bir tanesi olmuştur. Bu sistem kullanılarak, SMA yaprağının sıcaklığı  $-10^0\text{C}$  ile  $90^0\text{C}$  arasında kontrol edilebilir. Termal simulasyonlar şöyle bir tepki göstermiştir ki; joule etkisiyle ısıtılan benzer bir sistemden Peltier düzeneğinin tepkisi aşağı yukarı beş kere daha büyüktür. Bundan başka, bu sistem sınırlı bir çevrede çalışabilir. Düzenek sonuçları verilmiş deneyle tanımlanmıştır.

Muscio vd (2004) tarafından termal difüzyon'un ölçümü için en iyi bilinen metodun Ångström metodu olduğunu bir çok yaklaşımların geliştirilmesiyle raporlandırılmıştır. Bu metotta difüzyon, termal bir periyodik sinyal ve onun faz kaymaları ve örneklemelerinden hesaplanmıştır. Bu işlem de tüm örnek boyunca uygulanmıştır. Yayılma kızılotesi ısı grafiğiyle kolaylıkla izlenebilir. Genellikle, uygulanacak sinyal kesintisiz bir güç kaynağından sağlanabilir.

Yapılan bu çalışmada bununla beraber, düzeneğe doğrudan bağlanan bir kaynak kullanılabilir. Bu kaynak, özel kontak basıncı vasıtasıyla elde edilebilen homojen kantağın bulunduğu numunenin iki ana yüzeyinin bir parçasından sağlanan sıcaklık osilasyon sinyaline sahiptir. Bu uygulama, sadece kaynaktan kesin bir uzaklıktaki difüzyonu tahmin etmek için kullanılabilen yüzeyin sıcaklık ölçümünü verir. Kaynağın bulunduğu yerde numune içindeki sıcaklık dalgalanmalarının dalga cephesi yer alır. Numune bir düzlemdir ve ana yüzeylere diktir. Yapılan deneylerin performansına ait

genel bir kaide elde etmek için kaynak ile dalga cephesi arasındaki mesafe deney esnasında araştırılır.

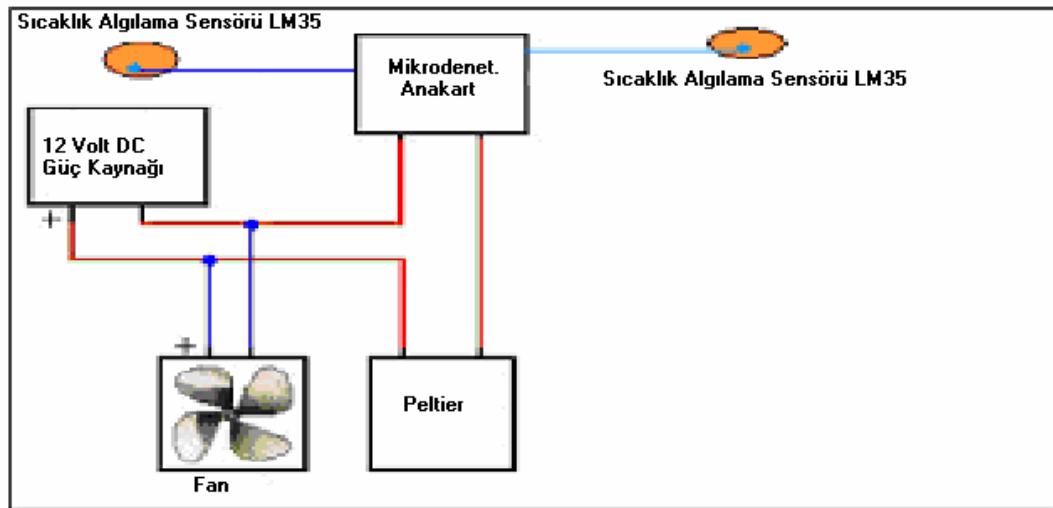
Peltier etki tabanlı bir termal cihaz termal kaynaklı olarak kullanılır. Onun kullanımına ait ana zorluk, mükemmel bir harmoniğin elde edilişi ve iyi dengeli bir termal işarettir. Deney verilerinin karmaşık işlemleri olanlarından sakınmak yeterlidir ve bu da uygun zaman seçimli bir akım kaynağıyla başarılmıştır. Bir başka yaklaşım da, bir önceki işin üzerine inşa edilen analitik modelin altında yatan nedeni değerlendirerek düzenlenmiştir.

Skierucha (2005) tarafından, kağıt psikometrik mod'da çalışan yedi kanallı bir termokupl, psikometre'nin performansı ve dizayn edilmesi gösterilmiştir. Doğruluğu yüksek elektronik bileşenli ve mikro denetleyicisi basit bir yapıda olan güvenilir ve ucuz bir cihaz -6'dan -0.2 MPa kadar ve daha fazla aralığında tasarlanmıştır. Ölçü aletinin çalışması bilgisayar kontrollüdür, giriş voltajıysa 50 Hz frekansa ve  $\pm 50nV$  çözünürlüğe sahiptir. Psikometrik sensörlerin kalibrasyon işlemleri ise satıcılardan elde edilebilir. Ölçü aletleri ve problar kolayca istasyonları izlerken otomatik kirlilik durumuna adapte edilmiştir. Hem de malzemelerin özelliklerini kararlaştırmak, nem güvenilirliği için bina ve yemek sanayinde %95-99.99 aralığını kullanabileceği gösterilmiştir.

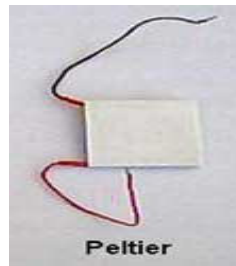
### 3. SOĞUTUCU MAKETİN TANITIMI

#### 3.1. Soğutucu Maket Bileşenleri

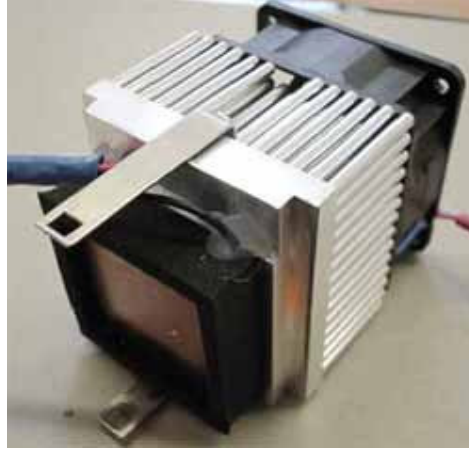
Bu makette Peltierin her iki yüzeye de takılan LM35 sıcaklık sensörleriyle hem sıcak yüzeyin, hem de soğuk yüzeyin sıcaklıkları eş zamanlı olarak takip edilmektedir. Bunun için cihazın arka tarafına takılan konnektörlere LM35'lerin çıkışları verilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Peltier'e bağlanan güç kaynağı ve LM35 sıcaklık algılama sensörleri



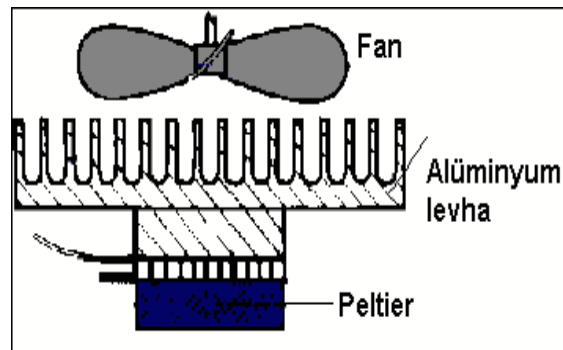
Şekil 3.2 Cihazda kullanılan Peltier yarıiletken



**Şekil 3.3** Peltier ile ısı dağıtıcı ve soğutucu fanın bağlantısı

Aşırı sıcaklığı kontrol etmek amacıyla sıcaklık ayarı için NTC termistörü kullanılmış ve böylece soğutucuda bulunan Peltier'in sıcak yüzeyine takılan ısı kontrol kartı olan fan'ın sadece istenilen bir sıcaklık değerinde çalışması sağlanarak hem enerji tasarrufu hem de daha ideal bir sistem elde edilerek Peltier'in fazla sıcaklıktan zarar görmemesi sağlanmıştır (Şekil 3.4).

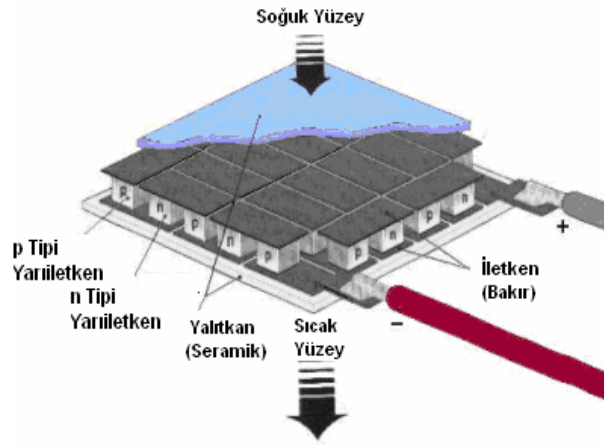
Peltier, (4x4x0,5cm) p ve n jonksiyonlarının seri bağlanmasıyla oluşan ve içinden doğru akım geçtiğinde "Peltier efekti" diye bilinen fiziksel bir etki ortaya çıkaran elemandır (Şekil 3.2). Bu etki ile malzemenin bir yüzü ısınırken diğer yüzü soğur. Peltier malzemesi değişik boyutlarda imal edilmekte ve 3 ile 15 volt arasında herhangi bir gerilimde çalışabilmektedir. Uygulanan gerilimin yönü ters çevrildiğinde ısınan yüzey ile soğuyan yüzey yer değiştirmektedir.



