



Süleyman Demirel Üniversitesi

YEKARUM e-DERGİ

(Journal of YEKARUM)

2022/ Volume 7/Issue 2

E - ISSN:1309-9388



Termoelektrik Sıcaklık Optimizasyonu: Akıllı Masa Tasarımı, İmalatı ve Kontrolü

Murat Gürkan ERGÜN^{a*}, Koray ÖZSOY^b

^aMekatronik Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, ISPARTA, ORCID: 0000-0002-4336-8759

^bMakine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Isparta OSB Meslek Yüksekokulu, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, ISPARTA. ORCID: 0000-0001-8663-4466

*Correspond Author : korayozsoy@isparta.edu.tr

ÖZET:

Günümüzde ortamın sıcaklığını otomatik ayarlamak için sistemler veya mekanizmalar sayesinde insanların konforu artmaktadır. Sistemlerin veya mekanizmaların çoğu gürültülü çalışmaları, çok yer kaplamaları, kullanım ömürlerinin sınırlı olması, arızalanma ihtimallerinin yüksek olması, bakım gerektirmeleri gibi birçok kısıtlayıcı özelliklerinden dolayı çalışmada tüm bu sorunları çözen termoelektrik modüller (peltier) elemanların ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılması tercih edilmiştir.

Çalışmada,termoelektrik bir modül olan peltier ile oda sıcaklığının otomatik olarak ayarlanması sağlanmıştır. Akıllı masa tasarımı için uygun mekanik ekipmanlar seçilmiştir. Mekanik tasarım tamamlandıktan sonra, elektronik devre tasarıma geçilip Proteus programında simülasyonu yapılmıştır. Mikrodenetleyici sistem olarak Arduino Uno kullanılıp, Arduino IDE ortamında kontrol yazılımı hazırlanmıştır. İki adet LM35 analog sıcaklık sensörlerinin ortam ve radyatör sıcaklığını ölçüp, mikrodenetleyici ile peltier sıcaklığı ve fan hızlarının ayarlanması yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Optimizasyon, Termoelektrik, İklimlendirme, Akıllı Masa

Thermoelectric Temperature Optimization: Design, Manufacturing and Control of Smart Tables

ABSTRACT:

Today, people's comfort is increasing thanks to systems or mechanisms to automatically adjust the temperature of the environment. Thermoelectric modules (peltier) elements, which solve all these problems, have been preferred to be used in heating and cooling systems due to many restrictive features of systems or mechanisms such as noisy operation, large footprint, limited lifetime, high probability of failure, and need for maintenance.

In the study, the room temperature was automatically adjusted with the peltier, a thermoelectric module. Appropriate mechanical equipment has been selected for smart desk design. After the mechanical design was completed, the electronic circuit design was started and simulated in the Proteus program. Arduino Uno was used as microcontroller system and control software was prepared in Arduino IDE environment. By measuring the ambient and radiator temperature of two LM35 analog temperature sensors, the peltier temperature and fan speeds are adjusted with the microcontroller.

Key Words: Optimization, Thermoelectric, Air-Conditioning, Smart Desk

1.GİRİŞ

Akıllı teknolojiler, kullanıldıkları alanlara göre çevre ile olan etkileşimleri, davranışları otomatik olarak uyarlayabilen cihazlardır. Akıllı cihazlar buldukları çevreyi sensörler ile algılamaktadırlar. Akıllı teknolojiler, genellikle kendi işini kendi görebilen birer makinelerdir. Çevreyi algılayıp, algıladığı olaylar çerçevesinde çözüm üretip harekete geçen ya da geçiren sistemlerdir. Akıllı teknolojiler günümüzde en çok rağbet gören konuların başında gelmektedir. Birçok sektörde geniş olanaklar sunması bahsi geçen konunun yaygınlaşma hızını pozitif yönde etkilemiştir [1].

Çalışmada, termoelektriğin (peltier) özelliği olan ısı pompasının çift yönlü kullanılmasıdır. Peltierin ön ve arka yüzeylerinde bulunan seramik levhalardaki bu ısı farktan yararlanılarak değişken bir polarite ile ısıtma-soğutma özelliklerinden faydalanıp klima düzeneği oluşturulmuştur. Çalışmada akıllı masa içine peltier yerleştirilip ‘Ergonomik Akıllı Klimalı Masa’ bir yapı oluşturulmuştur. Sistem tasarımı sensörler aracılığıyla veri girişleri algılanmış olup, MATLAB üzerinden gömülü sistemlerden Arduino kartı ile sistem kontrol edilmiştir. Ayrıca havanın iletimini ve döngüsünü sağlayan fanlar da aynı şekilde sıcaklığa bağlı olarak devir hızları ayarlanmıştır. Akıllı masa sisteminde peltierin soğuk kısımdan verim almak için ısınan yüzey soğutulmaktadır. Bunun nedeni ısı fark özelliğinden peltierin arka kısım ne kadar soğutulursa, soğutan kısım o kadar düşük derecelere inmiş olacaktır. Kullanılan yüzeyin ısıtma/soğutma yapabilmesi için Peltierin ters polarite özelliğinden faydalanılmış olup sensörler aracılığıyla, sıcaklığa bağlı olarak optimum seviye çalışma gerçekleştirilmiştir. Akıllı masa tasarımı Solidworks programı ile katı modelleme gerçekleştirilmiştir. Masa için uygun işlemler belirlendikten sonra gerekli ekipmanlar ile kesilmiş ve montajı yapılmıştır.

Çalışmada kullanılacak elektronik devrenin simülasyonu Proteus programında yapılmış ve test edilmiştir. İklim ve hava koşullarına göre sıcaklığı otomatik olarak ayarlayan akıllı masa optimizasyon sağlanmıştır. Çalışma ile klimalar gibi soğutma sistemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda daha ergonomik ve daha az maliyet ile sıcaklık ayarlanması ile ısı kaybı engellenmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, [2]’de termoelektrik etkilerin teorik olarak incelenmesi ve

termoelektrik soğutma etkisinin kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik deneysel çalışma yapılmıştır. 40 mm x 40 mm ve 4 mm kalınlığında bir termoelektrik modül ile dış ortamla yalıtılmış kutuya alt kısımdan oturtulmuştur. Kutuya 125 gr su doldurulup suyun soğuma hızı gözlemlenerek soğutma etkisi ve akım ile volt arasındaki ilişki incelenmiştir. Diğer bir çalışmada, gelişmiş kontrol sistemleriyle kurulu, ucuz, prototip bir buhar odası geliştirilmiştir. Peltier-ısı emici düzeneği, incelenen kondansatör yüzeyini soğutmak için kullanılmaktadır ve bir nebulizör ile deiyonize su püskürtülerek hazne içinde istenen bağıl nem korunmuştur. İşlemi otomatikleştirmek için bir Arduino Duemilanove kartı kurulumla birleştirilmiştir. Plaka sıcaklığını ölçmek için MAX31855K termokupl amplifikatörünün yardımıyla K-tipi bir termokupl Arduino kartına arayüzlenmiştir [3].

