



T.C.

TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DUBLEKS EVLERDE KATLAR ARASI SICAKLIK FARKININ  
KONTROL EDİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Mustafa Suat AYDIN

**Anabilim Dalı: Makine Mühendisliği**

**DANIŞMAN**

Doç. Dr. Oğuz Tekelioğlu

**HAZİRAN-2015**

**T.C.  
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DUBLEKS EVLERDE KATLAR ARASI SICAKLIK FARKININ  
KONTROL EDİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mustafa Suat AYDIN**

**(121107101)**

**Anabilim Dalı: Makine Mühendisliği**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Oğuz TEKELİOĞLU**

**HAZİRAN-2015**

**T.C**  
**TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DUBLEKS EVLERDE KATLAR ARASI SICAKLIK FARKININ**  
**KONTROL EDİLMESİ**

Mustafa Suat AYDIN  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 25/06/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/ oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

<b>İmza:.....</b>	<b>İmza:.....</b>	<b>İmza:.....</b>
Doç. Dr. Oğuz TEKELİOĞLU (T.Ü.)	Doç. Dr. Bilal ALATAŞ (F.Ü.)	Yrd. Doç. Dr. Ali AŞKIN (T.Ü.)
<b>DANIŞMAN</b>	<b>ÜYE</b>	<b>ÜYE</b>

Bu tez, Enstitümüz Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ  
Enstitü Müdürü  
İmza ve Mühür

**NOT:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Bu çalışmada, içten merdivenli iki katlı evlerde kış aylarında yaşanan alt kattaki ısınamama ve üst kattaki aşırı ısınma problemlerine yeni bir çözüm üretebilmek amacıyla bir model yapılarak deneysel çalışmalar yürütüldü. Yaşanan bu problem, Sıcak Hava Transfer Tüneli (SHTT) olarak adlandırdığımız, üst katın tavanında biriken sıcak havayı en soğuk bölge olan alt katın zemin bölgesine transfer edebilen bir tünel ile aşılmaya çalışıldı. Öncelikle dubleks evi temsil edecek bir model yapıldı. Tüm ölçüm ve kontrol çalışmaları, boyutları her bir katın iç hacmi 46 x 46 x 67 cm büyüklüğünde iki katlı ve bir de tavan arası bulunan toplam iç hacmi 308 dm<sup>3</sup> olan bir model üzerinde yapıldı. Modelde üst katın üstüne bir adet fan yerleştirildi. Modelin çatısı ile alt bölme arasında, bükülebilir (esnek) bir tünel sistemi ile dışarıdan bağlantı sağlandı. Böylelikle modelin üst bölümünde biriken sıcak hava, modelin en soğuk bölgesi olan alt katın zemin bölgesine taşınmış oldu.

Sistemdeki ısıtıcılar ve fan, bir enstrümantasyon donanımı ve grafiksel programlama dili olan Labview ile kontrol edildi. Model üzerinde farklı deneyler uygulandı. Deneyler boyunca SHTT girişinde bulunan fan ve ısıtıcılar kontrol edildi. Deneyler sonucunda, ilk ısıtma sürecinde SHTT kullanılmadan 0,156 kWh elektrik tüketilirken, SHTT kullanıldığında kullanılan elektrik miktarının 0,06 kWh'e düştüğü görüldü. Model normal sıcaklığa ulaştıktan sonra sıcaklığın sabit tutulduğu bir diğer çalışmada ise; SHTT kullanılmadan ısınma amaçlı 0,06 kWh elektrik kullanırken, SHTT kullanıldığında harcanan elektrik enerjisi miktarı 0,0085kWh olmuştur. Sonuç olarak ilk ısınma çalışmasında yaklaşık 2,6 kat ve sıcaklığın sabit tutulduğu çalışmada ise 7,06 katlık bir elektrik tasarrufu sağlanmıştır. Böylece sadece yüksek miktarda tasarruf sağlanmakla kalmamış ayrıca hem üst kattaki rahatsız edici sıcaklık normal seviyeye düşürülmüş hem de alt kattaki soğuk bölgenin hızlı bir şekilde ısıtılması sağlanmış oldu.

**Anahtar Kelimeler:** Sıcaklık Ölçüm ve Kontrolü, Isınma Problemi, Labview, PIC, Sıcak Hava Transfer Tüneli.

## ABSTRACT

### Control of temperature difference between floors in duplex houses

In this project, experimental studies have been conducted by making a model for the purpose of finding a new solution to the problems of excessive heating in the upper part and not heating in the lower part in the houses of two floors connected by an indoor staircase occurring in winter. This experienced problem has been trying to be solved with a tunnel named as *Hot Air Transfer Tunnel (HATT)* which can transfer the hot air accumulating in the ceiling of the upper part to the lower part which is the coldest one. Primarily a model representing the house has been constructed. All measurement and controlling experiments have been done on a model of double-storied with size of 46x46x67 cm internal mass of every floor and which has a 38 dm<sup>3</sup> internal volume in total with an attic. A fan has been placed on ceiling of the upstairs of the model. A connection has been established with a flexible tunnel system externally between the attic of the model and the downstairs. In this way, the hot air accumulating in the upper part of the model has been transferred to the lower part of the downstairs which is the coldest one in the model.

The heaters and the fan of the system, has been controlled with instrumentation equipment and Labview which is a graphical programming language. Different experiments were conducted on the model. During the experiments, heaters and fan placing which normally placed on the *HATT* have been controlled. Results have showed that during the initial heating, when *HATT* was used the quantity of electricity consumption has decreased to 0,06kWh while 0,156 kWh electricity is being consumed when *HATT* was not utilized. After the model has reached the normal temperature, in another experiment which the temperature is kept constant, while 0,06 kWh electricity has been used by heaters without using *HATT*, the quantity of electric energy that consumes has been 0,0085 kWh when *HATT* was used. As a result, it has been provided 7,06 times electricity saving in the experiment which the temperature was kept constant and a nearly 2,6 times electricity saving in the initial heating experiment. So, not only a big quantity of electricity was saved but also both disturbing temperature in the upper section was decreased to the normal level and the cold section in the downstairs was heated quickly.

**Key Words:** Temperature Measurement and Control, Heating Problem, Labview, PIC, Hot Air Transfer Tunnel

## TEŐEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin boyunca yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Oğuz Tekelioğlu, araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında değerli vakitlerini ayırarak bilimsel alanda gelişmeme büyük katkılar sağlamıştır. Bunun yanında, yaptığı ufkumu genişletici ve motive edici konuşmaları için değerli hocama teşekkürlerimi sunarım.

Program yazımı ve deneyler sırasında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Yrd. Doç. Dr. Ömer Çelik hocama, değerli arkadaşım Elektrik-Elektronik Yük. Müh. Sami Arslan'a ve Öğr. Gör. Serkan Erkan Bey'e teşekkürlerimi sunarım.

**Mustafa Suat AYDIN**

**TUNCELİ - 2015**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
<b>ÖZET</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>VI</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>SEMBOLLER LİSTESİ</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Isı ve Sıcaklık Kavramları .....	2
1.2. Isı İletimi .....	3
1.2.1. Kondüksiyonla (Katılarda Temas Yoluyla İletim) Isı İletimi .....	3
1.2.2. Konveksiyonla (Akışkan Yoluyla İletim) Isı İletimi.....	5
1.2.3. Radyasyonla (Işınım) Isı İletimi .....	6
1.3. Binalarda Isıtma .....	7
1.3.1. Dupleks Evlerde Isıtma .....	10
1.3.2. Dupleks Evde Isı Transferi.....	13
1.4. Sıcaklık Ölçümü .....	14
1.4.1. Sıcaklık Ölçümü .....	14
1.4.1.1. Termokupl .....	15
1.4.1.2. RTD .....	15
1.4.1.3. Termistörler .....	16
1.4.1.4. Entegre Devre Sıcaklık Algılayıcıları .....	17
1.4.1.5. Temassız Sıcaklık Algılayıcıları .....	17
1.5. Kontrol Sistemleri .....	17
1.5.1. Kontrol Sistemlerinin Türleri .....	18
1.5.2. Sıcaklık Kontrol Metotları.....	19
<b>2. MATERYAL VE METOT</b> .....	<b>21</b>
2.1. Labview .....	21
2.1.1. Labview'in Yapısı .....	22
2.1.2. Labview Programlamada Kullanılan Fonksiyonlar.....	25

2.1.3.	Labview Programlamada Kullanılan Donanımlar.....	28
2.2.	Mikrodenetleyiciler .....	31
2.2.1.	PIC Devresinde Kullanılan Sensörler.....	35
2.3.	Dubleks Ev Modeli.....	38
2.4.	Fan .....	39
2.5.	Isıtıcı .....	40
2.6.	Sıcak Hava Transfer Tüneli (SHTT).....	42
2.7.	Sıcaklık Ölçümü Yapan Labview Programı.....	43
2.8.	Fan ve Isıtıcı Kontrolü Yapan Labview Programı .....	45
2.9.	Fan Kontrolü Yapan PIC Devresi .....	49
2.9.1.	ADCON0 Kaydedicisi.....	50
2.9.2.	ADCON1 Kaydedicisi.....	51
2.9.3.	Çalışmada Pinlerin Kullanımı .....	52
<b>3.</b>	<b>BULGULAR .....</b>	<b>56</b>
<b>4.</b>	<b>SONUÇ VE TARTIŞMA.....</b>	<b>63</b>
<b>5.</b>	<b>ÖNERİLER.....</b>	<b>66</b>
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>67</b>
	<b>EKLER.....</b>	<b>69</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>71</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 1.1.	Isının iletim yoluyla geçişi..... 4
Şekil 1.2.	Isının taşınım yoluyla geçişi ..... 5
Şekil 1.3.	Isının bina içinde taşınması ..... 6
Şekil 1.4.	Isının ışınım yoluyla geçişi..... 6
Şekil 1.5.	Soba ile ısıtılan bir odada sıcaklık dağılım simülasyonu..... 7
Şekil 1.6.	Kömür veya odun sobalarında kullanılan fan (The Caframo Ecofan )..... 8
Şekil 1.7.	Fan kullanılan ve fan kullanılmayan odalardaki sıcaklık dağılım simülasyonu ..... 9
Şekil 1.8.	Soba ile ısıtılan bir odadaki sıcak hava akışı ..... 9
Şekil 1.9.	Soba bulunan odadan yan odaya sıcak hava akışı ..... 10
Şekil 1.10.	Radyatörle ısıtılan bir odada sıcaklık dağılım haritası..... 11
Şekil 1.11.	Yatay ekseninde sıcak havanın yüksekliğe bağlı heterojen dağılımını gösteren grafik 12
Şekil 1.12.	Basit bir kontrol sisteminin blok diyagramı ..... 18
Şekil 1.13.	Açık çevrim kontrol sisteminin blok diyagramı ..... 19
Şekil 1.14.	Kapalı çevrim kontrol sisteminin blok diyagramı ..... 19
Şekil 1.15.	On-Off kontrol sisteminin blok diyagramı ..... 20
Şekil 1.16.	On-Off kontrol sisteminin cevabı ..... 20
Şekil 2.1.	Labview 9.0 programının ekran görüntüsü..... 21
Şekil 2.2.	Labview'in ön panel görüntüsü ..... 23
Şekil 2.3.	Labview'in blok diyagram görüntüsü..... 24
Şekil 2.4.	Labview'in fonksiyon ve kontrol paleti ile araç kutusu görüntüsü..... 24
Şekil 2.5.	Labview'de while döngüsü..... 25
Şekil 2.6.	Labview'de case structure fonksiyonu ..... 26
Şekil 2.7.	Labview'de nümerik nesnelere..... 26
Şekil 2.8.	Veri kazanım asistanı..... 27
Şekil 2.9.	İstatistik fonksiyonu..... 27
Şekil 2.10.	Dosyaya yazma fonksiyonu ..... 28
Şekil 2.12.	NI-USB 9211 4 girişli termokupl veri kazanım modülü ..... 29
Şekil 2.13.	NI-USB 9481 4 kanallı röle modülü..... 30
Şekil 2.14.	K tipi termokupl (Isıl çift)..... 31
Tablo 2.2.	PIC16F877A mikrodenetleyicisinin diğer PIC16F ailesi entegrelerle kıyaslanması... 33
Şekil 2.15.	PIC16F877A PDIP pin konfigürasyonu ..... 33
Şekil 2.16.	PIC16F877A QFN pin konfigürasyonu..... 34