**Şekil 3.4** Peltier'e LM35'lerin bağlantısı, heatsink (ısı dağıtıcı alüminyum levha)

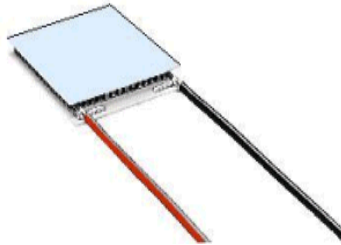
Peltier'in ısınan tarafını soğutmak için bir alüminyum levha ve ona monte edilmiş fan kullanılmıştır. Bu fanın çalışması daha önce de bahsedildiği gibi bir NTC termistörü ile otomatik olarak kontrol edilmiştir (Şekil 3.3).

Peltier'in sıcak yüzeyine şekildeki gibi alüminyum levha ve 12 volt'la çalışan bir fan monte edilmiştir (Şekil 3.4). Bu fan'ın sıcak yüzeye mutlaka bağlanması gereklidir. Eğer bağlanmazsa Peltier belli bir sıcaklığı aşar ve bozulmasına yol açar. Bu yüzden olumsuz bir durumun ortaya çıkmaması için Peltier ve fan montajında en ideal şartlarda çalışmasını sağlayacak bir devre ve sistem tasarlanmıştır.



**Şekil 3.5** Peltier modülünün yapısı

Bir Peltier modülü (Şekil 3.5), p-n ve n-p eklemlerin başarılı olarak montajından oluşmaktadır. Her birleşim radyatörlü bir termal kontağa sahiptir. Belirli kutba akım verildiğinde, radyatörler arasında bir sıcaklık farkı oluşur: Böylece kutbun bir tanesinin sıcaklığı artar ve bir soğutucu (heatsink-ısı düşürücü alüminyum parça) gibi çalışır.



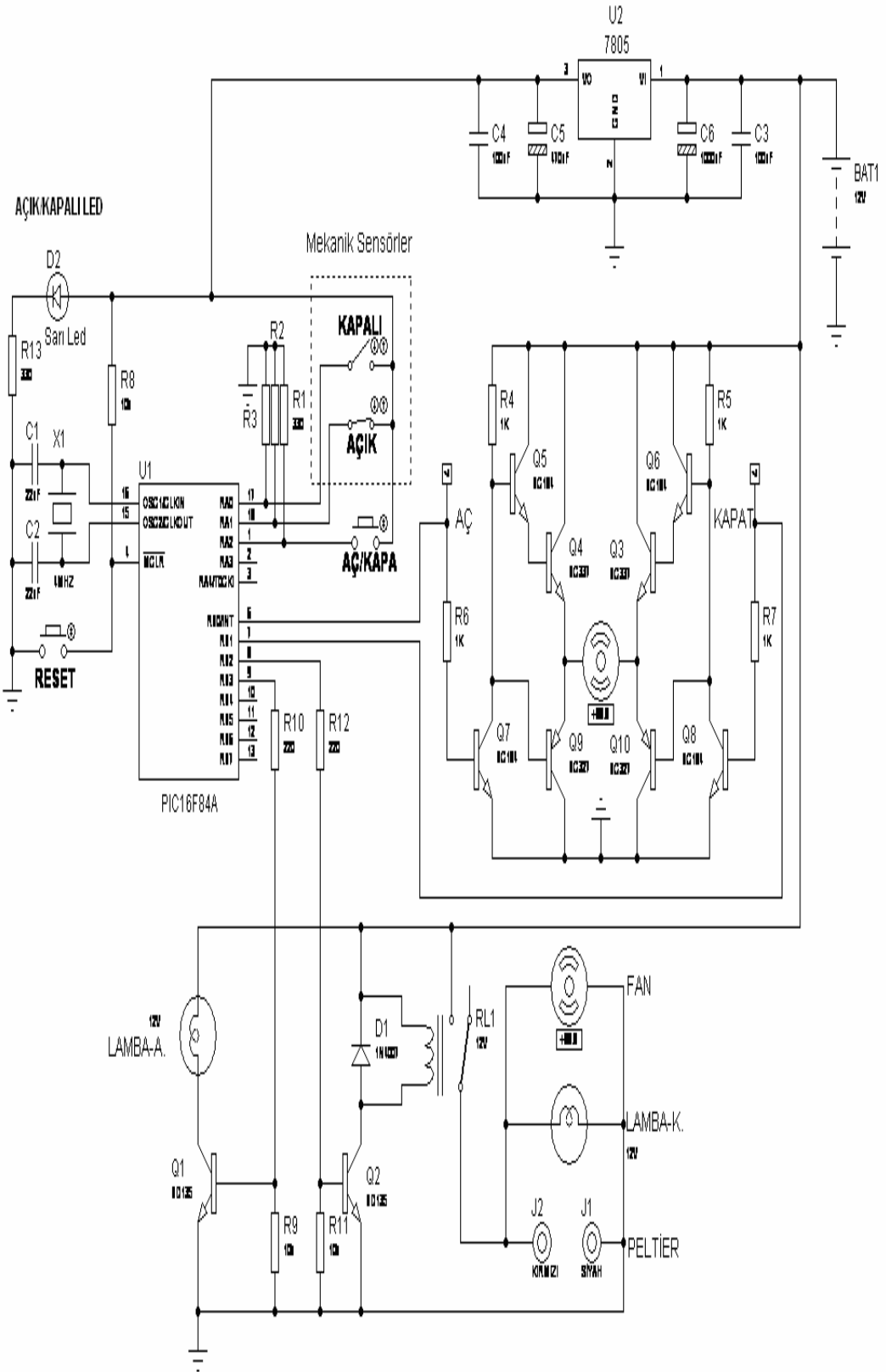
**Şekil 3.6** Peltier modül



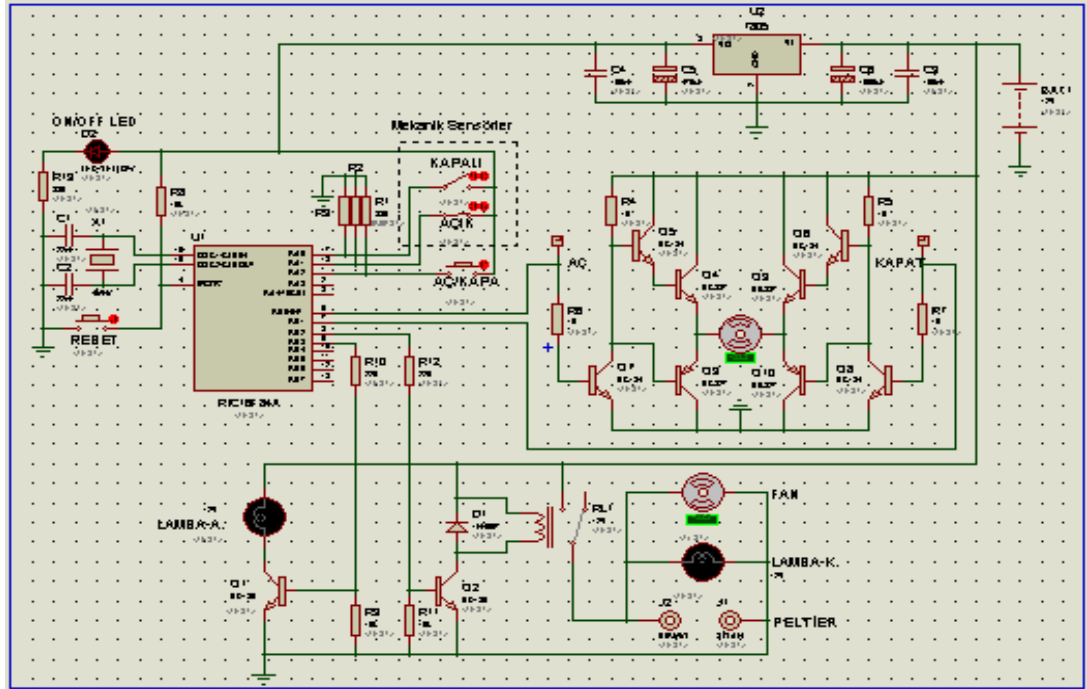
Tipik bir Peltier modülü (Şekil 3.6) onlarca santigrad derece sıcaklık farkı sağlar. Sıcak radyatör, iyi soğutulursa ikinci soğuk olan yüzey 0°C 'ye kadar soğuyabilir. Daha fazla bir sıcaklık farkı oluşturmak için birden fazla Peltier kaskad (seri) olarak bağlanmalıdır. Tekrar tanımlamak gerekirse, p ve n eklemlerinin seri bağlanmasıyla oluşan ve içinden doğru akım geçtiğinde “Peltier efect” diye bilinen fiziksel bir etki ortaya çıkaran elemandır. Bu etki ile malzemenin bir yüzü ısınırken diğer yüzü soğumaktadır.

Peltier malzemesi değişik boyutlarda imal edilmekte ve 3 ile 15 volt arasında herhangi bir gerilimde çalışabilmektedir. Uygulanan gerilimin yönü ters çevrildiğinde ısınan yüzey ile soğuyan yüzey yer değiştirmektedir.