Purnamasari [4] çalışmasında, sistem tasarımı, Arduino Uno mikrodenetleyicisi ile peltier termoelektrik modül TEC1-12706 kullanarak daha soğuk ve daha sıcak etkiye sahip bir kutu kullanmıştır. Çalışmasında, kutu yüksüz durumda 54. dakikada 20.1 °C’lik minimum ve 60. dakikada 35 °C’lik maksimum ısı sıcaklığını üretebilmektedir. 190 ml yüklü durumda, 3.8A’lık akımla minimum soğuk sıcaklık elde etme 55. dakikada 27.9 ° C ve maksimum ısı sıcaklığı 59. dakikada 31.2 ° C ’dir. Yüksüz durumda elde edilen ortalama değer soğuk tarafta 23.52 ° C ve sıcak tarafta 32.90 ° C ’dir. Yüklü durumda ortalama sonuç soğuk sıcaklık 28.09 ° C ve sıcak kısımda 30.07 ° C olmaktadır. Papanchev [5] çalışmasında, güvenilirlik testleri için bir termal odanın termal döngü halini kontrol amacıyla yapay zeka teknikleri uygulamıştır. Peltier elemanları, çift yönlü ısıtma /soğutma döngüleri elde etmek için kullanmıştır. Oda içindeki sıcaklığı kontrol etmek için bulanık bir mantık yaklaşımı uygulanmıştır. Iskrenović [6] çalışmasında, sıcaklık ayarı esnasında yarı salınımlı süreçler olmadan çalışacak hızlı ve hassas bir termostat inşa etmiştir. Sıcaklık kontrol sürecinin analizi, olası çözümlerden birinin, zamanın üstel bir fonksiyonu olan spontane sıcaklık değişimlerine göre darbeleri sürüş olduğunu göstermiştir.

Çalışmada sıcaklık kontrolü için kontrol ünitesi olarak mikrodenetleyici ve dijital teknik kullanılmıştır. Yapılı termostat, sıcaklık aralığı ve ayarlanan sıcaklığın kararlılığı açısından tüm beklentileri karşılamıştır. Elde edilen sıcaklık aralığı ± 0 ’dan daha düşük bir mutlak hata ile $-15^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$ olduğu gözlemlenmiştir. kontrol sisteminin tasarımlarını ve simülasyonunu sunmaktadır. Junizan [7] çalışmasında, odanın sıcaklığını belirli bir seviyede düşürmek için fan kullanmıştır. Fan hareketini sağlamak amacıyla LM35 ısı sensörünü kullanıp, oda sıcaklığını sürekli olarak ölçülmüştür. Sensör tarafından algılanan oda sıcaklığı eşiği geçtiğinde, fan açılıp LED

yanmıştır. Sıcaklık eşik değerinin altına düşene kadar fan açık kalmıştır.

El-Hasan [8] çalışmasında, bir soğutma fanı sürücü sisteminin verimli kontrolü için Arduino Uno ve Labview ile kullanılmak üzere PID / PWM kontrol algoritması geliştirilmiştir. DC motorlarla çalıştırılan soğutma fanları aracılığıyla zorunlu havalandırmanın gerekli olduğu bir düzenleyici sıcaklık kontrol sisteminin geliştirilmesine ve test edilmesine dayanmaktadır. Elementten gelen ısı transfer miktarı, üzerindeki hava akış hızı ile doğru orantılıdır. Daha yüksek verimlilik ve kararlı durum kararlılığı elde etmek için fan hızı, Arduino Uno denetleyicisi kullanan yazılım tabanlı bir PID / PWM denetleyicisi tarafından düzenlenmiştir. Dahası, PWM motor kontrolü için Matlab / Simulink modeli, sıcaklıktaki değişikliği taklit etmek için motorun çeşitli görev döngülerindeki hızını tahmin etmek için geliştirilmiştir. Ek olarak, ilgili akustik gürültüyü en aza indirmek için Labview kullanılarak yüksek anahtarlama frekansı (33 KHz) ile PWM gerçekleştirilir. Deneysel testler kabul edilebilir sonuçlar göstermektedir. Kaushik [9] çalışmasında, Arduino, sıcaklık ve nem sensörlerini kullanarak fanın hızını otomatik olarak kontrol etmeyi amaçlamıştır. Fan hızının her seferinde manuel olarak kontrol edilmesi yerine fanın hızı çevreye göre otomatik olarak ayarlanması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, Nesnelerin İnterneti (IoT) konseptine dayandırılmıştır. Sıcaklık ve nem ile algılanan sıcaklığa göre DHT22 sensörünü kullanarak fan hızını otomatik olarak kontrol edilmiştir. Çalışmada, fan, uyku ve oturma gibi sınırlı vücut hareketi gerektiren aktivitede fan hız seviyesi düşüğe ayarlanmıştır. Burada DHT22 sensörü, sıcaklık ve ardından fanın hızı gömülü sistem Arduino kartı ile PWM kullanılarak ayarlanmıştır.