<b>Şekil 2.17.</b>	PIC16F877A donanım mimari yapısının blok diyagramı.....	34
<b>Şekil 2.18.</b>	LM35 sıcaklık sensörü.....	36
<b>Şekil 2.19.</b>	MQ2 gaz sensörü.....	37
<b>Şekil 2.20.</b>	Dubleks ev modelinin şeması (Labview ile kontrol).....	38
<b>Şekil 2.21.</b>	Dubleks ev modeli.....	39
<b>Şekil 2.22.</b>	120x120x38 220 V AC Fan.....	40
<b>Şekil 2.23.</b>	70 W akkor telli ampul.....	40
<b>Şekil 2.24.</b>	Lambaların modelin alt kat tavanına sabitlenmiş görüntüsü.....	41
<b>Şekil 2.25.</b>	Lambalar için alüminyum folyodan yapılan kılıf.....	42
<b>Şekil 2.26.</b>	Çift katlı alüminyum folyo esnek boru.....	43
<b>Şekil 2.27.</b>	İzole edilmiş SHTT'nin model üzerindeki görünüşü.....	43
<b>Şekil 2.28.</b>	Sıcaklık ölçümü yapan Labview programının blok diyagram görüntüsü.....	44
<b>Şekil 2.29.</b>	Sıcaklık ölçümü yapan Labview programının ön paneli görüntüsü.....	45
<b>Şekil 2.30.</b>	Fan ve lamba kontrolü yapan Labview programının blok diyagramı görüntüsü.....	46
<b>Şekil 2.31.</b>	Fan ve lamba kontrolü yapan Labview programının ön panel görüntüsü.....	46
<b>Şekil 2.32.</b>	Deneyden bir kare.....	49
<b>Şekil 2.33.</b>	ADCON0 kaydedicisinin genel yapısı.....	50
<b>Şekil 2.35.</b>	PIC devresinin ISIS simülasyon görüntüsü.....	54
<b>Şekil 2.36.</b>	PIC devresinin ARES PCB Layout görüntüsü.....	54
<b>Şekil 2.37.</b>	PIC devresi.....	55
<b>Şekil 2.38.</b>	PIC devresi (Anlatımlı).....	55
<b>Şekil 3.1.</b>	Modelin (4+1 lamba ile) ısıtılmasıyla birlikte katlar arası sıcaklık farkının oluşması SHTT'nin etkisinin görülmesi.....	57
<b>Şekil 3.2.</b>	Isıtıcılar (4+1) ve fanın (SHTT) otomatik kontrol edilmesi ile katlar arası sıcaklık farkının sabit tutulması.....	58
<b>Şekil 3.3.</b>	Modelin (5 lamba ile) ısıtılmasıyla birlikte katlar arası sıcaklık farkının oluşması SHTT'nin etkisinin görülmesi.....	59
<b>Şekil 3.4.</b>	Isıtıcılar (5) ve fanın (SHTT) otomatik kontrol edilmesi ile katlar arası sıcaklık farkının sabit tutulması.....	60
<b>Şekil 3.5.</b>	Isıtıcılar (4+1) otomatik kontrol edilerek alt kat sıcaklığının sabit değerde tutulması.....	62

## TABLULAR LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 2.1.</b> K tipi ısıl çifte ait DIN 43710 ve IEC 584 standardına uygun tablo değerleri.....	31
<b>Tablo 2.2.</b> PIC16F877A mikrodenetleyicisinin diğer PIC16F ailesi entegrelerle kıyaslanması.....	33
<b>Tablo 2.3.</b> PIC6F877A komut düzeni.....	35
<b>Tablo 2.4.</b> PCFG3-PCFG2-PCFG1-PCFG0 bitlerinin aldığı değere göre yaptığı işlemler.....	51

## SEMBOLLER LİSTESİ

- $\Phi_p$**  : Isı akışı  
**V** : Hava hacmi (Volume)  
 **$C_p$**  : Havanın termal ısı kapasitesi  
 **$\dot{m}$**  : Debi  
**h** : Taşınımli ısı aktarım katsayısı  
**A** : Yüzey alanı  
**i** : Hava akımı alt-bölüm numarası  
**J** : Alt bölüm bitişiğindeki alt bölüm  
**VI** : Virtual Instruments

## 1. GİRİŞ

Teknolojide meydana gelen ve gün geçtikçe artarak devam eden gelişmeler, insanlara birçok parametreyi ya da sistemi kontrol etme imkânı sunmaktadır. Yazılımlar ve/veya donanımlar yardımıyla yapılan otomatik kontrol sistemleri, insanların hayatına büyük kolaylıklar getirmektedir. Bunun yanında insanların günlük yaşamında yakın ilişki içinde bulunduğu parametrelerin veya sistemlerin kontrolü, insanlara daha konforlu bir ortam hazırlanmasını sağlamaktadır.

Günümüzde kontrolü kolaylıkla yapılabilen parametrelerden bir tanesi sıcaklıktır. Sıcaklık, insanların barınma ihtiyaçlarını giderdikleri kapalı ortamlardaki konfor şartlarını etkileyen parametrelerin başında gelmektedir. Bu bağlamda iş yerlerinde ya da evlerde sıcaklık kontrolü sıklıkla yapılan bir işlem haline gelmiştir. Ev veya iş yerleri gibi binalarda sıcaklık kontrolü, binada kullanılan ısıtma veya soğutma sistemlerine uygulanan bir işlemdir. Isıtma veya soğutma sistemlerine, ilgili yazılım ve/veya donanımlar kullanılarak müdahale edilmesi sonucu ihtiyaca göre ortamın ısıtılması veya soğutulması suretiyle kapalı ortamlarda sıcaklık kontrolü yapılmaktadır.

Sıcaklık kontrolüne benzer kontrol uygulamaları, çoğunlukla insanların yaşadıkları ortamları daha konforlu hale getirmek için yapılmaktadır. Ancak sıcaklık gibi önemli bir parametreyi kontrol ederek daha konforlu yaşam alanları oluşturmanın yanında ısıtma veya soğutma sistemlerinde kullanılan enerjiden de büyük oranda tasarruf sağlanabilir.

Enerji verimliliği çalışmaları ile Türkiye'nin enerji yoğunluğunun (milli gelir başına tüketilen enerji) 2023 yılına kadar, 2011 yılına göre en az %20 azaltılması hedeflenmiştir (URL-1, 2015). Bu hedefe ulaşılabilmesi için mevcut enerjiyi bilinçli bir şekilde tüketmek, alternatif enerji kaynakları bulmak kadar önemlidir. Çünkü mevcut enerji kaynaklarının bilinçli kullanılması sonucu enerji israfı azalacak ve yeni enerji kaynaklarına duyulan ihtiyaç azalacaktır. Enerji israfının sıklıkla yaşandığı konuların başında kış aylarında binaların ısıtılması gelmektedir.

Ülkemizde kış aylarında ısıtma konusunda sorun yaşayanlardan bazıları, iki veya daha fazla katlı, içten merdivenle birbirine bağlı iki veya üç katlı evlerde (dubleks veya tripleks) yaşayan insanlardır. Çalışmamızda incelediğimiz dubleks evler bilindiği gibi,

içten merdivenle birbirine bağlı iki kattan oluşmaktadır. Bu mimari yapıdaki evler, kullanıcılarına lüks ve konforlu bir ortam sunmaktadır, ancak bu tarz yapılar ısıtma hususunda sorun yaşamaya çok müsaittirler. Şöyle ki, serbest hava molekülleri, sıcaklıkları artınca genişirler ve hafifleyen moleküller, düşey ekseninde yukarı doğru hareket ederler. Dolayısıyla kapalı bir ortamda sıcak hava molekülleri yoğunlukla tavanda birikirler. Bu durum, bir odanın herhangi bir ısıtıcıyla ısıtılması sırasında ölçüm yapılarak rahatlıkla gözlemlenebilir.

Bu fiziksel olaylar dubleks evlerde bir ısınma sorununa yol açmaktadır. Isıtılan bir dubleks evde alt kattaki sıcak hava molekülleri tavana doğru yükselirler. Alt katın tavanında biriken sıcak hava, dubleks evlerde bulunan merdiven boşluğundan üst kata doğru hareket ederler. Bu durum sonucunda üst kat gereğinden fazla sıcakken, alt katın sıcaklığı henüz istenen seviyeye ulaşmamış olur. Bu sorunu gidermek için kullanıcılar, daha çok enerji harcama yolunu seçmektedirler. Bu yolla alt kattaki hava sıcaklığı istenen düzeye ulaşsa bile üst katta ihtiyacın çok üzerinde bir sıcak hava kütlesi birikir. Sonuç olarak sorun tam anlamıyla çözülmediği gibi, aynı zamanda enerjinin israf olması söz konusudur.

Çalışmamızda, bahsettiğimiz bu sorunun çözümünde kullanılmak üzere geliştirilen bir yöntemin otomatik kontrolü yapılmıştır. Bu bağlamda tezin *Giriş* bölümünde literatürdeki kaynaklardan yararlanılarak, kontrolü yapılan sıcaklık ve ısı kavramlarından, binalarda yaşanan ısıtma problemlerine karşı önerilen pratik yöntemlerden ve kontrol sistemlerinden bahsedilmiştir. *Materyal ve Metot* başlığı altında, sıcaklık kontrolünde yazılım ve donanım olarak nelerin kullanıldığı ve bu materyallerle nasıl bir otomatik kontrol çalışması yapıldığı konuları incelenmiştir. *Bulgular* bölümünde, yapılan çalışmanın sorunu çözüp çözmediğine dair yapılan deneylere ait grafiklere yer verilmiş ve bu grafikler yorumlanmıştır.