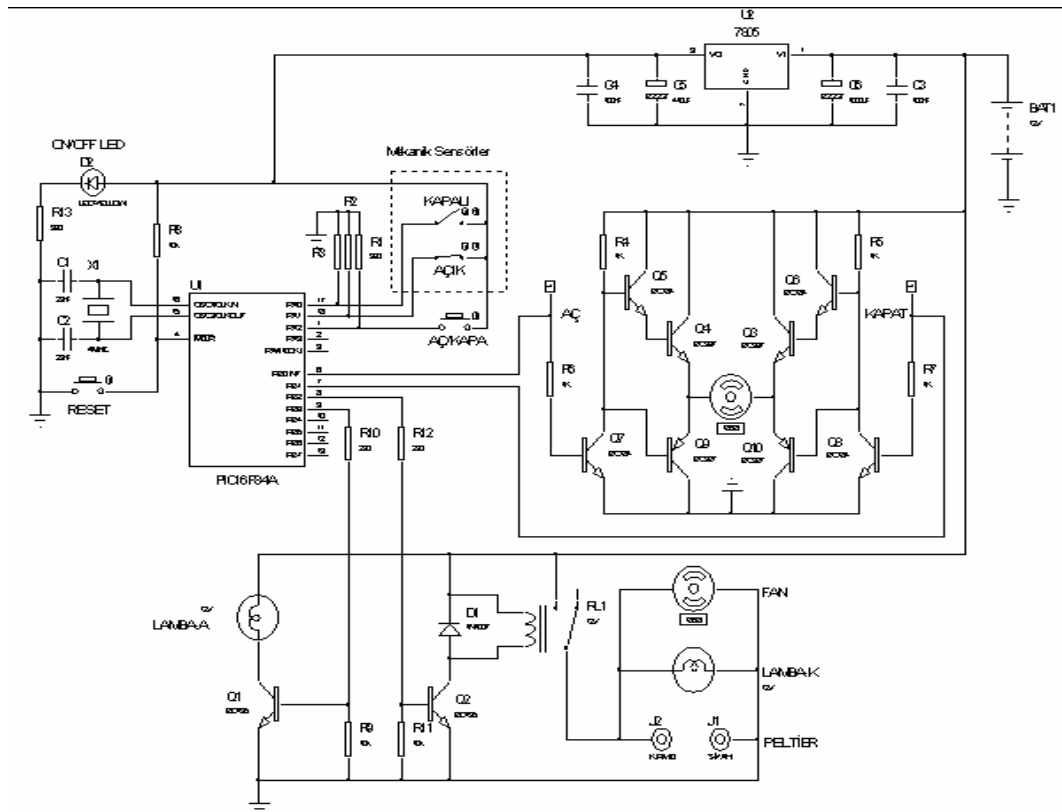
Şekil 3.7'de soğutucu ana kart, Şekil 3.8'de soğutucu anakart simulasyon devresi, Şekil 3.9'de soğutucu ana kart açık devre şeması, Şekil 3.10'da LM35 ısı kontrol baskı devresi, Şekil 3.11'de soğutucu ana kart baskı devre şeması, Şekil 3.12'de LM35 ısı kontrol açık devre şeması, Şekil 3.13'de LM35 ısı kontrol simulasyon devresi, Şekil 3.14'de LM35 ısı kontrol kartı baskı devre şeması, Şekil 3.15'de Röleli çift yönlü motor kartı simulasyon devresi görülmektedir.



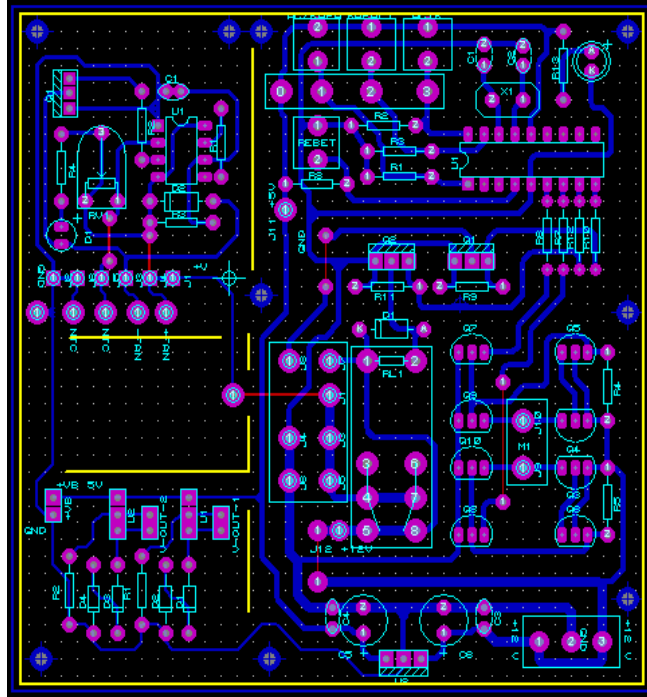
Şekil 3.7 Pic mikrodenetleyici kontrollü ana kart



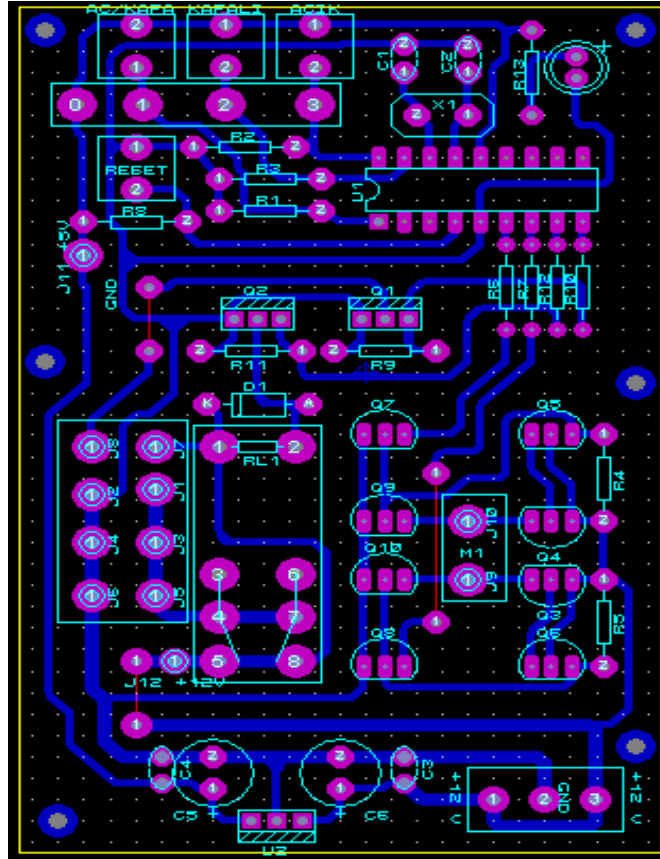
Şekil 3.8 Pic mikrodnetleyici kontrollü ana kart simülasyon devresi



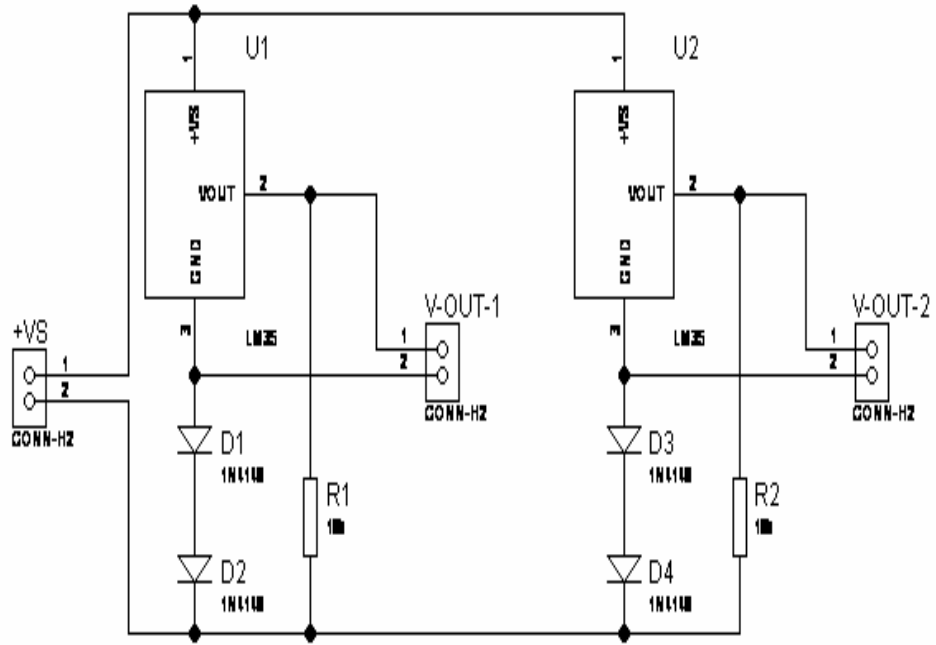
Şekil 3.9 Pic mikrodnetleyici kontrollü ana kart açık devre şeması



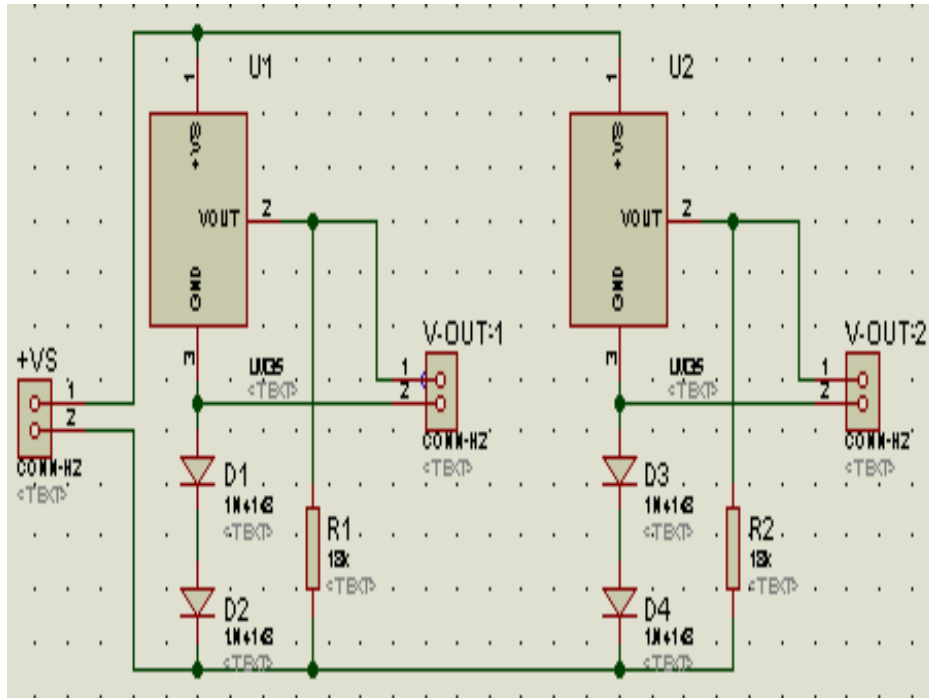
Şekil 3.10 LM35 ısı algılayıcı sensörlü ısı kontrol baskı devresi