Lee [10] Peltier Modülü, elektronik cihazlardan ve elektronik bileşenlerden gelen ısıyı dağıtmak için kullanılmıştır. Bir iç tünele sahip bir soğutucu için ısı transfer özelliklerini ele almış ve zorlanmış ve doğal konveksiyon koşulları altında, ısı transfer özellikleri farklı değerler elde edilmiştir. Bu nedenle, bir iç tünele sahip olan soğutucu için soğutma ve ısıtma performansları çalışılmıştır. Isı transfer koşulları, zaman ve sıcaklık dağılımındaki varyansla ilgili ısı transfer özelliklerini araştıran deneysel bir test yapılarak da değerlendirilmiştir. Soğutma deneyinde, A ve B şeklindeki soğutma pimi ısı alıcıları, zorunlu konveksiyonun sıcaklığını doğal konveksiyon sıcaklığına göre düşürmüştür. Zorlanmış ve doğal konveksiyonda, A ve B şeklindeki minimum -15 °C. Zorunlu ve doğal konveksiyon koşullarında, A ve B şeklindeki

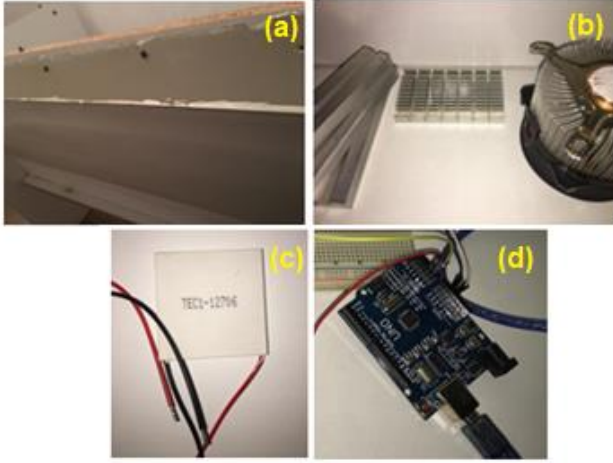
soğutma pimi ısı emicileri, voltaj yükseldiğinde sıcaklığı düşürdü. Isıtma deneyinde, A ve B şeklindeki soğutma pimi ısı alıcıları, zorunlu konveksiyonun sıcaklığını doğal konveksiyon sıcaklığından daha fazla arttırdı. Zorlanmış konveksiyonda, voltaj olduğunda 15 °C, A şeklindeki soğutma pimi ısı emicinin sıcaklığı, 150 °C ve B şeklindeki soğutma pimi ısı emicinin sıcaklığı, 145 °C. Zorlanmış ve doğal konveksiyon koşulları altında, A ve B şeklindeki soğutma pimi ısı alıcıları, artan voltajla sıcaklıkta bir artış göstermiştir.

Nandini [11], çalışmasında, ısı borusu ve sıvı bazlı ısı emici kullanan peltier tabanlı bir kabin soğutma sistemi ile ilgilidir. Peltier cihazı ile ısı transfer etkinliği, fan ve sıvı bazlı soğutucu ile bağlanan ısı borusu bazlı soğutucu kullanılarak artırılmıştır. Sistem normal bir alüminyum soğutucuya kıyasla genellikle 4-5 kat daha verimlidir. Kabin içinde ayarlanan sıcaklığı kontrol etmek için bir kontrol devresi tasarlanmış ve uygulanmıştır. Deneyler farklı ayar sıcaklıklarında yapılmış ve peltier bazlı kabin soğutma sisteminin performansı test edilmiştir. Kabin içinde ayarlanan sıcaklığı kontrol etmek için bir kontrol devresi tasarlanmış ve uygulanmıştır. Çalışmada elektrikli fanın hız seviyesini sıcaklık değişimlerine göre otomatik olarak değiştirmesini sağlanmış ve ortam sıcaklık değişimlerinden dolayı hız seviyesini değiştirebilen otomatik bir fan sistemi geliştirilmiştir. Çalışmada ayrıca, darbe genişliği modülasyon tekniği ve sıcaklık sensörü olan LM35 ile gömülü sistemlerden Arduino Uno Microcontroller kullanılarak oda sıcaklığına dayalı bir DC fan kontrol sisteminin tasarımlarını ve simülasyonunu sunulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada akıllı masa tasarımında ve imalatında materyel olarak hava sirkülasyonunun sağlanması için %100 sızdırmazlık, montajı kolay, hızlı ve sorunsuz olan 150 mm'lik Polivinil klorür (PVC) kullanılarak oluk oluşturulmuştur (Şekil 1a). Oluk vidalar ile sabitlenip, her iki tarafına takılan fanların yardımı ile hava sirkülasyonu yukarı doğru yönlendirilmiştir. Ayrıca akıllı masada meydana gelen ısıyı yönetmek ve TEC1-12706 modellenmiş peltierlerin aşırı ısınmasını önlemek için alüminyum soğutucu plakalar kullanılmıştır (Şekil 1b ve 1c). Çalışmada Atmega328 mikroişlemci tabanlı, üzerinde 20 adet dijital giriş/çıkış pini bulunan Arduino Uno kartı kullanılmıştır. Ortam ve radyatör sıcaklığını ölçmek için LM35 sıcaklık sensörü kullanılmıştır (Şekil 1d).



Şekil 1. Akıllı masa bileşenleri a) Oluk, b) Soğutucular, c) Peltier, d) Arduino Uno

3.2.Yöntem

Çalışmada akıllı masa sistemin geliştirilme aşaması mekanik ve elektronik tasarım olmak üzere iki kısımda gerçekleştirilmiştir. Mekanik tasarımı kısmının gerçekleşmesinde ilk olarak Solidworks programında sistemin 3D model çizimi yapılmıştır. Çizim ve hesaplanması yapılan sistemin montajı yapılarak mekanik tasarım aşaması tamamlanmıştır. Elektronik tasarımın gerçekleştirilmesinde; Arduino Uno kartı, peltierler, LM35 sıcaklık sensörleri, güç kaynağı, rezistans ve diğer devre elemanları kullanılarak genel diyagram oluşturulmuştur.

3.2.1 Mekanik Sistem Tasarımı ve Montajı

Çalışmada, hava sirkülasyonu ve iletimini sağlayan hava kanalı oluşunun ölçüleri 120x100mm olarak çizilmiştir. Çatı oluşun yalıtkanlığı ve tok bir plastik PVC şeklinde üretiliyor olması bu malzemenin tercih sebebidir. Daha sonra oluşun üst tarafındaki kulakları trimlenmiş ve uygun bir şekilde uzunluğu hesaplanıp kesilmiştir. Üst yüzeyi masa tavanı ile kapatılarak masanın yüzeyinde delikler açılıp hava iletimi bu şekilde sağlanmıştır. Hava kanalının masaya sabitlenmesi vidalama ile sağlanmıştır. Sağ ve sol yanlarına fanlar vidalar ile monte edilmiştir. Ortam sıcaklığına göre fanların sirkülasyon hızı mikrodenetleyici kontrolünde arttırıp azaltılmaktadır. Şekil 2’de akıllı masa 3B çizimi gösterilmiştir.