## **1.1. Isı ve Sıcaklık Kavramları**

**Isı:** Aralarındaki sıcaklık farkı nedeni ile bir cisimden diğer cisme geçen, iletim halinde olan enerji türüdür. Farklı sıcaklıklardaki cisimler bir araya getirildiğinde, sıcak cisim ısı kaybederek soğur, soğuk cisim ısı kazanarak ısınır. Bu durum bize cisimler arasında ısı alışverişini gösterir. Bir cismin sıcaklık değişimi, bu cismin aldığı veya bıraktığı ısının sonuçlarından kaynaklanmaktadır. Su buz karışımı gibi katı ve sıvı

fazın bir arada bulunduğu durumlarda enerji faz değişiminde kullanıldığı için sıcaklık sabit kalır. Sisteme verilen enerji katı fazın sıvı faza dönüşmesini sağlayacaktır. Isı bir enerji olduğuna göre, ısı ölçüldüğünde enerji ölçülmüş olacaktır. Bu etkilerle ısı, mekanik enerji veya elektrik enerjisinin bir eşdeğeri olarak ortaya çıkar. Bir ısıtıcı kullanılarak bir kap içerisindeki su kütlesi ısıtılırsa su kütlesinin sıcaklığı artar ve suya (sisteme) ısıtıcı tarafından ısı verilmiş olur (Dilmaç, 1999).

**Sıcaklık:** Sıcaklık bir cisimdeki veya akışkandaki moleküler hareketin artmasıyla artan, sayısal bir büyüklük olarak tanımlanabilir. Fizikte maddenin molekül ve kinetik teorisi, sıcaklığı taneciklerin enerjisiyle ilişkilendirmektedir. Genellikle kabul edilen görüş; ısı alışverişi moleküller arasında enerji alışverişi şeklinde olduğu düşünülebilmektedir (Aydın, 2010).

Dilmaç (1999)'a göre , *“Isı ve sıcaklık farklı iki kavramdır. Belirtildiği gibi ısı, iletim halindeki bir enerjidir. Sıcaklık ise atomların kinetik enerjilerinin (hızlarının) bir ölçüsüdür ve sisteme ait bir özelliktir.”* (Aydın, 2010). Isı genellikle T ile gösterilir, birimi Joule veya Calori'dir. Uluslararası birim sisteminde (SI) sıcaklığın birimi °C veya K'dir.

## **1.2. Isı İletimi**

Sıcaklığı yüksek olan bir cisimden veya sistemden sıcaklığı düşük olan bir cisme veya sisteme doğru kendiliğinden sürekli bir ısı geçişi vardır. Bu geçiş üç farklı şekilde gerçekleşir.

- Kondüksiyonla (katılarda temas yoluyla iletim)
- Konveksiyonla (akışkan yoluyla taşınım)
- Radyasyonla (ışınım yoluyla)

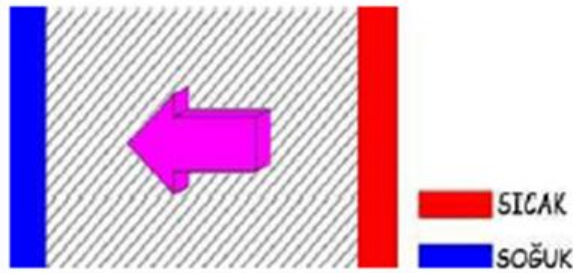
### **1.2.1. Kondüksiyonla (Katılarda Temas Yoluyla İletim) Isı İletimi**

Kondüksiyonla iletim genellikle katı bir maddenin atom veya moleküllerinin titreşimleri temas yoluyla enerjisinin diğer katı maddeye atomlar aracılığı ile iletilmesi olayıdır. Yüksek sıcaklıktaki atomların kinetik enerjileri düşük sıcaklıktaki atomların kinetik enerjilerine göre daha fazladır ve daha yüksek hızla titreşirler. Bu titreşimler sonucunda yüksek kinetik enerjili atomlar ile komşu düşük kinetik enerjili atomlar arasında çarpışmalar meydana gelir. Bu çarpışma esnasında komşu atomların hızlarını da arttırırlar. Bu çarpışmaların devamında sıcaklığın yüksek olduğu bölgedeki enerji sıcaklığın daha

düşük olduğu bölgeye iletilmiş olur. Bu iletim yüksek sıcaklıktaki bölgenin sıcaklığını bir miktar düşürür, diğer tarafın sıcaklığını bir miktar yükseltir, tüm kütle için sıcaklığı bir müddet sonra aynı değere ulaştırır (Aydın, 2010).

Dilmaç (1999)'a göre, serbest elektron bulunan ortamlarda (metallerde) enerji iletimi elektronların hareketi ile yapılır. Elektronların hareketi ile yapılan enerji iletimi, atomların titreşimi ile olan ısı iletiminden çok daha hızlı ve çok daha fazladır. Bundan dolayı serbest elektron bulunduran metaller iyi birer iletkenlerdir. Serbest elektronların olmadığı ortamlarda ısı iletiminin fazla olmasını atomların sık ve düzenli olması sağlar. Atomların arasındaki mesafenin artması, amorf yapı vb. durumlar kondüksiyonla ısı iletimini azaltır (Aydın, 2010).

Eriç (2002)'e göre, bir ürünün kendi yapısı içinde ya da bağlantılı olduğu farklı ısıdaki bir madde ile moleküler yapıdaki kinetik enerji iletimi, ısı iletimi olarak tanımlanmaktadır (Aydın, 2010). Genellikle katı ortamlarda gerçekleşen bu durum, durgun haldeki sıvı ya da gaz ortamlarda da gözlenebilir. Enerji, moleküller arasındaki titreşimle yayılır (Şekil 1.1).



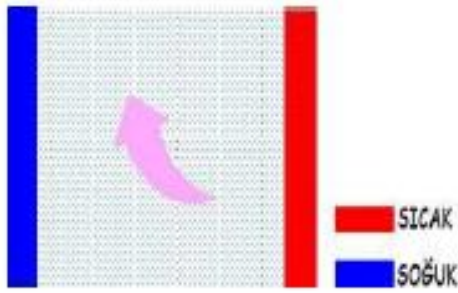
Şekil 1.1. Isının iletim yoluyla geçişi (Aydın, 2010).

Eriç (2002)'e göre, “İletim yoluyla yapı malzemelerinden geçen ısının miktarı, ürünün kalınlığına ( $d$ ) ve ısı iletkenlik katsayısına ( $\lambda$ ) bağlıdır. Isı iletkenlik katsayısı; malzemelerin iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının  $1^\circ\text{C}$  olduğu birim zamanda,  $1\text{ m}^2$  alana dik yönde  $1\text{ m}$  kalınlıktan geçen ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır” (Aydın, 2010). Birimi  $\text{W/mK}$ 'dir. Malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları farklılık göstermektedir. Bir yapı malzemesinde bu değer düşükse, malzemenin ısı iletiminin düşük olacağı, dolayısıyla ısı kaybının da düşük olacağı düşünülmektedir (Aydın, 2010).



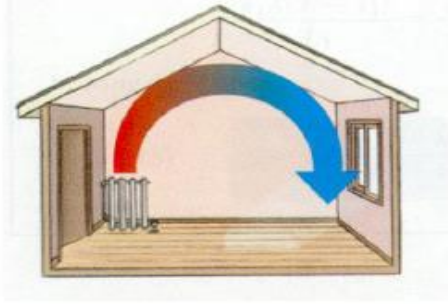
### 1.2.2. Konveksiyonla (Akışkan Yoluyla İletim) Isı İletimi

Eriç (2002)'e göre, sadece sıvı ve gazlarda meydana gelmektedir. Enerjinin iletilmesi akışkan maddenin atom veya moleküllerinin uzun mesafeli hareketleri ile gerçekleşir. Hacim yeterli olduğunda yüksek enerjili (yüksek sıcaklıktaki) atom veya moleküller, düşük enerjili (düşük sıcaklıktaki) bölgeye enerjiyi taşırlar. Hacmin küçülmesi konveksiyonla ısı iletiminin azaltmasına sebep olur. Havanın durgun kalması ısı tutucu olarak bilinen malzeme ve sistemlerde çok önemlidir. Hava moleküllerinin konveksiyon yoluyla ısıyı iletmesi, sistemin yalıtım seviyesinin büyük ölçüde düşmesine sebep olacaktır. Molekülleri serbestçe hareket edebilen sıvı veya gaz (hava) gibi molekül ağırlıkları düşük akışkanlarda, sıcak moleküllerin soğuk moleküllerle yer değiştirmeleri sonucu meydana gelen ısısal geçirimsizlik olayı, ısı taşınımı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1.2) (Aydın, 2010).



Şekil 1.2. Isının taşınım yoluyla geçişi (Aydın, 2010).

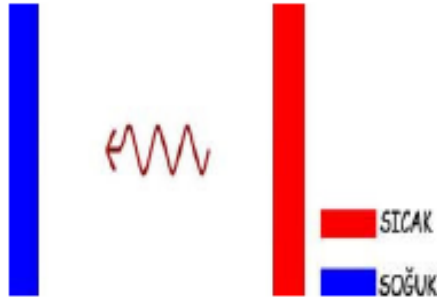
Moleküllerin yer değiştirmeleri sonucunda meydana gelen ısı geçişinde, sıcak moleküllerle karşılaşan soğuk sıvı ya da gaz molekülleri moleküller arası mesafe genişlediği için yoğunluğu azalarak hafiflemekte ve enerji kazanarak yükselmektedir. Daha sonra aldıkları enerjiyi kaybederek soğumakta moleküller arası mesafe azaldığı için yoğunluğu artarak ağırlaşmakta ve alçalmaktadır. Şekil 1.3'te görüldüğü gibi radyatörle ısıtılan yapılarda havanın taşınma durumu, bu döngünün nasıl gerçekleştiğini göstermektedir (Aydın, 2010).



Şekil 1.3. Isının bina içinde taşınması (Aydın, 2010).

### 1.2.3. Radyasyonla (Işınım) Isı İletimi

Eriç (2002)'e göre, “Elektromanyetik dalgalar, dalga boyuna bağlı olarak foton diye adlandırılan enerji paketçikleri taşırlar. Elektromanyetik dalgaların dalga boyları küçüldükçe enerjileri artar. Mutlak sıfır sıcaklığının ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) üzerindeki sıcaklık değerlerinde bütün cisimler elektromanyetik dalgalarla (ısı ışınlarıyla) çevrelerine enerji yayarlar ve çevrelerindeki cisimlerden elektromanyetik dalgalarla enerji kazanırlar. Isı enerjisinin, ışınım yolu ile herhangi bir ara taşıyıcıya ihtiyaç duymadan, elektromanyetik dalgalarla maddeye geçişi olarak ifade edilen ısısal iletim şekli, ısı ışınımı olarak tanımlanmaktadır” (Şekil 1.4) (Aydın, 2010).



Şekil 1.4. Isının ışınım yoluyla geçişi (Aydın, 2010).

Keskinkol (2007)'a göre, ısının ışınım yoluyla geçişi için belirli bir ortam olması gerekmemektedir. Güneş ışınlarının Dünya'yı ısıtması ışınım yoluyla geçişe örnek olarak gösterilebilir. Ancak bu yolla meydana gelen ısı geçişinde, yutuculuk ya da yansıtma kavramları önem kazanmaktadır. Yutuculuğu yüksek olan malzemelerin ve renklerin ısı enerjisi daha yüksek olup, yansıtıcılığı yüksek olan malzemelerin ve renklerin ısı enerjisi daha düşük olmaktadır (Aydın, 2010). Bu durum, yapı cephelerinde dikkat edilmesi gereken bir konudur.