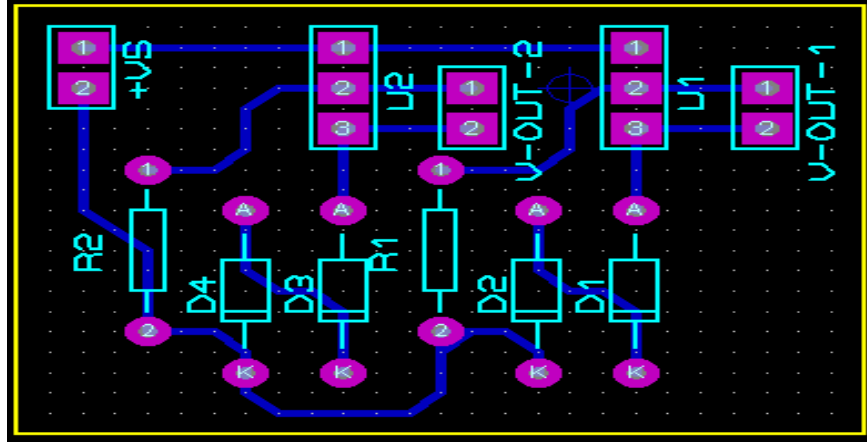
Şekil 3.11 Pic mikrodenetleyici kontrollü ana kart baskı devre şeması



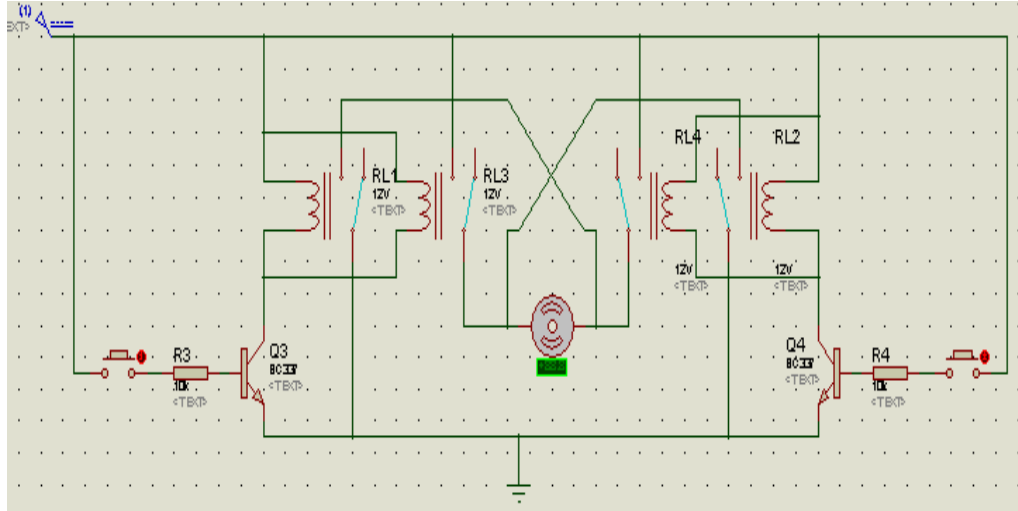
Şekil 3.12 LM35 ısı algılayıcı sensörlü ısı kontrol açık devre şeması



Şekil 3.13 LM35 ısı algılayıcı sensörlü ısı kontrol simülasyon devresi



Şekil 3.14 LM35 ısı algılayıcı sensörlü ısı kontrol kartı baskı devre şeması



Şekil 3.15 Röleli çift yönlü soğutucu kızak motor kontrol kartı simülasyon devresi

### 3.1.1. Soğutucunun fiziksel yapısı

Soğutucu, kaba hatlarıyla bir ana gövde ve motorla hareket edebilen kızaklı bir hazneye sahiptir(Şekil 3.16). Soğutucuya enerji ön yüzeyinde bulunan bir anahtar üzerinden verilir. Anahtarın yanındaki led, cihazda enerji olup olmadığını göstermektedir. Soğutucu haznesinin kapağının açılıp kapanması cihazın ön yüzüne konulan bir düğme yardımıyla sağlanmıştır.

Soğutucunun kapağı bir hazne şeklindedir, malzeme olarak bir plastik çekmecedan faydalanılmıştır. Çekmecenin altına Peltier ile sağlıklı ısı transferi yapabilmesi için alüminyum parça monte edilmiştir. Peltierin ısınan yüzeyine bağlı fanın Peltierin ısınıp atabilmesi için cihazın alt tarafı delikli alüminyum malzemeyle kafes şeklinde yapılmıştır(Şekil 3.19).

Soğutucunun bulunduğu kısmın yalıtımı sağlanmıştır. Cihazın beslemesi harici bir güç kaynağıyla yapılmış, Peltierin çektiği yüksek akım göz önüne alınarak yüksek güçlü bir bilgisayar güç kaynağı kullanılmıştır. Sıcaklık sensörlerinin çıkışları da cihazın arka yüzeyindeki konnektörlere bağlanmıştır. Soğutucuda haznenin içine ve dışına bağlanan farklı renklerdeki lambalarla hem cihazın çalışması ile ilgili bilgi sahibi olunmakta hem de soğutucunun içerisine konan cisim gözlenebilmektedir. Mikro denetleyici ve diğer kontrol kartları soğutucunun alt gövdesine yerleştirilmiştir. Cihaz dışında güç kaynağından başka parça bulunmamaktadır, sistem (cihaz) bir bütündür. Cihazın kolay taşınabilmesi için arkasında da bir kulp bulunmaktadır. Hareketli mekanizma kilitli olduğundan taşıma esnasında, cihazın kapağının açılması ve sarsıntıdan etkilenmesi gibi bir durumda söz konusu değildir.



**Şekil 3.16** Soğutucu maket soğutma konumunda çalışır konumdayken

Peltier'in her iki yüzeyine de takılan LM35 sıcaklık sensörleriyle hem sıcak yüzeyin, hem de soğuk yüzeyin sıcaklıkları da eş zamanlı olarak takip edilmektedir. Bunun için cihazın arka tarafına takılan konnektörlere LM35'lerin çıkışları verilmiştir.

PIC16F84 mikrodenetleyicisi ana kartıyla senkron olarak çalışacak şekilde tasarlanan diğer bir kart, kızıağı hareket ettirmekte ve kullanılan motorun çift yönlü devir yönünün değiştirilmesini sağlamıştır.



**Şekil 3.17** Soğutucu maket'e ilk enerji verildiğinde ve kapağı kapalı konumda çalışırken

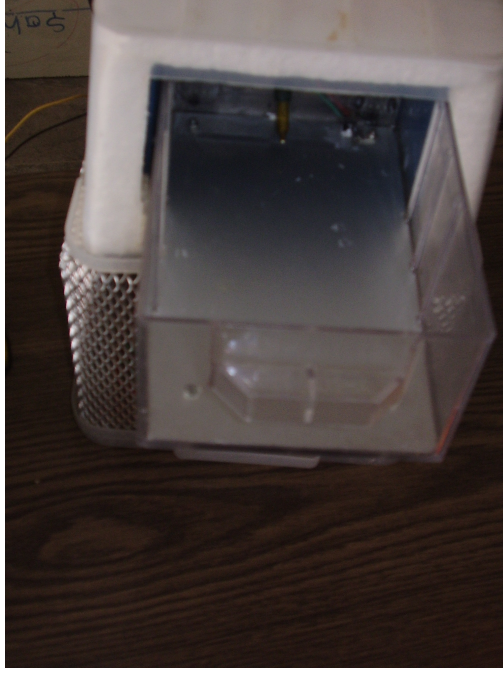
### 3.1.2. Soğutucu cihazın çalışması

Soğutucunun düğmesine basıldığında kızıağının çalışarak kapağı açılmakta ve kapak açıkken soğutucuya yerleştirilen kırmızı lamba yanmaktadır (Şekil 3.18). Aynı düğmeye tekrar basıldığında kızak içeriye doğru hareket ederek soğutucunun kapağı kapanmakta ve kapandıktan sonra içinde bulunan mavi lamba yanmaktadır (Şekil 3.16). Soğutucu haznesinin açılıp kapanması tek tuşla yapılmaktadır (Şekil 3.17).

Cihazın ısısını almak için sıcak yüzeye bir CPU işlemcisinin fanlı alüminyum parçası bağlanarak sabitlenmiştir. Ayrıca soğuk yüzeyin video kafası gibi hareketli olarak

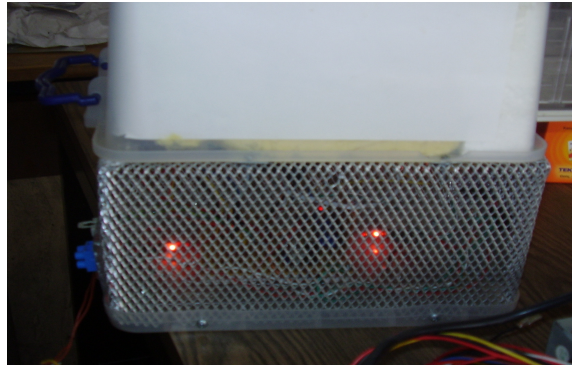


çalışması sağlanmıştır. Soğutucunun kapağı kapandığında; bu ünite mekanik olarak soğutucunun hareketli kısmı, haznenin tabanında bulunan alüminyum yüzeye kilitlemektedir.