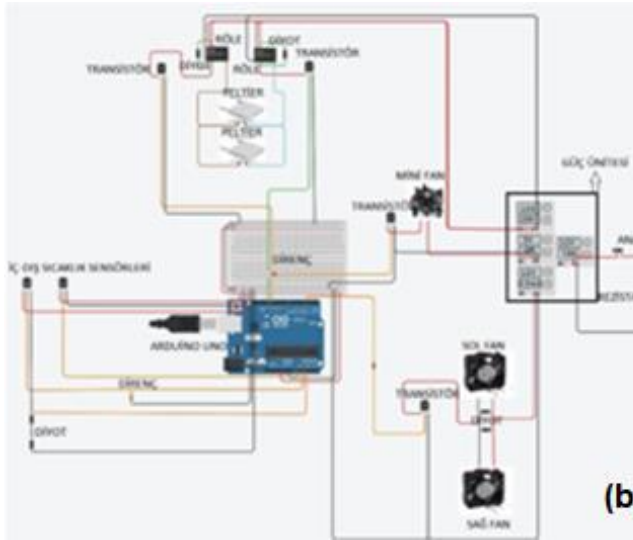
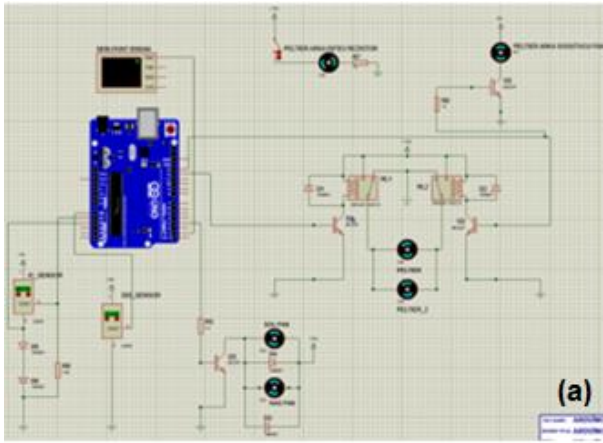


Şekil 2. 3B akıllı masa tasarım görüntüsü

Hava kanalının ortasından iki peltier sabitlenmiş ve mikrodenetleyici tarafından ortam sıcaklığına göre ısıtılıp soğutulmaktadır. Peltier için açılan boşluktan LM35 sıcaklık sensörü ile alüminyum soğutucunun ısısını ölçmek üzere bağlantıları yapılmıştır. Peltierin üst yüzeyine üç adet alüminyum blok soğutucu kullanılmıştır. Hava kanalının yüzeyi ısı kaybı olmaması için alüminyum ile kaplanıp ses sorunu önlenmiştir. Peltierin altından diğer alüminyum soğutucu blok ile bağlantı yapılmıştır. Ayrıca uzunluğu hesaplanan rezistans teli bu bloğun içerisinden geçirilmiştir. Peltierin alt yüzeyi ısındığında soğutucu çalışması ile ısıyı otomatik almaktadır. Diğer taraftan alt kısmı soğuduğunda ise rezistans otomatik olarak çalışıp ısıyı yükseltmektedir.

3.2.2 Elektronik Sistem Tasarım ve İmalatı

Şekil 3’de termoelektrik bir modül olan peltier ile akıllı masa hava soğutma-ısıtma sistemi elektronik devre şeması verilmiştir. Çalışmada soğutma sağlanması için hava kanalı iki ucundan fan yardımı ile sirkülasyon sağlanmıştır. Fanların kontrolü Arduino ile sağlanırken, anahtarlaması transistörler aracılığı ile yapılmaktadır. Elektronik devre sisteminde 2 adet tek kontak röle kullanılıp tetikleme işlemi Arduino’dan sağlanmıştır. Arduino doğrudan röleye değil de transistöre bağlanmıştır. Böylece peltier modülü ile üst yüzeyini hem ısıtıcı hem de soğutucu olarak transistörler anahtarlama elemanı sayesinde kullanılmıştır. Sistem ısıtıcı konumda iken, rezistans otomatik olarak çalışıp alüminyum plakalar ısınacaktır. Rezistans anahtarlaması transistör ile yapılarak, rezistansların kontrolü bobin ile sağlanmıştır. Diğer yandan sistem soğutucu olarak çalıştığı zaman, alt yüzey ısınacak olacaktır. Isınan yüzeyi soğutmak için Peltiere bağlı alüminyum soğutucuya bağlı mini fan bağlantısı sağlanmıştır. Fan kontrolü Arduinonun soğutucu yönü tetiklenmesi ile sağlanmıştır. Paralel bir yol ile fana bağlı transistörü de tetiklemektedir. Böylece hava soğutmak için otomatik olarak fan çalışacaktır.



Şekil 3. Akıllı masa için elektronik devre tasarımı
a) proteus simülasyonu b) devre şeması

Termoelektrik klima uygulamasında kullanılan iki adet LM35 sıcaklık sensör ortam sıcaklığını ve alüminyum soğutucuların (radyatör) sıcaklığını ölçmektedir. 10mV/°C hassasiyetinde LM35 sıcaklık sensör ile -55 °C ile +150 °C derece arasında ölçüm yapabilmektedir. Çalışmada iki adet LM35 sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Mikrodenetleyici ile ortam hava sıcaklığı ve kanal içi radyatör sıcaklığı ile matematiksel bağlantı kurularak sistem çıkışları kontrol edilmiştir. Burada çıkışlar, iki adet Peltier, iki adet havalandırma fanı, rezistans, mini fandan oluşur.

Çalışmada ortam sıcaklığı eğer düşük ise peltier modülü polarması otomatik olarak ayarlanıp ısıtıcı olarak kullanılmıştır. Tablo 1’de gösterildiği gibi ortam sıcaklık yükseldiğinde analog değer düşürülüp daha az ısı verecektir ve ortam sıcaklığı yükseldikçe fan hızları artacaktır. Böylece rüzgar hızı ile ısı kaybını soğurarak düşmesini engellenip maksimum verim elde edilmiştir. Radyatör sıcaklığı ise kademeli olarak sabit tutulmuştur. Soğutma

işleminde değerler kademeli olarak bölüştürülüp sıcaklık düştüğünde analog değer düşürülüp daha az soğutulacaktır. Aynı zamanda fan hızları hava ısındıkça artmaktadır. Böylece rüzgar hızı ile soğuyan soğutucu bloklardan daha fazla soğuk hava verimi elde edilmiştir.