### 1.3. Binalarda Isıtma

Binalarda ısıtma ihtiyacının temelini bina içerisinde yaşayan insanların yaşamsal faaliyetlerini konforlu bir biçimde sürdürebilmeleri oluşturmaktadır. Bina sıcaklığının konfor sıcaklığından daha düşük bir noktada olması durumunda ısıtma yükü oluşmaktadır ve bu sebeple binalar için ısıtma sistemleri tasarlanmaktadır. Ancak kurulan ısıtma sistemlerinin gerçeğe en yakın durumu öngören bir hesaplama yönteminden uzak bir biçimde tasarlanması halinde ısıtma yükünü aşan durumlar oluşmaktadır. Isıtma yükünün aşımı, ilk olarak bina içi konforu etkilemektedir. İkinci olarak enerji sarfiyatı artmaktadır ve bu yüzden kullanılan enerjinin verimsiz kullanımı söz konusu olmaktadır (Şeremet, 2012).

Radyatörle yapılan ısıtma işlemlerinde 20°C ortam sıcaklığına ulaşmak için peteklerin 60-80 °C arası ısıtılması gerekmektedir. Bu durumda sıcaklık, oluşan hava akımı ile oda içerisinde dağılacığından, ortamda dengesiz sıcaklık dağılımı oluşacaktır. Şekil 1.5'te görülen, radyatörle ısıtma işlemine benzer nitelikte olan soba ile ısıtma işleminde oda içerisinde meydana gelen sıcaklık dağılımına ait sıcaklık haritası bu durumu açıkça ifade etmektedir.



Şekil 1.5. Soba ile ısıtılan bir odada sıcaklık dağılım simülasyonu (URL-2, 2015).

Taşınım esasına dayanan klasik ısıtma sistemlerinde konfor şartlarını elde etmek için ısıtma durumunda hava sıcaklığının, konfor sıcaklığının üzerinde olması beklenir. Mekân içerisindeki hava sıcaklığını konfor şartlarına uygun hale getirmek için yapılan ısıtma işlemlerinde ısınan hava molekülleri hafifler ve düşey yönde yukarı doğru hareket ederek ısıtıcıdan uzaklaşırlar. Düşey yönde meydana gelen bu hava hareketi kapalı ortam içerisinde Şekil 1.5'te görüldüğü gibi dengesiz bir sıcaklık dağılımına neden olmaktadır. Meydana gelen bu heterojen ısı dağılımı insanların yaşam kalitesini düşürmektedir.

Durgun bir ortamda düşey yönde meydana gelen bu tür bir hava hareketi, içten merdivenli iki katlı (dubleks) evlerde içinden çıkılmaz bir sorun haline gelmektedir.

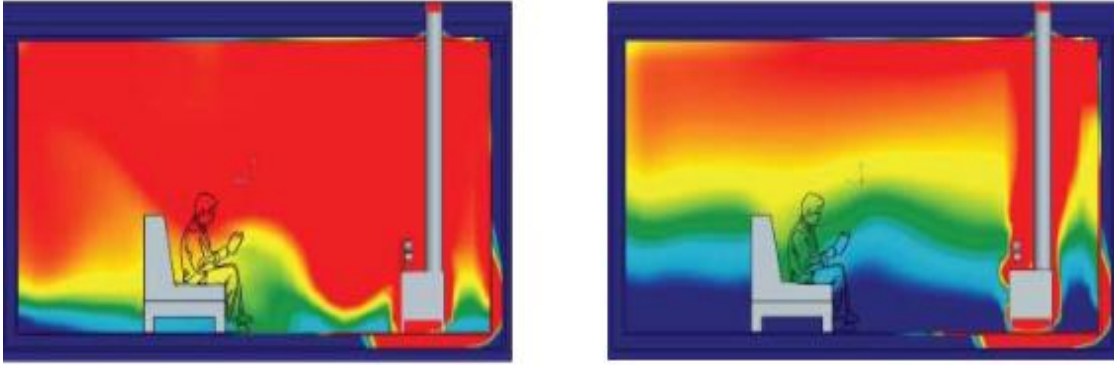
Bina içerisinde ısıtma sırasında meydana gelen dengesiz sıcaklık dağılımı sorununu ortadan kaldırmak için sıcaklık dağılımına müdahale etmek yeterli olacaktır çünkü bu durum tamamen doğal yollarla meydana gelmektedir ve herhangi bir müdahale olmadığı sürece kısır bir döngü şeklinde hep aynı biçimde kalmaya devam edecektir.

Bu sorunun giderilmesi adına bir firma bir çözüm üretmiştir. Tek katlı evlerde sadece bir fan (aspiratör) ile ya da sıralı fanlar ile sıcaklık dağılımına müdahale etmişlerdir.



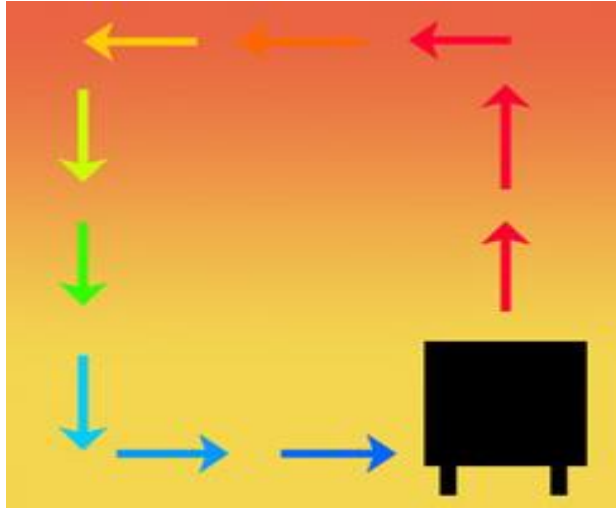
Şekil 1.6. Kömür veya odun sobalarında kullanılan fan (The Caframo Ecofan )(URL-2, 2015).

Şekil 1.6’da üç farklı görüntüsü bulunan fan (The Caframo Ecofan ) kömür ya da odun sobalarıyla birlikte kullanmak üzere özel olarak üretilmiştir. İhtiyacı olan enerjiyi sıcaklıktan üreten fan, sobalardan elde edilen sıcak havanın oda içerisinde sirkülasyonunu sağlamakta kullanılmaktadır. 65 °C - 345 °C sıcaklıklar arasında çalışabilen bu fan üzerinde herhangi bir batarya vb. güç kaynağı bulunmamaktadır. Bir güç kaynağı kullanmak yerine ihtiyacı olan elektriği sobanın gövdesinden emdiği sıcaklıktan üretmektedir. Fan (Ecofan) otomatik olarak çalışmaya başlamaktadır ve hızını sobanın sıcaklığına göre ayarlamaktadır. Sobanın sıcaklığı arttıkça oda içerisine daha fazla sıcak hava dağıtmak için fan da hızını arttırmaktadır. Benzer şekilde soba soğumaya başlayınca fan da soba sıcaklığına bağlı olarak hızını düşürmekte veya fan 65 °C’nin altında tamamen durmaktadır (URL-2, 2015).



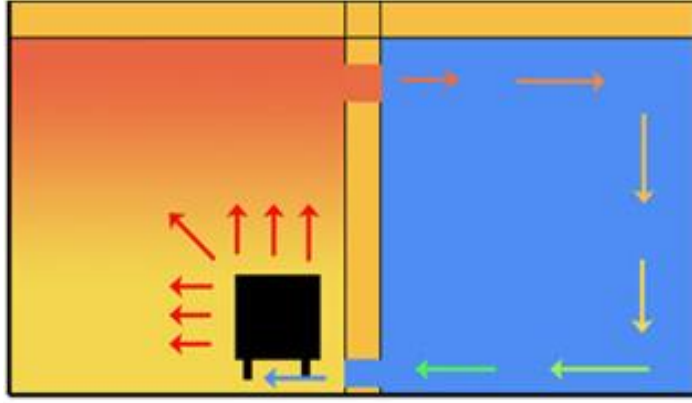
Şekil 1.7. Fan kullanılan ve fan kullanılmayan odalardaki sıcaklık dağılım simülasyonu (URL-2,2015).

Şekil 1.7’de görülen iki adet sıcaklık haritasından soldaki üzerine fan (Ecofan) monte edilmiş olan bir soba tarafından ısıtılan odaya aittir. Sağdaki ise üzerine fan (Ecofan) monte edilmemiş bir soba tarafından ısıtılan bir odaya aittir. Görüldüğü üzere bir adet fan yardımıyla sıcak havanın oda içerisindeki dağılımına müdahale edilmiş ve dengeli bir sıcaklık dağılımı elde edilebilmiştir. Bu sayede hem konfor şartlarına kolay bir şekilde ulaşılabilmiş hem de odanın soğuk bölgelerini ısıtmak için daha fazla enerji harcanmasına engel olunarak enerji israfı önlenip eldeki enerjinin verimli bir biçimde kullanılması sağlanmıştır.



Şekil 1.8. Soba ile ısıtılan bir odadaki sıcak hava akışı (URL-3, 2015).

Soba ile ısıtılan bir odada sıcak hava akışı şekil 1.8’deki resme benzer şekilde meydana gelmektedir. Günümüzde çoğunlukla kullanılmakta olan radyatörle ısıtma sisteminde de durum benzer şekildedir. Sobadan veya radyatörden elde edilen sıcak hava düşey ekseninde dik bir şekilde tavana doğru hareket etmektedir. Tavana ulaşan sıcak hava molekülleri yatay ekseninde hareket etmekte, ısıtıcıdan uzaklaşan hava molekülleri tekrar soğumaktadırlar ve soğuyup ağırlaşan moleküller tavandan zemine doğru çökmektedirler.



Şekil 1.9. Soba bulunan odadan yan odaya sıcak hava akışı (URL-3, 2015).

Şekil 1.9’da kurulmuş olan sistemde ısıtılmak istenen oda, soba bulunan odanın yanında bulunuyorsa kullanılabilir alternatif bir ısıtma yöntemidir.