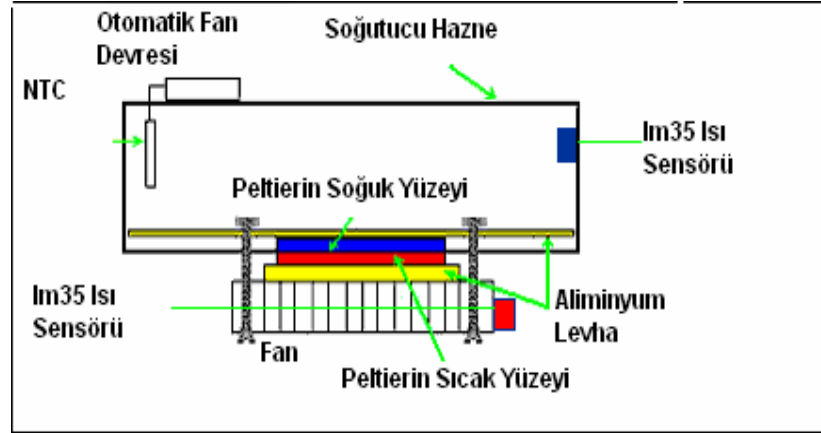
**Şekil 3.18** Soğutucu maket çalışır konumda ve kapağı açıkken

Peltierin bulunduğu mekanizmanın soğutucunun altında bulunan alüminyum yüzeye tam teması sağlanmıştır. Mekanizma herhangi bir nedenle kilitlemezse ya da başka bir sorun ortaya çıkarsa röle çekmemekte ve böylece Peltier çalışmamaktadır. Lambaların konumlarından da cihazın hangi anda ve konumda olduğu gözlenebilmektedir. Bütün sistemin çalışmasını sağlayan mikrodenetleyiciye ait programın kodları Ek-1’de verilmiştir.



**Şekil 3.19** Soğutucu maket çalışır konumdayken alt gövde

Plastik çekmecedan yapılmış kutunun tabanına alüminyum levha yerleştirilmiş. Kutunun alt tarafından uygun büyüklükte bir parça kesilip, Peltier bu kısma yerleştirilerek sabitlenmiştir. Peltier'in sıcak yüzeyine Şekil 3.20'deki gibi alüminyum levha ve 12 volt'la çalışan bir fan monte edilmiştir. Bu fan'ın sıcak yüzeye mutlaka bağlanması gereklidir. Eğer bağlanmazsa Peltier belli bir sıcaklığı aşar ve harap olur. Bu yüzden olumsuz bir durumun ortaya çıkmaması için Peltier ve fan montajında en ideal çalışma şartlarının elde edilmesini sağlayacak bir devre ve sistem tasarlanmıştır.



Şekil 3.20 Soğutucu haznenin mekanik yapısı ve elemanların bağlantısı

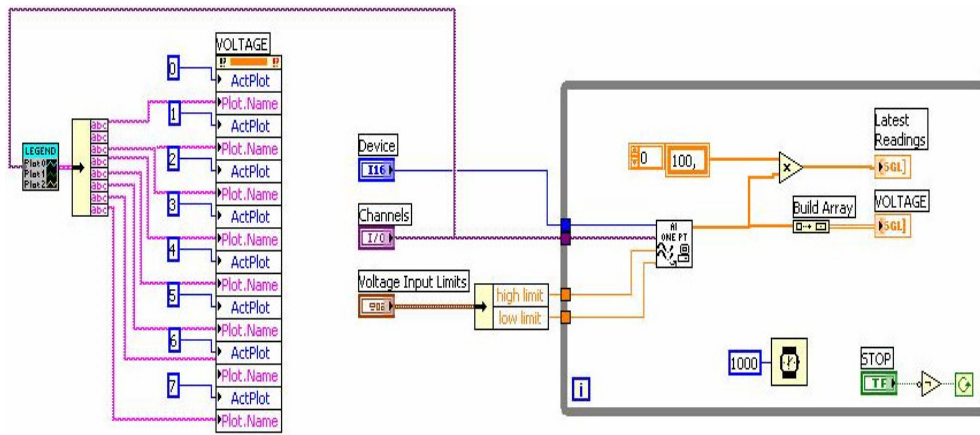
### 3.2. LabVIEW Yazılımı

LabVIEW programıyla soğutucu arasındaki haberleşmeyi sağlayan DAQ kartıyla bu sıcaklık değerleri okunarak LabVIEW Görsel Grafik Programına aktarılmaktadır. LabVIEW programı ise bir ara yüz olarak çalışmaktadır. Bu ara yüz çok zengin bir yelpaze sunmaktadır. LabVIEW, yazı satırları yerine ikonlar kullanarak uygulamalar meydana getiren bir grafik programlama dilidir. Yazı tabanlı programlama dillerine zıt olarak, komutlar program uygulamalarını tayin eder. Data uygulamaları tayin edilirken, LabVIEW bilgi akış programlarını kullanmaktadır.

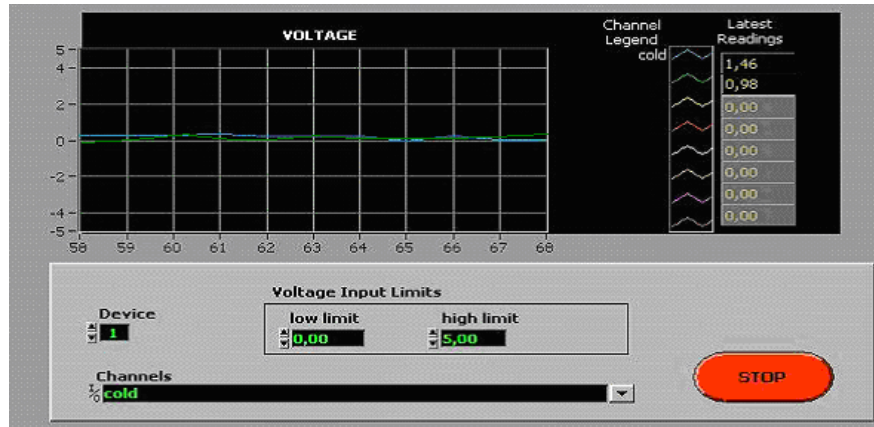
LabVIEW'de, alet ve nesne grubunu kullanarak bir kullanıcı ara yüzü inşa edilmiştir. Kullanıcı ara yüzü ön panelde tasarlanmıştır (Şekil 3.22). Ön paneldeki nesnelere kontrol etmek için de fonksiyonların grafik gösterimleri kullanarak kodlar eklenmiştir. Blok diyagram bu kodları içerir (Şekil 3.21). Blok diyagramı bir akış çizelgesine benzetilmiş, bu da; başka bir kullanıcının programı açıldığında programı

kolayca çözebilmesini ve hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamıştır. Aşağıdaki blok diyagram'da Peltier yarıiletken üzerinde bulunan LM35'lerden alınan gerilim çıkışlarının klemens üzerinden DAQ veri toplama kartına girilmiş, buradan da gerçek zaman gerilim değerleri okunarak, bunlar döngü içerisinde kullanılan fonksiyon ikonlarıyla sıcaklık değerlerine dönüştürülmüştür.

Tarama hızı 1 ms olarak seçilmiştir. Tarama hızı da diyagramdan rahatlıkla değiştirilebilir. Blok diyagramı bütün program için aynı olacağı için görüntü ve fonksiyonlar değişmeyecektir.



Şekil 3.21 LabVIEW blok diagramı



Şekil 3.22 LabVIEW ön panel

## 4. SICAKLIK PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ VE ANALİZİ

### 4.1. LabVIEW Programı ile Sıcaklık Ölçümü

Tablo 4.1’de LabVIEW yazılımı ile Peltier yarıiletkenin soğuk yüzeyinin farklı iki noktasına takılan iki adet LM35 ‘den okunan eş zamanlı sıcaklık değerleri verilmektedir.

**Tablo 4.1** Peltier yarıiletkenin soğuk yüzeyinin farklı iki noktasından okunan sıcaklık değerleri

Peltier’e uygulanan gerilim	1. LM35’in sıcaklık değeri	2. LM35’in sıcaklık değeri	örnekleme zamanları
12 volt	29,95 <sup>0</sup> C	29,07 <sup>0</sup> C	8. sn
12 volt	21,97 <sup>0</sup> C	21,45 <sup>0</sup> C	53. sn
12 volt	8,79 <sup>0</sup> C	8,94 <sup>0</sup> C	328. sn
12 volt	2,44 <sup>0</sup> C	2,63 <sup>0</sup> C	347. sn
12 volt	1,46 <sup>0</sup> C	0,98 <sup>0</sup> C	382. sn
12 volt	0,00 <sup>0</sup> C	0,00 <sup>0</sup> C	404. sn

DAQ veri kartından alınan ve ön panelde görüntülenen soğuk yüzeyin sıcaklık değerleri, en ideal soğukluğa 12 volt DC gerilim seviyesinde ulaşmaktadır. 12 voltun altında ve üzerinde 0°C’den büyük sıcaklık değerleri gözlenmektedir.