Tablo 1. Sıcaklık Değişimine Bağlı Olarak Kontrol Değerleri

Dış Ortam Sıcaklığı	Peltier soğuk yüzey (Analog)	Peltier sıcak yüzey (Analog)	Fan motor (Analog)	Radyatör sıcaklığı	Bekleme süresi (sn)
9<C<=11	0	255	150	80 °C	1
11<C<=13	0	255	165	75 °C	1
13<C<=15	0	255	180	70 °C	1
15<C<=17	0	255	195	65 °C	1
17<C<=19	0	255	210	60 °C	1
19<C<=21	0	255	225	55 °C	1
21<C<=23	0	255	240	50 °C	1
23<C<=25	0	255	255	45 °C	1
25<C<=27	255	0	150	15 °C	1
27<C<=29	255	0	165	10 °C	1
29<C<=31	255	0	180	5 °C	1
31<C<=33	255	0	195	0 °C	1
33<C<=35	255	0	210	(-5) °C	1
35<C<=37	255	0	225	(-10) °C	1
37<C<=39	255	0	240	(-15) °C	1
39<C	255	0	255	(-20) °C	1

3.2.3. Akıllı masa kontrolü yazılımı

Gerçekleştirilen çalışmanın yazılım kodlarından küçük bir kısmı Şekil 4’de verilmiştir. Arduino IDE kod editörü ile yazılan programda ilk önce, Arduino Mega2560 üzerinde bulunan portların hangi amaçla (çıkış veya giriş) kullanılacağı tanımlanmıştır. Programın yapısında bulunan loop döngüsü içerisindeki kodlar sırayla çalıştırılır, sona gelince loop döngüsü içindeki kodlar tekrar çalıştırılmaktadır.

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

OneWire oneWire(4);
DallasTemperature temp(&oneWire);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  float value = analogRead(A0); // ADC değeri oku
  value = (value/1023.0)*5000; // Digital değeri hesaplama
  Temperature = value/10;
  Serial.print("Ortam sıcaklığı : ");
  Serial.println(Temperature);

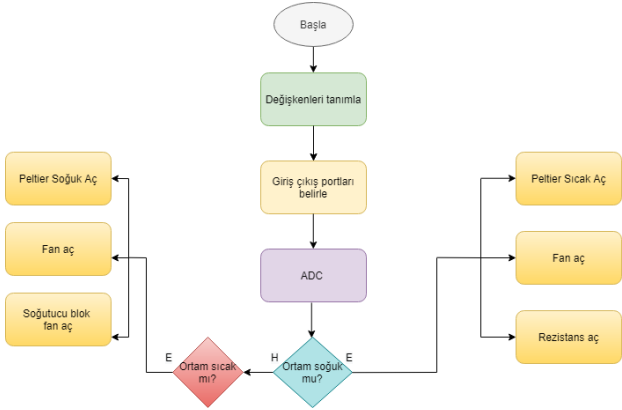
  value2 = analogRead(A1); // ADC değeri oku
  value2 = (value2/1023.0)*5000; // Digital değeri oku
  value3 = (value2/1023.0)*5000;
  Temperature2 = ((value2 - value3)/10);
  Serial.print("Radyatör sıcaklığı : ");
  Serial.println(Temperature2);
  Serial.println("°C");