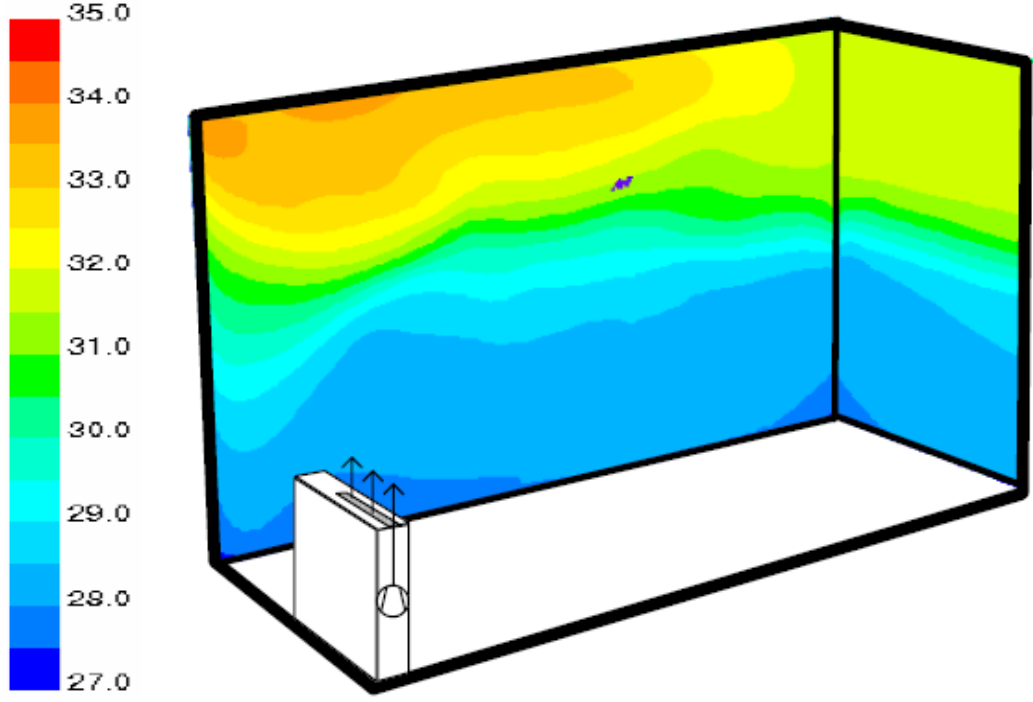
Bu gösterilen yöntem gayet kullanışlı ve pratik bir yöntemdir. Ancak bu yöntemi kullanırken dikkat edilmesi gereken husus, sıcak hava transferi yaparken insan sağlığı için tehlikeli olan sobadan salınma ihtimali olan karbonmonoksit gazının veya yangın esnasında oluşacak dumanın hava transferi döngüsüne sokulmamasıdır. Hele ki ısıtılmak istenen oda yatak odası ise kötü sonuçlar doğurabilir.

Gerekli önlemler alındığı takdirde kullanımı kolay olan ve enerjinin verimli kullanılması hususunda yol gösterici fikirler veren bu yöntem, gereğinden fazla enerji sarfiyatı yapmadan konfor şartlarının sağlanabileceğini gözler önüne sermektedir.

### 1.3.1. Dupleks evlerde ısıtma

Dünyada enerjiye olan ihtiyaç artmakta, buna paralel olarak enerji kaynakları da her geçen gün daha da azalmaktadır. Bu durumun doğuracağı ciddi problemlerin önüne geçmede alternatif enerji kaynakları bulmak bir çare olsa da, bunun yanında elimizde bulunan kaynakları verimli şekilde kullanmak ve enerji israfını önleyici pratik yöntemler geliştirmek de ilk ince başvurulması gereken yöntem olmalıdır.

Türkiye’de enerjinin %30’u binalarda ısıtmada kullanılmaktadır. Büyük miktardaki bu enerji ise bilinçsizce tüketilmektedir. Bu kadar büyük miktarda enerji harcamamıza rağmen mekân içerisindeki ısı konfor şartlarımız Avrupa standartlarının gerisinde kalmaktadır (Koca, 2011). Bu durumun en önde gelen sebeplerinden biri kapalı ortamda homojen dağıtılmayan sıcak havadır. Bu durum Şekil 1.5 ile 1.10’da net bir şekilde görülebilmektedir.

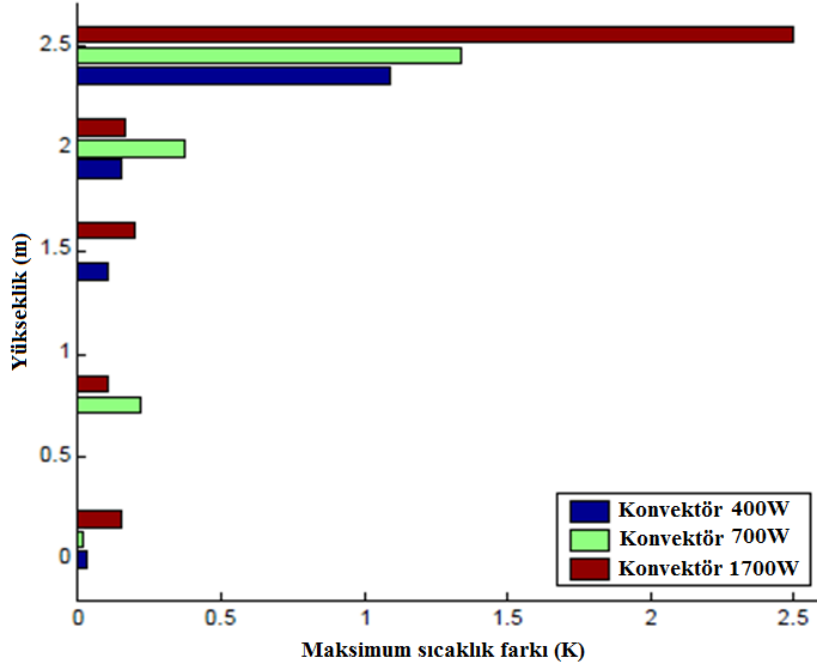


Şekil 1.10. Radyatörle ısıtılan bir odada sıcaklık dağılım haritası (Riederer, 2002).

Ülkemizde ısıtma konusunda sıklıkla sorun yaşanan bina tiplerinden birisi de içten merdivenli iki katlı (dubleks) evlerdir. Bina içinde merdivenle birbirine bağlanmış iki katlı binalar olan dubleks evlerin mimarisi sebebiyle ısıtma konusunda konfor sıcaklığını yakalamak zor olduğu gibi, konfor sıcaklığına ulaşmak için ciddi miktarda enerji israfı yapılmaktadır.

Literatürde dubleks evler üzerine bilimsel çalışmalara rastlanmasa da çevremizde ve sosyal medyada dubleks evde yaşayanlardan benzer şikayetler duyulmaktadır. Örneğin; “235 metrekare dubleks evde oturuyoruz. Çok güzel gerçekten. Manzara falan gözüküyor. Sadece bir sorun var o da ısınma. Kombi çok iyi aslında ama ev ısınmıyor. Kışın 19 dereceyi geçmiyor. Kombi 50’de çalışıyor ama nedense ısınmıyor. Petekleri büyüttük ama yine olmadı. Aylık 300 TL fatura geliyor.” [www.donanimhaber.com](http://www.donanimhaber.com) adlı internet sayfasından alınan, dubleks evde yaşayan StoryLine takma adlı bir kişiye ait bu ifadeler sorunu açık bir şekilde özetleyerek ortaya koymaktadır (URL-4, 2014).

Şekil 1.5'teki sıcaklık haritasında vurgulanan bina içindeki sıcak havanın heterojen dağılımı dubleks evlerde daha sık yaşanmakta ve ısınma konusunda gerçek bir sorun oluşturmaktadır. Bilindiği üzere ısınan hava molekülleri genişler ve hafifler. Hafifleyen moleküller zeminden tavana doğru hareket ederler ve dolayısıyla kapalı ortamlarda sıcak hava molekülleri tavanda birikirler. Bundan ötürü kapalı ortamlarda tavadaki sıcaklık zemine göre daha fazladır (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Yatay eksenle sıcak havanın yüksekliğe bağlı heterojen dağılımını gösteren grafik (Riederer, 2002).

Bu durum dubleks evlerde ciddi bir dezavantaja dönüşmektedir. Çünkü tavanda biriken sıcak hava merdiven boşluğundan üst kata transfer olmaktadır. Bu olay da kış aylarında üst katın sıcaklığının gereğinden fazla, insanların daha sık kullandığı ve binanın geniş bölümü olan alt katın sıcaklığının ise ihtiyaç duyulandan az olmasına sebebiyet vermektedir.

Sıcak havanın katlar arasında dengesiz dağılması sonucunda kış aylarında alt katta üşüyen insanlar, alt katın sıcaklığını arttırmak için daha fazla enerji harcayıp ısıtıcı performansını arttırarak çözüm üretmeye çalışmaktadırlar. Ancak bu işlem, sorunun ortadan kaldırılmasını sağlamamakta, bilakis üst kata daha fazla sıcak havanın transfer olmasının yanı sıra elde olmayan nedenlerden dolayı enerji israfına sebep olmaktadır. Dubleks ev kullanan kişinin ifadelerinde görüldüğü üzere, kişi evini ısıtamadığı için



kombinin performansını arttırmasına rağmen yine de evi verimli bir şekilde ısıtamadığını söylemektedir. Yüksek bir fatura ödemek zorunda kalması ise ayrı bir sorundur.

### 1.3.2. Dupleks Evde Isı Transferi

Literatürde dupleks evler üzerine bilimsel çalışmalar biraz ihmal edilmiş durumdadır. Dupleks evlerde ısının konveksiyon yoluyla transfer edilmesi için yapılmış uygulamalı bir modele rastlanılmamıştır. Riederer, P. (2002), doktora çalışmasında bu konuya çok yakın olan ve benzerlikler içeren kapalı bir odanın içerisinde ısının konveksiyon yolla nasıl yer değiştirdiğini gösteren bir model geliştirmiştir. Modelde yüksekçe bir oda farklı parçalara (zone) bölünmüş ve ısınan havanın yer değiştirmesi modellenmiştir. Sistemin her bir alt bölümü (zone) için enerji dengesinin modeli aşağıdaki gibidir.

$$m_i c_p \frac{d \vartheta_i}{dt} = \sum_{j=1}^l \dot{m}_{j,i} c_p \vartheta_j - \sum_{j=1}^l \dot{m}_{i,j} c_p \vartheta_i + \sum_{k=1}^m h_{i,k} A_{i,k} (\vartheta_{A,k} - \vartheta_i) + \sum_{r=1}^s \dot{m}_{ext,r,i} c_p \vartheta_{ext,r} - \sum_{r=1}^s \dot{m}_{ext,i,r} c_p \vartheta_i + \sum_{p=1}^q \Phi_p \quad 1.3.1$$

Model olarak çalıştığımız dupleks evde ev içi ısı transferi aynı prensibe dayanmaktadır. 1.3.1.'de verilen semboller aşağıda açıklanmıştır;

$\Phi_p$ : Isı akışı (Heat Flux)

V: Hava hacmi (Volume)

$C_p$ : Havanın termal ısı kapasitesi (Thermal heat capacity of air)

$\dot{m}$ : Debi (Flow rate)

$h$ : Taşınımlı ısı aktarım katsayısı (Convective heat transfer coefficient)

A: Yüzey alanı (Surface)

i: Hava akımı alt-bölüm numarası (Current air sub-volume number)

j: Alt bölüm bitişiğindeki alt bölüm (Sub-volume adjacent to sub-volume i)

Bu formülün elde edildiği, bir odanın sıcaklık dağılımına göre 3 farklı katmandan oluştuğu düşünülerek yapılan çalışmada anlatılan olay, bizim sistemimizde anlatılmak istenen katlar arası ısı geçişi olayını tanımlayabilmektedir.

## 1.4. Sıcaklık Ölçümü

Bu bölümde ilk olarak sıcaklık ölçüm teknikleri ve sıcaklık ölçümlerinde kullanılan sıcaklık algılayıcıları ele alınacak, daha sonra da kontrol sistemleri hakkında genel bilgiler verilecektir.