12 volt gerilim uygulandığında ise Peltier’in soğuk yüzeyinin sıfır dereceye kadar indiği, gerek fiziksel olarak harici bir sıcaklık ölçen bir ölçü aletiyle, gerekse de ön panel’den gözlenmiştir. Sıcak yüzeye bağlı olan ısı dağıtıcı (heat sink) malzemenin yapısı ve ısı dağıtıcısına bağlı olan fan’ın fiziksel yapısının da ideal soğukluğa ulaşmak

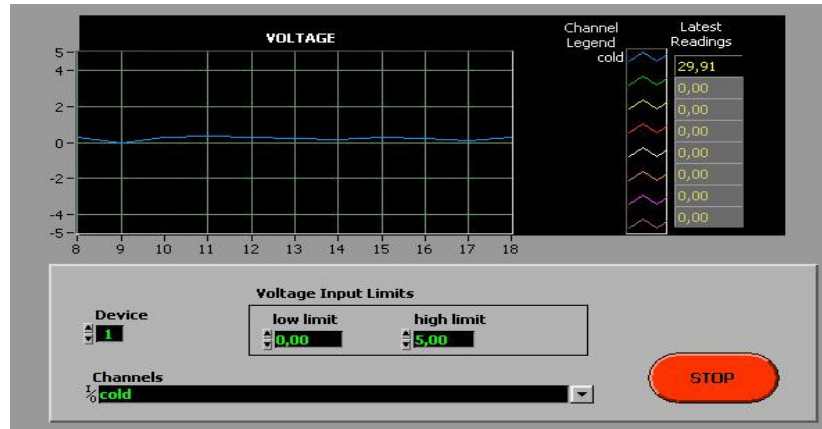
için bir etken olduğu gözlenmiştir. Isı dağıtıcısının boyutunda ve fan'a uygulanan gerilimdeki değişiklikler sıcak yüzeyin ısısının alınmasını yavaşlattığı, dolayısıyla ideal soğukluğun ideal malzeme ve çalışma şartlarıyla sağlandığı gözlenmiştir. Burada deney sonucunu etkilememesi için diğer bir parametre olan akım sabit tutulmuştur.

LabVIEW, program kurma aşamasında ve görsel olarak ölçümlerde çok büyük kolaylık sağlamıştır. Ölçümler, ayrıca herhangi bir program desteği gerektirmeden grafiksel ortamda gözlemlenmiştir. Ayrıca; Peltier'e uygulanan gerilim arttıkça, sıcak yüzeyin de ısısının arttığı, 12 volttan sonra soğuk yüzey  $0^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaştıktan sonra, 12 voltun üzerine çıktığında hem soğuk yüzeyin hem de sıcak yüzeyin ısısının arttığı tespit edilmiştir. Bu durumda; Peltier'in 12 voltun altında ve üzerinde çalışması randımanlı olmamaktadır. Ayrıca 12 voltun üzerine çıktığında randımanın düşmesinin yanı sıra, ekonomik olmaktan çıkmaktadır. Yapılan ölçümlere göre ölçümde kullanılan Peltier'in 12 volt DC gerilimle çalışması en uygun aralıktır.

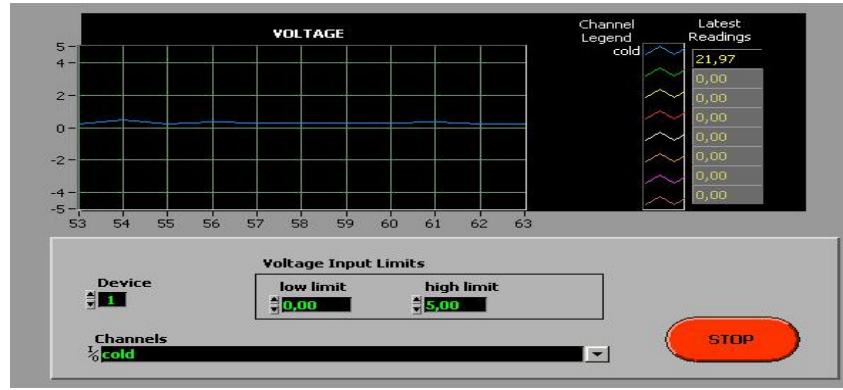
Tablo 4.1'de gösterildiği gibi Peltier yarıiletkenin soğuk yüzeyinin iki farklı bölgesine yerleştirilen LM35'lerden alınan analog gerilim değerleri DAQ kartı aracılığıyla bilgisayar'da bulunan LabVIEW programına aktarılmış ve burada hazırlanan blok program yardımıyla eş zamanlı olarak iki sıcaklık değeri birden değerlendirilebilmiştir. LM35'lerden gelen gerilim değerleri yine program yardımıyla bir sabitle çarpılarak sıcaklık değerlerine çevrilmiştir. LabVIEW'in program dahilinde çok yüksek tarama hızında çalışabilmesi de büyük bir avantajdır. Malzeme yüzeyi  $0^{\circ}\text{C}$ 'ye inene kadar Peltier yarıiletkenin ölçüm yapılan iki ayrı noktasında da sıcaklığın birbirine çok yakın seyrettiği ve sadece belirli bir toleransla hareket ettiği gözlenmiştir. Buradan da malzeme yüzeyinde sıcaklık farkının neredeyse sabit olduğu sonucuna varılmıştır. Peltier'in 404 saniye gibi çok kısa bir zaman diliminde  $0^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşması da; hem malzemenin soğutmada yapabileceği ani etkiyi, hem de LabVIEW'in bu kadar kısa bir zaman aralığında bu soğutmayı yakalayabilmesini gözler önüne sermektedir. Bu da böyle gerçek zamanlı bir deney için, LabVIEW'in ne kadar uygun bir Görsel Grafik Programlama dili olduğunu kanıtlamaktadır.

## 4.2. LabVIEW'de Soğuk Yüzeyin Ön Paneli ve Sıcaklık Ölçüm Değerleri

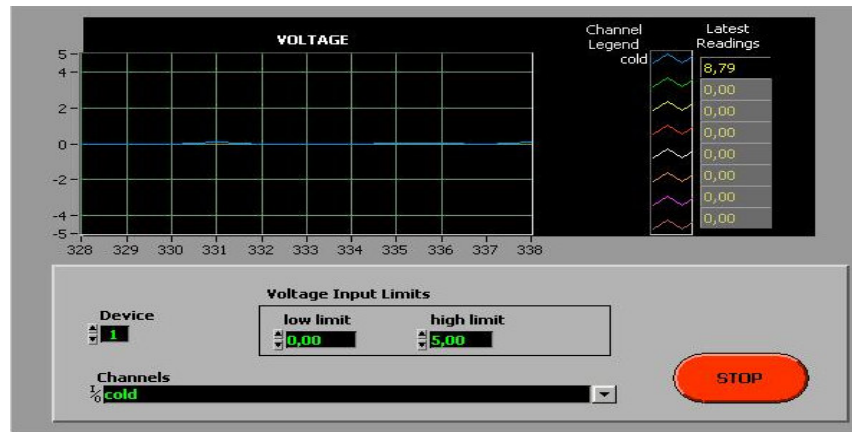
Aşağıdaki şekillerde çeşitli sıcaklıklarda LabVIEW ön panelinde alınan sıcaklık değerleri görülmektedir. Şekil 4.1'de Peltier'e 6 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.2'de Peltier'e 8 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.3'de Peltier'e 9 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.4'de Peltier'e 10 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.5'de Peltier'e 10,5 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.6'da Peltier'e 11 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.7'de Peltier'e 11,5 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.8'de Peltier'e 12 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.9'da Peltier'e 13 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.10'da Peltier'e 14 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.11'da Peltier'e 15 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı, Şekil 4.12'de Peltier'e 16 volt uygulandığında Peltier yüzey sıcaklığı görülmektedir.



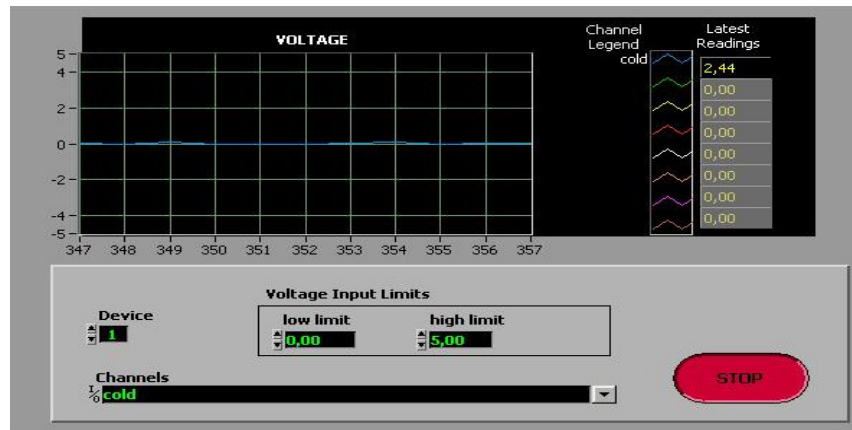
Şekil 4.1 Peltier'e 6 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=29^{\circ}\text{C}$



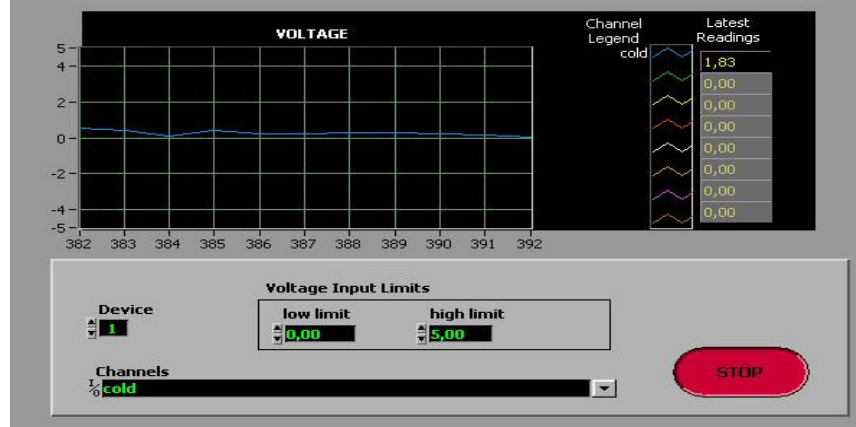
Şekil 4.2 Peltier'e 8 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=21,97^{\circ}\text{C}$