  if (5>Temperature || Temperature>11) // Ortam sıcaklığı 5 dereceden küçük eğer ise
  {
    digitalWrite(soguk,0); // Ortam soğuk
  }
}

```

Şekil 4. Arduino IDE kod editöründe yazılan radyasyon kapı kontrolü programı

Arduino IDE kod editöründeki loop döngüsü içerisinde gerçekleşen sürecin algoritması Şekil 5’de gösterilmiştir. Burada değişkenleri tanımla ve giriş çıkış portları belirlendikten sonra LM35 ortam sıcaklığını gerilim olarak Vout olarak çıkışa vermektedir. Ortam sıcaklığına bağlı olarak Peltier modül sıcak veya soğuk kısmı ve fanlar çalışmaktadır. Ortam soğuk ise rezistans çalışmakta olup, eğer ortam sıcak ise soğutucu bloktaki mini fan çalışmaktadır.

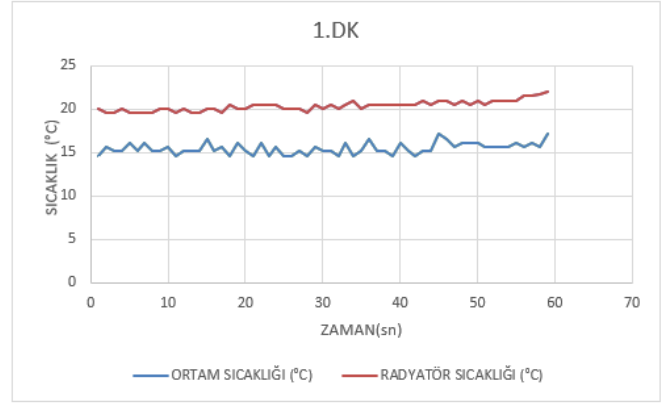


Şekil 5. Gerçekleştirilen yazılımın çalışma algoritması

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

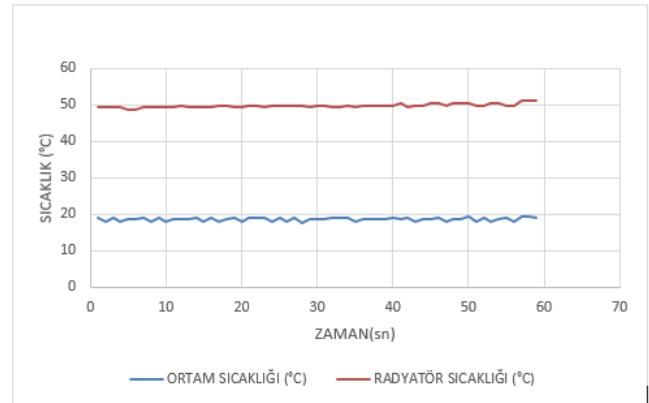
4.1. 3.1. Ortam ve Radyatör Sıcaklık Değişim Bulguları

Şekil 6’de gösterildiği gibi deneyin yapıldığı ortam herhangi bir ısıtıcı düzeneğin olmadığı depo koşullarıdır ve ortam sıcaklığı sistem çalışmaya başlamadan hemen önce 13 °C olarak ölçülmüştür. İlk çalışmaya bağlı olarak ilk 1 dakika içinde, radyatör sıcaklığı 21 °C gibi bir sıcaklıktan dalgalanmalar ile yükselmeye başladığı görülmüştür. Peltier etkinliğini arttırmak için alt kısımda bulunan rezistans sistemi aktif edilmiştir. Ortam sıcaklığı 15-16 °C arasında dalgalanmalar göstermektedir. Bu ortam sıcaklığına bağlı olarak kodlanan yazılım sayesinde fanlar 210 PWM ile dönmektedir. Dalgalanmaların sebebi hava kanalından yükselen havanın, ortam sıcaklığını ölçen sensörün algılaması neticesinde olduğu belirlenmiştir. Peltier’ler akım çekmeye henüz yeni başladığından dolayı doyum noktasına henüz ulaşamamıştır.



Şekil 6. Bir (1) dakikada zamana bağlı ortam ve radyatör sıcaklık değişimi

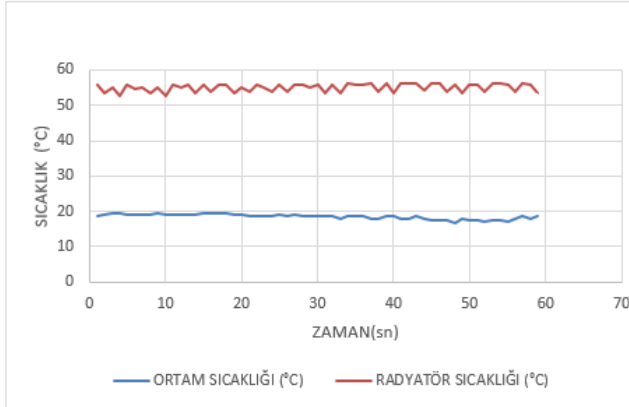
Şekil 7’de gösterildiği gibi zamana bağlı olarak ortam ve radyatör sıcaklık değişim grafiği verilmiştir. Ortam sıcaklığı 20.Dk itibari ile 1.Dk’ya göre 5 °C’lik bir artış göstererek 20 °C seviyelerine geldiği gözlemlenmiştir. Bu ortam sıcaklığına bağlı olarak kodlanan yazılım sayesinde fanlar 225 PWM ile dönmektedir. Aynı zamanda yapılan gözlemlere bağlı olarak ortam sıcaklık artış hızının azaldığını söylemek mümkün olmaktadır. Radyatör sıcaklığı ise 20 °C’den, 50 °C seviyelerine yükselmiştir. Peltier etkinliğini arttırmak için alt kısımda bulunan rezistans sistemi çalışmaya devam etmektedir. Ancak radyatör sıcaklığı, belirlenen doyum seviyesine ulaşmadığından dolayı sıcaklığı yükselmeye devam etmektedir.



Şekil 7. Yirmi (20) dakikada zamana bağlı ortam ve radyatör sıcaklık değişimi

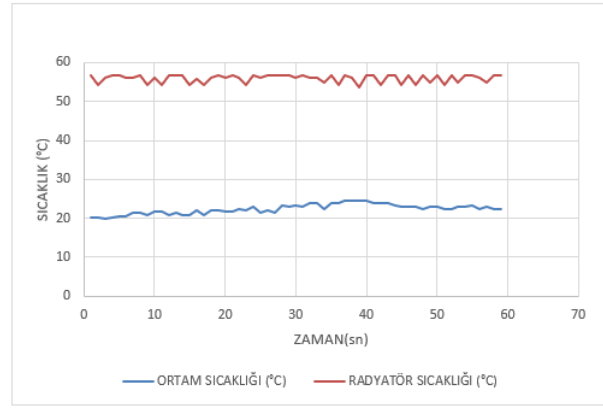
Şekil 8’de gösterildiği gibi zamana bağlı olarak ortam ve radyatör sıcaklık değişim grafiği verilmiştir. Radyatör sıcaklığı Çizelge 1’deki değerlere göre 55 °C’ye sabitlemiştir. Sıcaklık her 55 °C veya daha üstü olduğunda Arduino rölenin bobinlerine verdiği tetiği keser ve bir sonraki ölçüm sırasına kadar kapalı kalır. Bekleme süresi 1000ms (1sn) olduğundan şekilde görüldüğü gibi röle kontakları açılıp kapanması sonucu hareketli bir grafik oluşmuştur. Bu ortam sıcaklığına bağlı olarak kodlanan yazılım sayesinde fanlar 225

PWM ile dönüp 210 PWM'e düşüş olmuştur. Peltier etkinliğini arttırmak için alt kısımda bulunan rezistans sistemi çalışmaya devam etmektedir. Aynı zamanda ortam sıcaklığında bir düşüş yaşandığı gözlenmektedir bunun sebebi ise masaya montajlanan hava kanalının yeterince yalıtımlı olmaması ve ortam sıcaklığının depo koşullarında dışarıdan içeriye soğuk hava sirkülasyonunun olmasına bağlanmaktadır.



Şekil 8. Kırk (40) dakikada zamana bağlı ortam ve radyatör sıcaklık değişimi