### 1.4.1. Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık algılayıcıları, en basit haliyle ortam sıcaklığını ölçmek için kullanılan cihazlar olarak tanımlanmaktadır. Kapalı ortamlarda sıcaklık ölçümünün öneminin giderek artması sonucunda farklı ortamlarda birbirinden ayrı özelliklere sahip sıcaklık ölçüm teknikleri ortaya çıkmıştır. Kullanılacak ortama, sıcaklık ölçme aralığına ve çalışma şartlarına göre en uygun sıcaklık algılayıcılarının seçilmesi gerekmektedir.

URL-5 (2014)'e göre, günümüzde dijital sıcaklık sensörlerinin yanı sıra NTC, PTC, LM35 gibi analog sıcaklık algılayıcıları da kullanılmaktadır. Analog sıcaklık algılayıcılarının dijital sistemler ile birlikte kullanılabilmesi için Analog/Dijital dönüştürücü kullanılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, uzak noktalardaki sıcaklık ölçümlerinde, alınan veri modülasyon işleminden geçirilerek gönderilebildiği gibi, sayısal işarete dönüştürülmüş veri, seri haberleşme protokolleri ile de gönderilebilmektedir. Bu şekilde yapılan sıcaklık ölçümü ve veri iletim işlemleri sistemde ek donanımlara ihtiyaç duyulmasına neden olduğundan maliyeti ve karmaşıklığı arttırmaktadır (Yüce, 2011).

URL-5 (2014)'e göre, bir sıcaklık algılayıcısı seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir.

- Sıcaklık okuma duyarlılığı
- Ölçüm yapılacak sıcaklık aralığı
- Algılayıcının sıcaklık okuma aralığı
- Maksimum sıcaklık seviyesine karşı duyarlılık sınırı
- Sıcaklık değişikliğine karşı verilen tepki hızı ve algılama doğruluğu
- Kararlılık ve doğruluğun devam etme süresi
- Uygulamanın doğruluk derecesine ve cihazın monte edilmiş şekline göre farklılık gösteren maliyet (Yüce, 2011).

Sıcaklık algılayıcı elemanlar genellikle sıcaklığı ölçülecek olan yüzeye(maddeye) temas etmek suretiyle sıcaklık ölçümü yaparlar. Bunun yanı sıra temassız sıcaklık algılayıcıları da vardır. Bilinen sıcaklık algılayıcı çeşitleri termokupl, RTD, termistörler, entegre devre sıcaklık algılayıcıları ve yüzey temassız sıcaklık algılayıcılarıdır.

#### **1.4.1.1. Termokupl**

Bir termokupl iki farklı metalin birleştirilmesiyle oluşturulur. Doğru alaşım seçimi sayesinde ölçülebilir ve kestirilebilir bir sıcaklık-gerilim ilişkisi elde edilir. Termokupllarla ilgili en sık yanlış anlaşılan konulardan biri de gerilimin tam olarak nerede oluştuğu konusudur. Birçok kişi bu gerilimin iki metalin birleşim noktasında oluştuğunu düşünür; ancak gerçekte çıkış gerilimi bimetal üzerinde uzunlamasına (sıcaklık değişimi yönünde) oluşur. Termokuplların ürettiği gerilim, seçilen metallerin cihaz bağlantı noktasında var olan termoelektrik enerjilerin farkıdır. Bu kestirilebilir gerilim gerçek işlem sıcaklığıyla ilişkilendirilebilir. Bu tip algılayıcıların geniş bir çalışma aralığı vardır ve yüksek sıcaklık ölçümleri için idealdirler. Soy metal alaşımlarından yapılmış olan termokupllar 1700 °C'ye kadar olan sıcaklıkları izleme ve kontrol için kullanılabilirler. Termokupllar özellikle minyatür algılayıcı tasarımları için de kullanışlıdır. Basit yapıları, olumsuz ortam koşullarına (aşırı şok, vibrasyon gibi) dayanıklı olmalarını sağlar. Termokupllar sıcaklık değişimlerine ani tepki göstermek üzere küçük boyutlarda düzenlenebilirler (Yüce, 2011).

Termokupllar pek çok şekil ve boyutta olabilirler. Yalıtımlı olanı en çok kullanılan tiptir. Bu tip bir termokuplda tel haline getirilmiş metal alaşımlar yalıtım malzemesiyle kaplanır; bu malzeme termokupl alaşımları arasında hem fiziksel hem de elektriksel yalıtım sağlar. Yalıtım malzemeleri 1260 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda işlevlerini sürdürebilirler (URL-6, 2014). Termokupllar kısa dönemli ölçümler için ekonomiktir. Standart metal tabanlı E, J, K ya da T tipi termokupllar ve kıymetli metal tabanlı R, S veya B tipi termokupllar olmak üzere 7 farklı tipte termokupl çeşidi mevcuttur.

#### **1.4.1.2. RTD**

Bunlar hassas sıcaklık algılayıcıları olup, uzun süreli elektriksel direnç kararlılığı, eleman doğrusallığı ve tekrarlanabilirliği gibi özellikler isteyen uygulamalarda kullanılırlar. Çok geniş bir sıcaklık aralığında ölçüm alabilirler (Bazı platin algılayıcılar - 164 °C ; +650 °C arasında çalışabilir.) RTD'lerde bulunan algılama elemanı genellikle bir platin tel sargısı veya seramiğe uygulanmış ince bir metalik tabakadır (URL-5, 2014).

Platin ve bakır elemanlara sahip RTD'ler termokupllara ve pek çok termistöre göre daha doğrusal bir davranış gösterirler. Termokupldan farklı olarak bir RTD cihaz

bağlantıları için bakır kullanır ve dolayısıyla "cold junction compensation" gerektirmez. Bu da sistem maliyetinin düşmesini sağlar. RTD'nin dezavantajları ise, daha yavaş tepki, şok ve vibrasyona duyarlılık, sıcaklık değişimlerinde küçük direnç değişimi (düşük duyarlılık), ve düşük taban direncidir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için 3 veya 4-kablolu devreler kullanılır. Bu yöntem sıcaklığa bağlı direnç değişimlerini ölçmede bir çeşit köprü devresi etkisi yaratır. Tel uzunluğuna bağlı hatalar da en aza indirilir; çünkü direnç değişimi RTD algılama noktasında oluşur. Ölçümün hassaslığı öncelikle kontrol veya ölçüm cihazındaki sinyal koşullama devresine bağlıdır. Nokta ölçümler genel olarak ragbet görse de hatalara sebep olmaktadır. RTD'ler geniş bir alana yayılarak pek çok noktadan ölçüm alabilirler ve bunların ortalamasını vererek daha az hatalı sonuçlar elde edilmesini sağlarlar. RTD üzerindeki gerilim işareti termokupl çıkışından çok daha kuvvetlidir (Yüce, 2011).

#### **1.4.1.3. Termistörler**

Bu algılayıcılar küçük sıcaklık değişikliklerine karşı duyarlıdırlar. Düşük sıcaklık uygulamaları için (sınırlı sıcaklık aralıklarında) uygundur. Fiziksel boyutları küçüktür. Nokta tipi algılayıcılar için boyutları bir iğne ucu kadar olabilir. Termistörler kullanıldıkça daha kararlı hale gelirler. Termistörün derecesine ve fiyatına bağlı olarak performansı düşük doğruluktan kaliteli RTD'lerle boy ölçüşebilecek yüksek doğruluğa kadar değişebilir. Termistörler bir işlem değişkeninin yarım veya bir dereceye kadar olan sıcaklık aralığındaki kontrolüne olanak tanır. Pek çok termistör RTD'lerden daha ucuzdur; ancak koruyucu kılıflarla bu fiyat aralığı daralır. Termistörlerin ana direnci binlerce ohm olabilir. Bu da aynı ölçüm akımı ile RTD'lerden daha büyük bir gerilim değişikliği sağlar ve kablo direnci problemlerini ortadan kaldırır. Termistörlerle çalışırken akıma dikkat edilmelidir çünkü termistörler sıcaklığa RTD'lerden daha duyarlıdırlar. Yeni termistörlerden bazıları bunu engellemek için farklı bazı düzeneklere sahiptirler ancak fiyatları da ona göre yüksektir. Termistörlerin dezavantajları olarak algılayıcının kırılabilir yapısı, sınırlı sıcaklık aralığı ve yüksek sıcaklıklarda dekalibrasyon sayılabilir. Ayrıca termistörler, RTD'ler ve termokupllarla aynı seviyede endüstri standartlarına sahip değildirler (Yüce, 2011).

#### **1.4.1.4. Entegre Devre Sıcaklık Algılayıcıları**

Yarı iletken entegre devrelerin gelişmesi ile tüm devre sıcaklık algılayıcıları ortaya çıkmıştır. Germanyum ve silisyum içerisine karıştırılan kristaller ile üretilen sıcaklık algılayıcıları kullanılmaktadır.

Germanyum kristal malzemelerin dirençleri sıcaklık ile ters orantılıdır. Silisyum kristal malzemelerin dirençleri ise sıcaklıkla doğru orantılıdır. Germanyum silisyum malzemelerin sıcaklık algılayıcı olarak çalışma mantığı; normal germanyum silisyum PN birleşmeli diyotlarda oluşan nötr bölgenin sıcaklık arttırılarak aşılması sonucu bu bölgeden akım geçmesinin sağlanmasıdır. Sıcaklık arttıkça bu bölgeden geçen akım da artar (Yüce, 2011).

Bu ilkeye göre çalışan yarı iletken sıcaklık algılayıcıları (LMXXX); sıcaklığa bağlı gerilim üreten ve sıcaklığa bağlı akım üretenler olmak üzere iki tiptir. Sıcaklığa bağlı gerilim üreten algılayıcılar LM135 - LM235 - LM335 (Kelvin), LM35 - LM45 ( Celsius), LM34 (Fahrenheit) gibi algılayıcılardır. Bu algılayıcılar kırılma gerilimi sıcaklıkla orantılı olan bir zener diyot gibi çalışan monolitik sıcaklık sensörleridir. Sıcaklığa bağlı akım üreten algılayıcılar ise LM134, LM234 ve LM334 dür. Bu algılayıcıların akım çıkışları sıcaklık ile orantılıdır (Yüce, 2011).

#### **1.4.1.5. Temassız Sıcaklık Algılayıcıları**

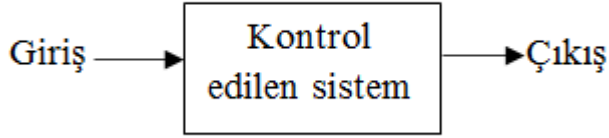
Bir IR cihazı nesne tarafından yayılan enerjinin bir kısmını toplar ve onu nesnenin bilinmeyen sıcaklığı ile ilişkilendirir. IR algılayıcılar birçok avantaja sahiptirler ve temaslı algılayıcıların uygun olmadığı her yerde kullanılabilirler. IR algılayıcısı ısı kaynaklarından uzağa monte edilerek bunların ölçüm değerlerini etkilemesi önlenebilir, kirli veya patlayıcı ortamdan izole edilmeleri tavsiye edilmektedir. Bazı IR algılayıcıları özel IR sıcaklık kontrolleri ile kullanılabilir. Bu seri veri iletişimi ve kaydı seçenekleri ile kapalı devre temassız bir sıcaklık kontrol sistemi sağlar (Yüce, 2011).