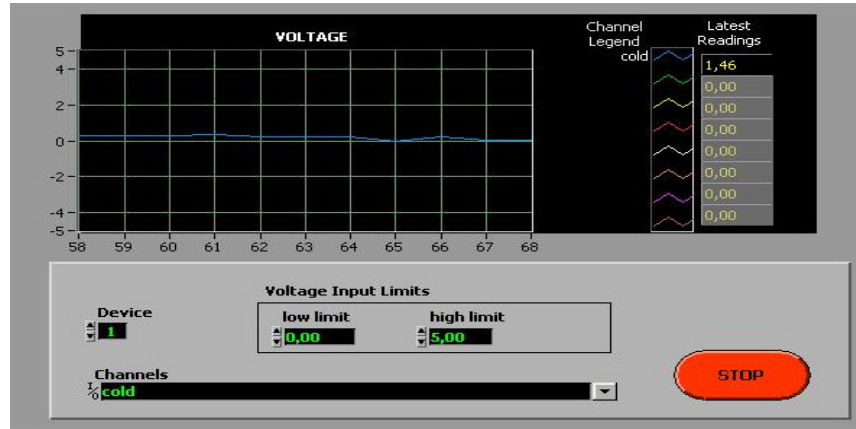
Şekil 4.3 Peltier'e 9 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=8,79^{\circ}\text{C}$



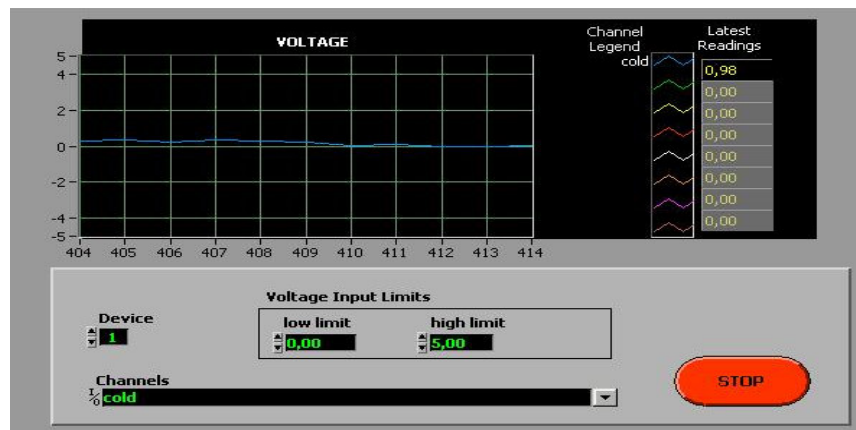
Şekil 4.4 Peltier'e 10 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=2,44^{\circ}\text{C}$



Şekil 4.5 Peltier'e 10,5 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=1,83^{\circ}\text{C}$

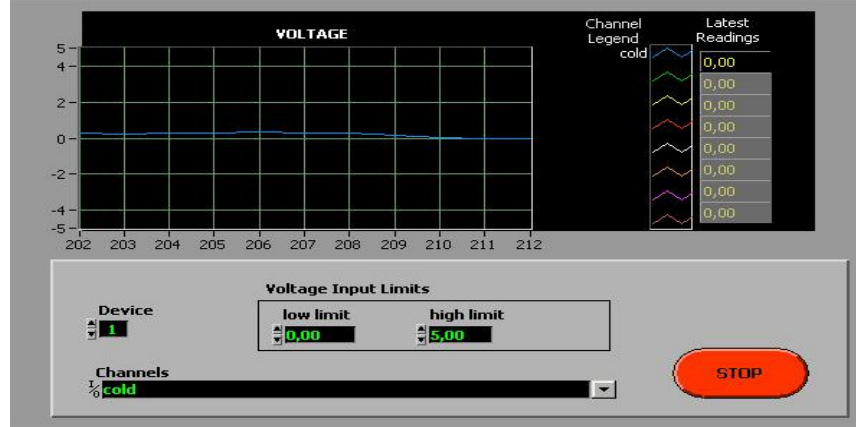


Şekil 4.6 Peltier'e 11 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=1,46^{\circ}\text{C}$

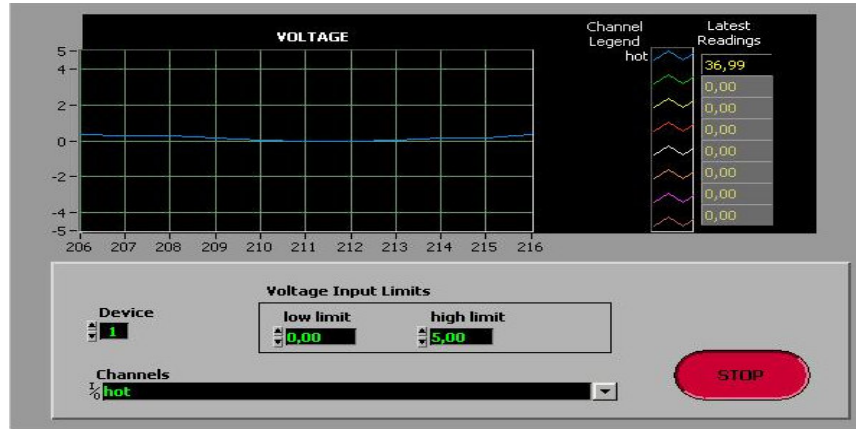


Şekil 4.7 Peltier'e 11,5 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=0,98^{\circ}\text{C}$

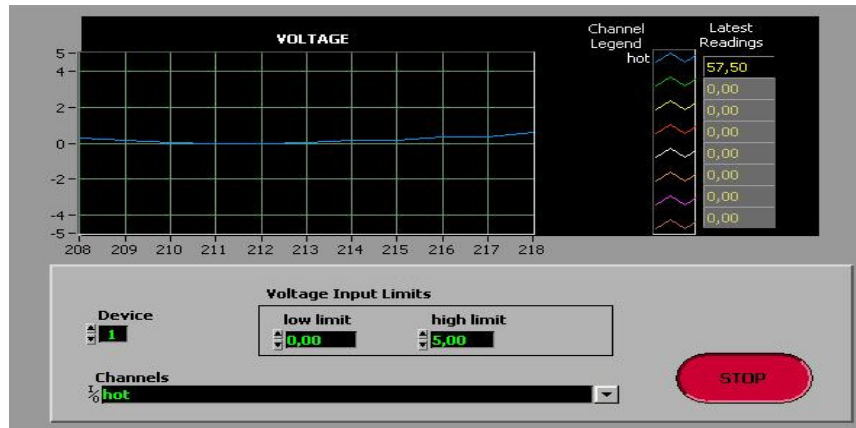




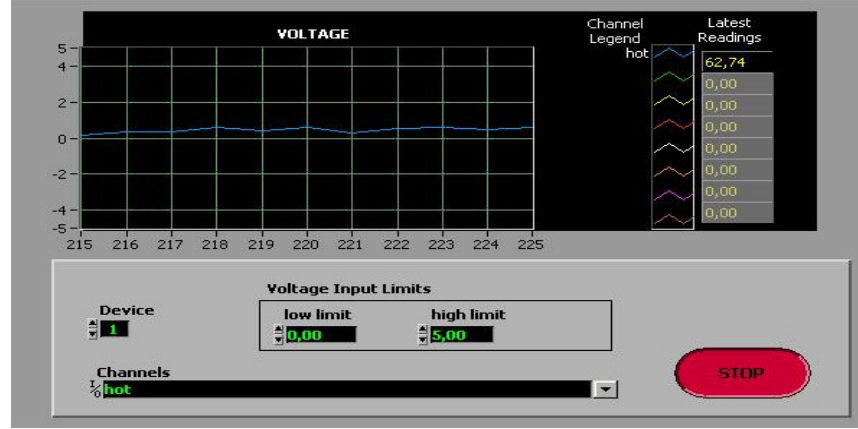
Şekil 4.8 Peltier'e 12 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=0^{\circ}\text{C}$



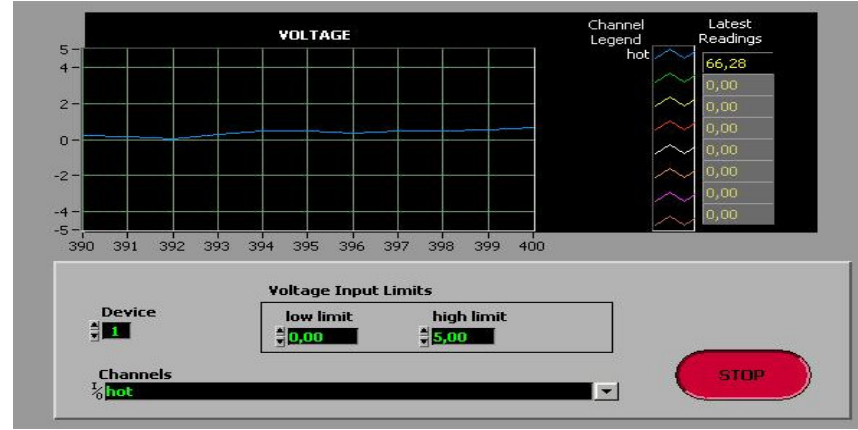
Şekil 4.9 Peltier'e 13 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=36,99^{\circ}\text{C}$



Şekil 4.10 Peltier'e 14 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=57,5^{\circ}\text{C}$



Şekil 4.11 Peltier'e 15 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=62,74^{\circ}\text{C}$



Şekil 4.12 Peltier'e 16 volt verildiğinde Peltier yüzey sıcaklığı  $T=66,28^{\circ}\text{C}$

DAQ veri kartından alınan ve ön panelde görüntülenen soğuk yüzeyin sıcaklık değerleri en ideal soğukluğa 12 volt DC gerilim seviyesinde ulaşmaktadır. 12 voltun altında ve üzerinde  $0^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde sıcaklık değerleri gözlenmektedir.