Şekil 9'de gösterildiği gibi zamana bağlı olarak ortam ve radyatör sıcaklık değişim grafiği verilmiştir. Radyatör sıcaklığı 40.Dk'da olduğu gibi Çizelge 1' deki değerlere göre 55 °C'ye sabitlenmiştir. Sıcaklık her 55 °C veya daha üstü olduğunda Arduino rölenin bobinlerine verdiği tetiği keser ve bir sonraki ölçüm sırasına kadar kapalı kalır. Bekleme süresi 1000ms (1sn) olduğundan şekilde görüldüğü gibi röle kontakları açılıp kapanması sonucu hareketli bir grafik oluşmuştur. Peltier etkinliğini arttırmak için alt kısımda bulunan rezistans sistemi çalışmaya devam etmektedir. Yine aynı şekilde 40.Dk'daki gibi ortam sıcaklığına bağlı olarak kodlanan yazılım sayesinde fan hızlarında 225-240-255 PWM şeklinde bir artış olmuştur. Sıcaklık artış hızı en yüksek olan bu dönemde şekildeki gibi dalgalanmalar ile artıp azalmaktadır. Bu dalgalanmanın sebebinin yalıtım sorunu olduğu belirlenmiştir. Daha uygun koşullarda oda ve masa yalıtımı iyileştirilirse sistemin verimi daha da yükseleceği gözlemlenmiştir. 1 saatlik çalışma içerisinde ortam sıcaklığı optimum sıcaklığa 60.Dk 38.Sn' de ulaşmıştır. Bu sıcaklık değeri 24,44 °C'dir. Sistem çalışmaya başlamadan önce 13 °C olan hava sıcaklığı, sistem açıldığında 60Dk'lık bir çalışma sonucunda +11,44 °C kadar yükseltilmesi başarılmıştır.



Şekil 9. Atmış (60) dakikada zamana bağlı ortam ve radyatör sıcaklık değişimi

4.2. Ölçüm Verilerine Göre Regresyon Hesaplamaları

Regresyon analiz çalışmalarında bağımlı değişken radyatör sıcaklığı ve bağımsız değişken olarak ise ortam sıcaklığı alınmıştır. Çünkü ortam sıcaklığını ölçen sensöre bağlı olarak radyatör sıcaklığı değişmektedir. Ortam sıcaklığı yükseldiği takdirde radyatör sıcaklığı düşecek; ortam sıcaklığının yükseldiği oranda radyatör sıcaklığı düşecektir. Bu işlem 'Yöntem' bölümünde anlatıldığı üzere Arduino üzerinden Peltier kontrolü ile olmaktadır.

Çalışmadan elde edilen 1726 ölçüm verisine göre regresyon ile ortam sıcaklığı ile radyatör sıcaklığı arasındaki ilişki belirlenmiştir. Regresyon analizi, iki ya da daha çok nicel değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan analiz metodudur. Tablo 2'de Regresyon İstatistikleri'nde alınan sonuçlar gösterilmektedir.

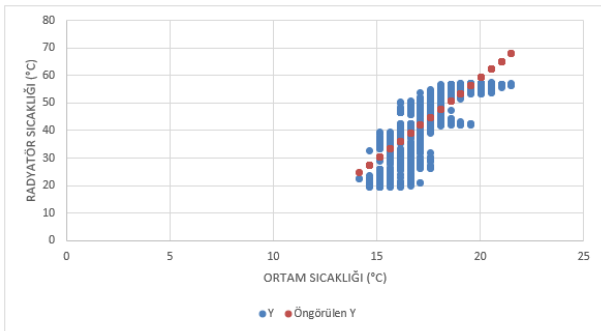
Tablo 2. Regresyon analiz sonuçları

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,811899586
R Kare	0,659180938
Ayarlı R Kare	0,658983247
Standart Hata	6,492952877
Gözlem	1726

Çoklu R değeri 'Radyatör Sıcaklığı' ile 'Hava Sıcaklığı' değişkenleri arasındaki korelasyon değerini, R Kare ise bu korelasyon değerinin karesini göstermektedir. İki değişken arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını Korelasyon ile anlaşılabilir. Yani korelasyon, değişkenlerde meydana gelen değişikliklerin birbirini etkileyip etkilemediklerini gösterir. Korelasyon

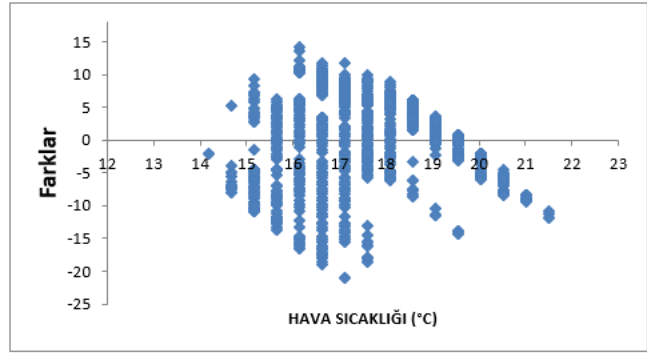
katsayısı, değişkenler arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılan bir değerdir. Değişken, aşağıdaki formülle hesaplandığında -1 ile 1 arasında bir değer alır. Negatif değerler negatif ilişkiyi, pozitif değerler ise pozitif ilişki olduğunu gösterir. Değerler 1 veya -1 olduğunda mükemmel bir ilişki vardır. Değerler 0'a yaklaştıklarında değişkenlerin aralarındaki ilişki de azalır. 0,659180938 değerindeki R Kare 'Radyatör Sıcaklığı' değişkeni içindeki varyasyonun (çeşitliliğin) %65,9'unun 'Hava Sıcaklığı' değişkenini etkileyebileceğini söylemektedir. Ortalamanın üzerinde olan bu değer başarılı sayılabilmektedir.

Şekil 10'de Regresyon Çizgisi Grafiği'nden sistemden alınan 1726 adet verinin, ortam sıcaklığına bağlı olarak radyatör sıcaklığı ile etkileşimi sonucunda öngörülen değişim grafiği gösterilmektedir. Buna bağlı olarak sistemin çalışmaya devam etmesi halinde sıcaklığın değişimi hakkında fikir alınabilmektedir. Diğer yandan ortam sıcaklığının radyatör sıcaklığını tam olarak nasıl etkilediği sonucuna varılmıştır. Gösterilen veri noktalarına dayanarak, noktaları en iyi modelleyen bir çizgi çizilmektedir. X ekseninde giriş özelliğimize, Y ekseninde ise hedef değere sahibiz. Noktaların yayılım gösterdiği çizgiye uyacak şekilde çizgi çizilmiştir. Bu çizgi artık girdi olarak verilen değerleri tahmin eden bir modeldir. Bu modele bakarak dağılımda olmayan bir x veya y değeri için elde edilecek tahmini y veya x değerini tahmin edebilmektedir.



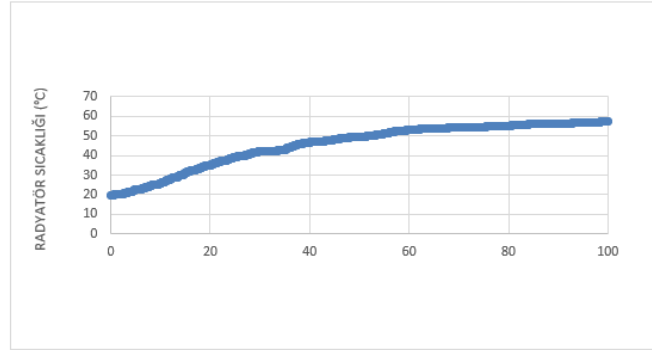
Şekil 10. Regresyon Çizgisi Grafiği

Şekil 11'da hava sıcaklığı fark çizelgesinde görüldüğü üzere hava sıcaklığının 1726 veri içinde sıcaklık farkları gösterilmektedir. Bu çizelge neticesinde sistemin olası değişik çalışma sıcaklıklarında, sıcaklık farkları hakkında bilgi sahibi olmamız mümkündür. Bu farklara göre önceden gerekli atamalar yaparak sistemin stabil çalışması sağlanabilir.



Şekil 11. Hava Sıcaklığı Fark Çizelgesi