### **1.5. Kontrol Sistemleri**

Giriş: Sistemi, organı ya da kontrol edilecek işlemi, kontrol etme amacı ile uygulanan işarettir.

Çıkış: Belli girişe ya da girişlere bağlı olan sistemin çıkış işareti ya da çıkış işaretleridir.

Bu tanımlardan sonra en basit kontrol sistemi, Şekil 1.12'deki gibi blok diyagramı şeklinde gösterilebilir. Eğer sistemin bir girişi ve bir çıkışı varsa, bu kontrol sistemine bir girişli ve bir çıkışlı sistem, eğer bu işaretler çok sayıda ise çok giriş ve çok çıkışlı sistem denir.



Şekil 1.12. Basit bir kontrol sisteminin blok diyagramı

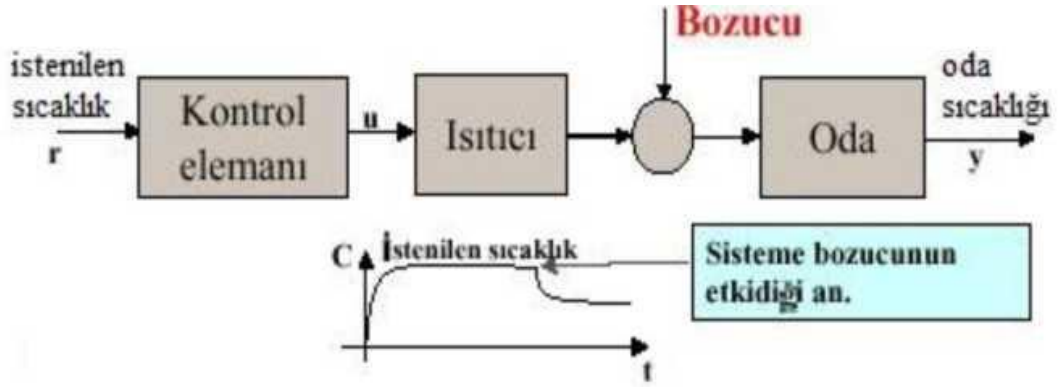
### 1.5.1. Kontrol Sistemlerinin Türleri

Bu başlık altında kontrol sistemlerinin türü sadece çıkış işaretinin kontrol ya da yönetilmesi açısından ele alınacaktır. Çıkışın ya da kontrol edilen büyüklüğün kumanda edilmesi bakımından kontrol sistemleri iki türe ayrılır:

1. Açık çevrim kontrol sistemleri
2. Kapalı çevrim kontrol sistemleri

#### a. Açık Çevrim Kontrol Sistemleri

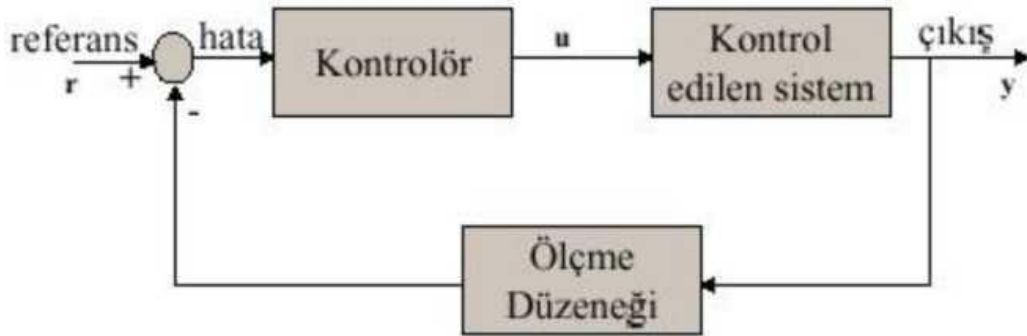
Girişindeki kumanda ya da kontrol işareti, çıkıştan (kontrol edilen büyüklükten) bağımsız olan bir kontrol sistemidir (Şekil 1.13). Fakat açık çevrim kontrol sistemlerinde çıkış, giriş işaretinin bir fonksiyonudur.



Şekil 1.13. Açık çevrim kontrol sisteminin blok diyagramı (Yüce, 2011).

## b. Kapalı Çevrim Kontrol Sistemleri

Girişindeki kumanda ya da kontrol işareti, çıkış işaretine ya da çıkış işaretinden üretilen bir işaret, bir referans işaret arasındaki farka ya da bunların toplamına bağlı olan bir kontrol sistemidir (Şekil 1.14). Bu sistemlere geri beslemeli kontrol sistemleri de denir (Yüce, 2011).



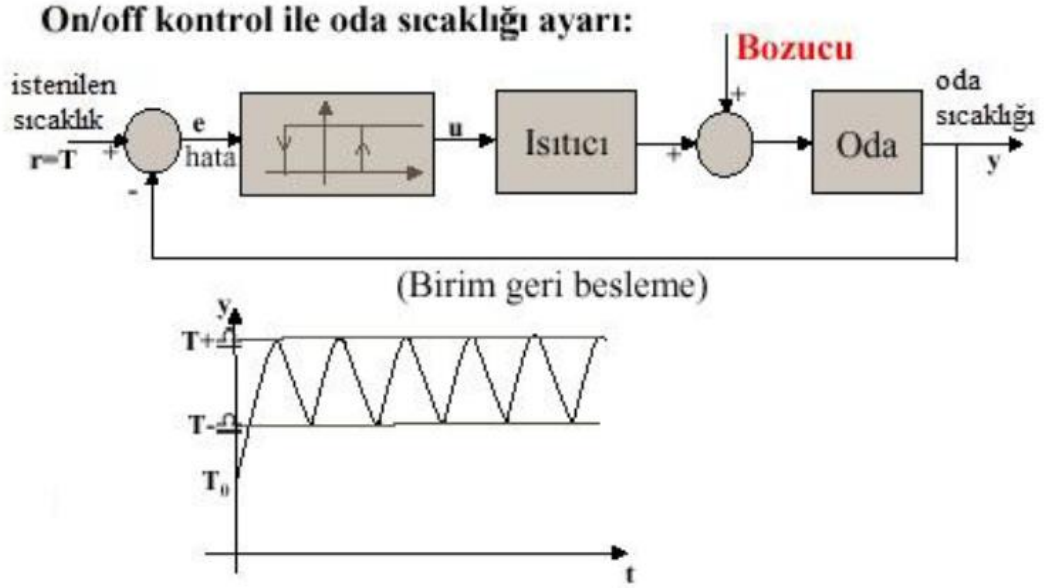
Şekil 1.14. Kapalı çevrim kontrol sisteminin blok diyagramı (Yüce, 2011).

## 1.5.2. Sıcaklık Kontrol Metotları

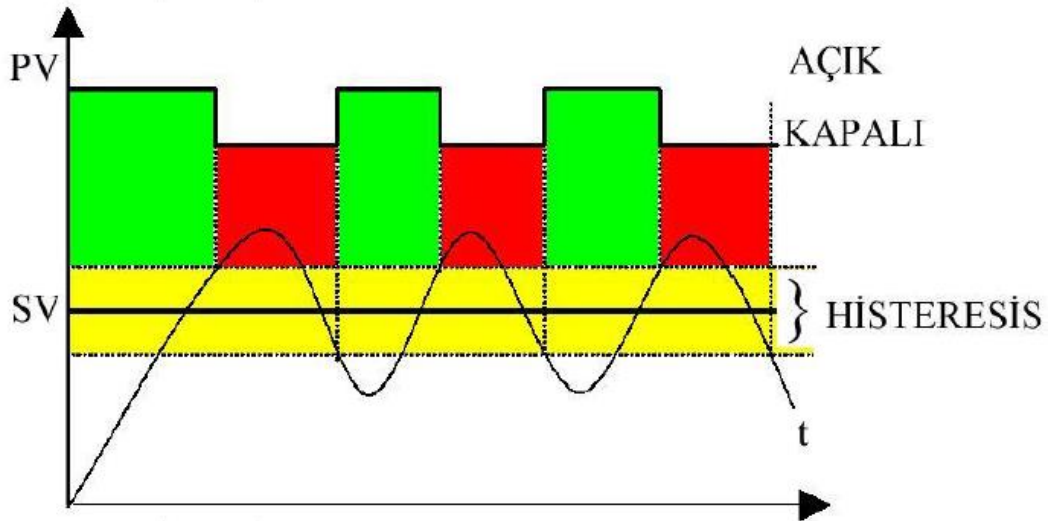
### a. Aç/Kapa (On-Off) Kontrol

Bu teknik en basit kontrol tekniğidir. Ölçülen değer (PV: Present Value), set değeri (SV: Set Value) ile eşit olana kadar çıkış sinyali açıktır. Ölçülen değer set değerinin üzerine çıkmasıyla çıkış sinyali kapanır. Sistemlerin ataleti nedeniyle, kontrol gücü (çıkış) kesildiği halde, ölçülen değer yükselmeye devam eder ve set değeri üzerinde sürekli bir dalgalanma oluşur. On-Off kontrol sistemlerinde genellikle anlattığımız sistemin, histerezis eklenmiş tipi kullanılmaktadır. Şöyle ki, set değeri etrafında histerezis bandı

oluşturulur. Ölçülen değer, set değerini geçer geçmez kontrol cihazı çıkışı “Kapalı” sinyali üretmez, ancak bu bant aşıldıktan sonra çıkış kapatılır. Aynı şekilde, ölçülen değer düşerken, set değerinin altına düşünce değil, histerezis bandının dışına çıkınca “Açık” sinyali üretilir. Bu sayede oluşabilecek anahtarlamayı engellemiş olur. Sistemin blok şeması Şekil 1.15 de ve örnek kontrol cevabı ise Şekil 1.16’da gösterilmiştir (Yüce, 2011).



Şekil 1.15. On-Off kontrol sisteminin blok diyagramı (Yüce, 2011).