12 volt gerilim uygulandığında ise Peltier'in soğuk yüzeyinin sıfır dereceye kadar indiği gerek fiziksel olarak harici bir sıcaklık ölçen bir ölçü aletiyle gerekse de ön panel'den gözlenmiştir. Sıcak yüzeye bağlı olan ısı dağıtıcı malzemenin yapısı ve ısı dağıtıcıya bağlı olan fan'ın fiziksel yapısı da ideal soğukluğa ulaşmak için bir etken olduğu gözlenmiştir. Isı dağıtıcının ebatında ve fan'a uygulanan gerilimdeki değişiklikler sıcak yüzeyin ısısının alınmasını yavaşlattığı dolayısıyla ideal soğukluğa ideal malzeme ve çalışma şartlarıyla sağlandığı gözlenmiştir. LabVIEW, program kurma aşamasında ve görsel olarak ölçümlerde çok büyük kolaylık sağlanmıştır.

Ölçümler, ayrıca herhangi bir program desteği gerektirmeden grafiksel ortamda gözlemlenmiştir.

Ayrıca; Peltier'e uygulanan gerilim arttıkça, sıcak yüzeyin de ısısının arttığı,12 voltun sonra soğuk yüzey sıfır dereceye ulaştıktan sonra,12 voltun üzerine çıkıldığında hem soğuk yüzeyin hem de sıcak yüzeyin ısısının arttığı tespit gözlemlenmiştir. Bu durumda; Peltierin 12 voltun altında ve üzerinde çalışması randımanlı olmamaktadır. Ayrıca 12 voltun üzerine çıkıldığında randımanın düşmesinin yanı sıra, ekonomik olmaktan çıkmaktadır. Yapılan ölçümlere göre ölçümde kullanılan Peltier'in 12 volt DC gerilimle çalışması en uygun aralıktır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİ

Ölçümlerin LabVIEW programıyla yapılması gerçek değerleri yakalama ve deney maliyetini düşürme açısından büyük avantajlar sağlamıştır. En uygun sonucu bulmak hazırlanan programda defalarca değişiklik yapılmıştır. DAQ veri toplama kartının hassasiyeti ve gerçek fiziksel ölçüm yapma olanağı da diğer simulasyon programlarına göre yine bir artı avantaj sağlamıştır. Diğer araştırmalarda bu malzemenin analizi DAQ'a göre çok düşük hassasiyet'e sahip olduğundan gerçek sonuçlara yaklaşmanın güç olduğu düşünülmektedir. Deney sonuçlarından alınan veriler de bunu göstermektedir.

LabVIEW'de yapılan ölçüm ve deneylerin sonucuna göre Peltier'in DC gerilim bulunan herhangi bir yerde pratik bir soğutma yapabileceği, az yer kaplaması, hareketli parça içermemesi, sıcaklığının denetlenmesinin kolay olması, maliyetinin ve arıza yapma riskinin düşük olması, arıza yapsa dahi, kolaylıkla ve kısa sürede değiştirilebilmesi gibi bir çok avantajı olduğu kanısına varılmıştır. Bu yüzden çok kritik olan yerlerde bile rahatlıkla kullanılabilir.

Tıp'ta; kritik olan ilaçların saklanması ve taşınmasında, aynı zamanda organ korunması ve taşınmasında tercih edilebileceği düşünülmektedir. Ya da ameliyatlar da herhangi bir organın ısısının termodinamik etkiyle alınması sağlanabilir. Elektronik sanayinde ısınan bir elektronik parçanın soğutulmasında, özellikle hava akımının soğutma için yeterli olmadığı alanlarda kullanılabilir. Bunun yanı sıra herhangi bir sektörde sağlıklı ve hızlı soğutma ihtiyacı hissedilen her yerde güvenle kullanılabilir. Sadece bir dezavantaj olarak Peltier'in soğutma yaparken soğuk yüzey üzerinde oluşan çığırma gözlenmiştir. Bu; malzemenin yapısına bağlı olarak; malzemeyi ya iletme ya da kısa devreye götüreceğinden dolayı, soğutulacak malzeme eğer bir iletken ise, sorun oluşturabilir.

## KAYNAKLAR

- Abadie, J., N. Chaillet, N. and Lexcellent, C. (2002). An integrated shape memory alloy micro-actuator controlled by thermoelectric effect, *Sensors and Actuators A: Physical*, 99: (3)297-303
- Chen, J., Yan, Z. and Wu, L. (1997). Nonequilibrium thermodynamic analysis of a thermoelectric device, *Energy*, 22: (10)979-985
- Gray, P.E. (1963). Approximate dynamic response calculations for thermoelectric peltier-effect devices, *Solid-State Electronics*, 6: (4)339-348
- Hasegawa, Y., Sato, K., Okumura, H., Nakamura, K., Yamaguchi S. and Miyake K. (2002). Reduction of heat leak in cryogenic system using Peltier current leads, *Cryogenics*, 42: (8)495-500
- He, Z.H., Ma, Z.G., Luo, Y.Y., Li, Q.Y., Chen, X.Y., Zhang, J.X. and Shi, D. (1998). An experimental investigation of the off-diagonal Seebeck effect on textured YBCO high- $T_c$  superconductor, *Applied Superconductivity*, 4: (12)619-623
- Landecker, K. and Findlay, A.W. (1961). Study of the fast transient behaviour of peltier junctions, *Solid-State Electronics*, 3: (3-4)239-260
- Maruyama, S., Nino, E. and Ruocco, G. (2001). Analysis of a thermoelectrical device for active heat transfer control, *International Journal of Thermal Sciences*, 40: (10)911-916
- Muscio, A., Bison, P.G., Marinetti, S. and Grinzato, E. (2004). Thermal diffusivity measurement in slabs using harmonic and one-dimensional propagation of thermal waves, *International Journal of Thermal Sciences*, 43: (5)453-463
- Sato, K., Haruhiko, O. and Satarou Y. (2001). Numerical calculations for Peltier current lead designing, *Cryogenics*, 41: (7)497-503
- Skierucha, W. (2005). Design and performance of psychrometric soil water potential meter, *Sensors and Actuators A: Physical*, 118: (1)86-91
- Verma, B.S. and Jain, G.C. (1972). Size effect in some transport coefficients for a metallic film, *Thin Solid Films*, 10 : (1)71-78
- Vian, J.G, Astrain, D., and Dominguez, M. (2002). Numerical modelling and a design of a thermoelectric dehumidifier, *Applied Thermal Engineering*, 22: (4)407-422
- Wijngaards, D. D. L., Kong, S. H., Bartek, M. and Wolffenbuttel, R. F. (2000). Design and fabrication of on-chip integrated polySiGe and polySi Peltier devices, *Sensors and Actuators A: Physical*, 85: (1-3)316-323

Xuan, X. C., Ng, K. C., Yap C. and Chua H. T. (2002), Optimization and thermodynamic understanding of conduction-cooled Peltier current leads, *Cryogenics*, 42: (2)141-145

EK-1 Pic'in içerisinde yazılan program kodları

```

LIST      P=16F84A
#include   "P16F84A.inc"

SAYAC1    EQU    H'0C'
SAYAC2    EQU    H'0D'
SAYAC3    EQU    H'0E'
CLRF      PORTB
BSF       STATUS,5
CLRF      TRISB
MOVLW     H'FF'
MOVWF     TRISA
BCF       STATUS,5

MOVLW     H'00'
XORWF     PORTA,1
BTFSC     STATUS,2
CALL      CLOSE

MOVLW     H'01'
XORWF     PORTA,1
BTFSC     STATUS,2
BSF       PORTB,2

MOVLW     H'02'
XORWF     PORTA,1
BTFSC     STATUS,2
BSF       PORTB,3

START
TEST0     BTFSS     PORTA,2
GOTO      TEST0
TEST1     BTFSC     PORTA,2
GOTO      TEST1

MOVLW     H'01'
XORWF     PORTA,1
BTFSC     STATUS,2
CALL      OPEN

TEST2     BTFSS     PORTA,2
GOTO      TEST2
TEST3     BTFSC     PORTA,2
GOTO      TEST3

MOVLW     H'02'
XORWF     PORTA,1
BTFSC     STATUS,2
CALL      CLOSE

```

```

        GOTO    START
OPEN
        MOVLW   B'00001001'
        MOVWF   PORTB
TEST4   BTFSS   PORTA,1
        GOTO    TEST4
        MOVLW   B'00001000'
        MOVWF   PORTB
        RETURN

CLOSE
        MOVLW   B'00001010'
        MOVWF   PORTB
TEST5   BTFSS   PORTA,0
        GOTO    TEST5
        CALL    GECIKMEA
        MOVLW   B'00000100'
        MOVWF   PORTB
        RETURN

```

#### GECIKMEA

```

        MOVLW   H'0A'
        MOVWF   SAYAC1
_A      MOVLW   H'FF'
        MOVWF   SAYAC2
_B      MOVLW   H'FF'
        MOVWF   SAYAC3
_C      DECFSZ  SAYAC3,1
        GOTO    _C
        DECFSZ  SAYAC2,1
        GOTO    _B
        DECFSZ  SAYAC1,1
        GOTO    _A
        RETURN

        END

```



## ÖZGEÇMİŐ

1971 yılında Denizli'de doğdu. İlk ve orta eğitimini Denizli'de, lise eğitimini Kırşehir'de tamamladı. 1991 yılında Anadolu Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliğini bitirdi. Daha önce özel sektörde ROMAR (Epson) A.Ő. ve BOMSAŐ (Ülker) firmalarında çalışmıştır. Evli olup Pamukkale Üniversitesi Denizli Meslek Yüksekokulu Endüstriyel Elektronik bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.