Betimsel istatistik içinde, bir yüzde birlik sıralanmış bir veri serisini yüz eşit parçaya bölen ve böylece her bir bölünen parçanın ana veri veya aktarılan verilerinin 1/100'ini kapsadığı, 99 tane özetleme değeridir. Şekil 12'da örnek yüzde birlik 'teki grafikte radyatör sıcaklığının elimizdeki veriler için yüzde birlik grafiği verilmiştir.



Şekil 12. Örnek yüzde birlik

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, termoelektriğin özelliği olan ısı pompasının çift yönlü kullanılması özelliğini kullanarak hayata geçirilmiştir. Kullanılan termoelektrik modülün ismi Peltier modülüdür. Peltier modülü bahsedildiği üzere termoelektrik prensip olarak ısı pompası şeklinde çalışmaktadır. Çalışmada peltier akıllı masa içine yerleştirilip 'Ergonomik Klimalı Masa' şeklinde bir yapı oluşturulmuştur. Bahsedilen yapının kullanımı çok basit bir şekildedir. Sistem komutları sensörler aracılığıyla algılayıp, Arduino ile kontrol edilmiştir. Havanın iletimini ve döngüsünü sağlayan fanlar da aynı şekilde sıcaklığa bağlı olarak devir hızları ayarlanmıştır.

Literatürde yapılan çalışmalara göre termoelektrik modülünün kullanımı genel olarak soğutma sistemleri üzerine olan çalışmalardır. Bu işlemde soğuk kısımdan verim almak için ısınan yüzey soğutulmaktadır. Bu sayede ısı fark özelliğinden arka kısım ne kadar soğutulursa, soğutan kısım o kadar düşük derecelere inecektir. Soğutma özelliği bu şekilde kullanılmıştır; fakat aynı zamanda ortam sıcaklığına bağlı ihtiyaç halinde ısınan yüzeyin de kullanılması için de ısınan kısımdan verim elde edilmesi için, soğuyan yüzeyin

ısıtılarak iyi sonuçlar alınmaktadır. Literatür ile kıyaslandığında çalışma ile portatif ve kullanışlı bir ürün ortaya çıkarmıştır. İklim ve hava koşullarına göre sıcaklığı otomatik olarak ayarlayan akıllı masa hayatı kolaylaştırmak için bir çözüm sunulmuştur. Çalışma masalarında herhangi bir iş yapılırken yani masada uzun süre kalınacaksa sıcaklık koşullarının odağı dağıtımaması gerekmektedir. Bazı alanlarda yaygın kullanılan klimalar vb. soğutma sistemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda veya daha az maliyet ile iklimlendirme amacı doğrultusunda bahsedilen çalışmanın fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda termoelektrik sistemler üzerine ilginin artması ve çalışmada elde edilen optimum sonuçlar ile çalışmanın daha yaygın kullanıma sahip olabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

[1]. Brougham, D., & Haar, J. (2018). Smart technology, artificial intelligence, robotics, and algorithms (STARA): Employees' perceptions of our future workplace. *Journal of Management & Organization*, 24(2), 239-257.

[2]. Usta, H., and Kirmaci V. (2002) "Termoelektrik Etkiler Ve Soğutma Etkinliğinin Uygulanması." *Teknoloji* 5.

[3]. Gupta, Rohit, et al. (2018) "Arduino based temperature and humidity control for condensation on wettability engineered surfaces." 2018 Emerging Trends in Electronic Devices and Computational Techniques (EDCT). IEEE, 2018.)

[4]. Purnamasari, D., (2017) "Perancangan Kotak Pendingin Dan Penghangat Minuman Menggunakan Modul Termoelektrik Peltier Tec1-12706 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno."

[5]. Papanchev, T., (2020). "A Fuzzy Control of Peltier-Based Thermal Chamber for Reliability Tests." 2020 21st International Symposium on Electrical Apparatus & Technologies (SIELA). IEEE, 2020.)

[6]. Iskrenović, Predrag S., et al. (2019) "Thermostat with Peltier element and microcontroller as a driver." *Measurement* 137: 470-476.)

[7]. Junizan, Nur Afiah, et al. (2019), "Design and Implementation of Automatic Room Temperature Controlled Fan using Arduino Uno and LM35 Heat Sensor." *International Journal of Engineering*

Creativity & Innovation 1.2 : 8-14.)

[8]. El-Hasan, Tareq S., et al. (2016)., "Arduino and Labview based control for efficient drive of cooling fan system." *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 13.10 : 771-780.

[9]. Kaushik, Suraj, et al. (2018)., "Automatic fan speed control using temperature and humidity sensor and Arduino." *International Journal of Advanced Research, Ideas and Innovations in Technology* 4.2 453-457.)

[10]. Lee, M., and Tae-Wan K., (2014)., "A study on the heat sink with internal structure using peltier module in the natural and forced convection." *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society* 15.7, 4072-4080.

[11]. Nandini, K. K. (2013)., "Peltier based cabinet cooling system using heat pipe and liquid based heat sink."3-17.