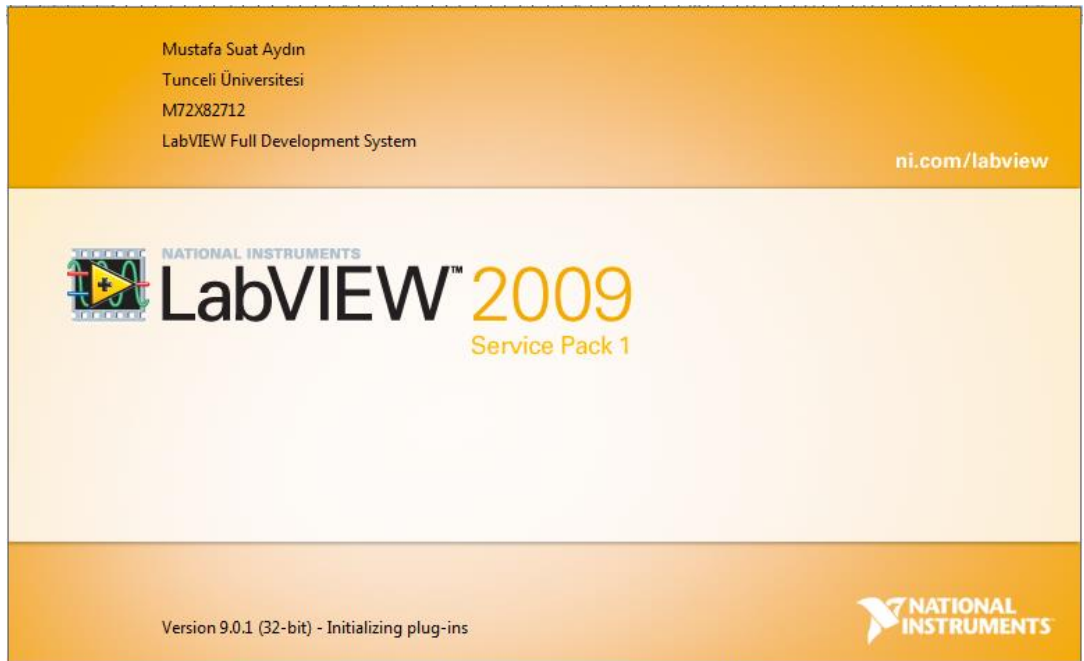
Şekil 1.16. On-Off kontrol sisteminin cevabı (Yüce, 2011).



## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Labview

2,40 GHz hızında Intel i5 işlemci ve 4 GB RAM kapasiteli Dell Inspiron marka kişisel bilgisayar (PC) ve bilgisayar üzerine kurulu Labview9.0 yazılımı kullanılmıştır (Şekil 2.1). Bu elemanlar Labview grafiksel programlama dilinin sağlamış olduğu görsel devre elemanları sayesinde sisteme veri girişleri yapılabilmesini ve sonuçların gerçek zamanlı olarak sayısal ve grafiksel olarak izlenmesini sağlamıştır.



Şekil 2.1. Labview 9.0 programının ekran görüntüsü

Programlama dilleri, çalışma mantığı, kodlama yapısı, görselliği gibi farklı özelliklere göre gruplandırılmaktadır. National Instruments firmasının Labview (Laboratory Virtual Instruments For Engineering Workbench) programını geliştirmesi ile veri akışının animasyon şeklinde gözlemlenebilmesiyle ve grafiksel olarak tasarlanmış, ikon haline getirilmiş birçok hazır fonksiyon sayesinde klasik programlama dillerindeki birçok zorluk aşılmıştır. Labview, C tabanlı olarak ölçme amaçlı geliştirilmiştir. Böylece, kod ya da komut ezberleme ve metin tabanlı komutlarda çalışma ortadan kalkmıştır. Labview programındaki kaynak kodları ise akış şemasına benzemektedir. Bu nedenle buna tamamen grafiksel bir programlama dili denilebilir. Programlamaya getirdiği kolaylıklarla

birlikte veri toplama için sağladığı tümleşik devreler sayesinde, çok hassas ölçümler pratik bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Ünsaşar ve Eşme, 2007).

URL-6 (2014)'ya göre, Labview, yetenekli bir programlama dili kullandığından performans ve esnekliğini ön plana çıkararak zor ve karmaşık problemlere çözüm getirebilmesinin yanında bilimsel ve mühendislik kontrol sistemleri için yapılacak uygulamalar için de uygun bir çözümdür. Ölçme ve enstrümantasyon odaklı geliştirilen Labview, bugün bir yazılım üretme platformu olarak diğer yapısal ve nesne tabanlı programlama dillerinin hemen hemen her yeteneğine sahiptir. Hâlihazırda sunulmuş modüler yapıdaki birçok fonksiyonu ve Express VI'ları ile programlama sürecini şaşırtıcı derecede basitleştirir ve hızlandırır (Berber, 2008).

URL-6 (2014)'ya göre, Labview kullanıcıları programın faydalarını beş kategoride gruplamaktadır:

- Üretkenliği 4-10 kat arttırarak programlamaya harcanan zamanı azaltır.
- Bilgisayar ve enstrümantasyon donanımına yapılan parasal yatırımı korur.
- Kendi çözümlerini geliştirebilmeleri için daha geniş kullanıcı grubunu yetkilendirir.
- Daha karmaşık geliştirme araçlarına gerek kalmadan bütün işlemlerinizi tamamlayabilme esnekliğine sahiptir.
- Eklenen güçlü program araç kutusu yardımıyla karmaşık işlemleri basitleştirir (Berber, 2008).

### **2.1.1. Labview'in Yapısı**

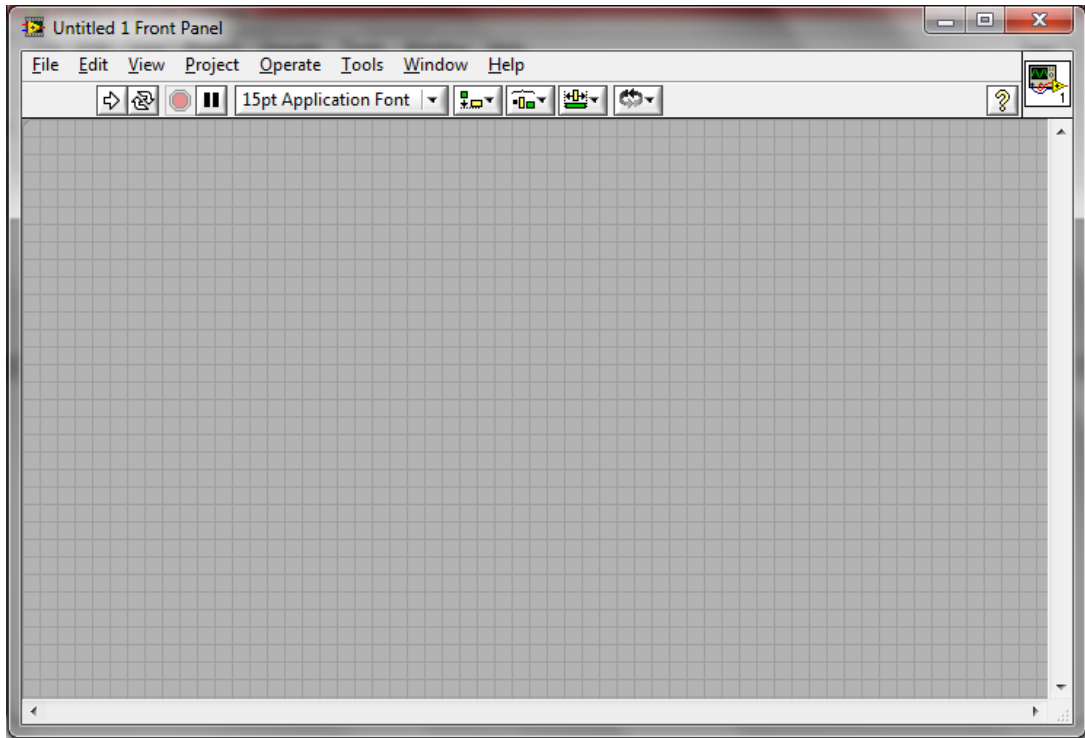
Labview, grafik tabanlı programlama diliyle bilgisayar uygulamaları oluştururken, metin tabanlı komutlar yerine ikon görünümündeki terminalleri ve diğer düğümleri kullanmaktadır. Terminaller, ön panelde bulunan nesnelere blok diyagramdaki karşılıklarıdır. Düğümler ise diğer programlama dillerindeki fonksiyonlara karşılık gelmektedir.

Labview programları görünüş ve çalışma şekli ile laboratuvarlarda kullanılan osiloskop, sinyal jeneratörü gibi fiziksel araçlara benzediği için sanal enstrüman veya VI

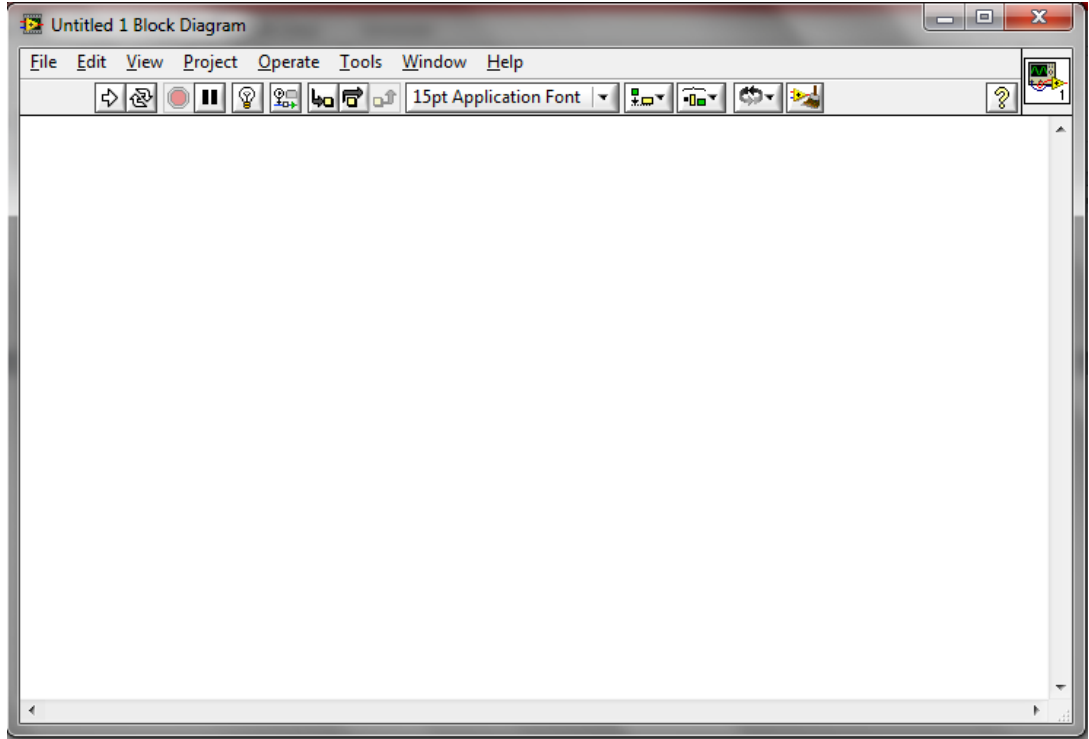
(Virtual Instruments -VIs) olarak adlandırılır. Her sanal enstrüman, kullanıcı arabiriminden veya başka kaynaklardan gelen verileri kullanabilir ve bu bilgileri görüntüleyebilir veya başka dosyalara ve bilgisayarlara taşıyabilir. En basit haliyle bir VI; ön panel, blok diyagram, ikon ve bağlantı pencereleri olmak üzere üç ana bileşenden oluşan bir yapıdır.

Labview ekranı, “Block Diagram” ve “Front Panel” olmak üzere iki ana bölümden oluşur (Şekil 2.2), (Şekil 2.3). Sırası ile bu iki kısım blok diyagram ve ön panel olarak adlandırılmaktadır. Blok diyagram görsel programlama dillerindeki kod yazma bölümüne, ön panel ise kullanıcı ara yüzünün hazırlandığı bölüme karşılık gelmektedir (Berber, 2008).

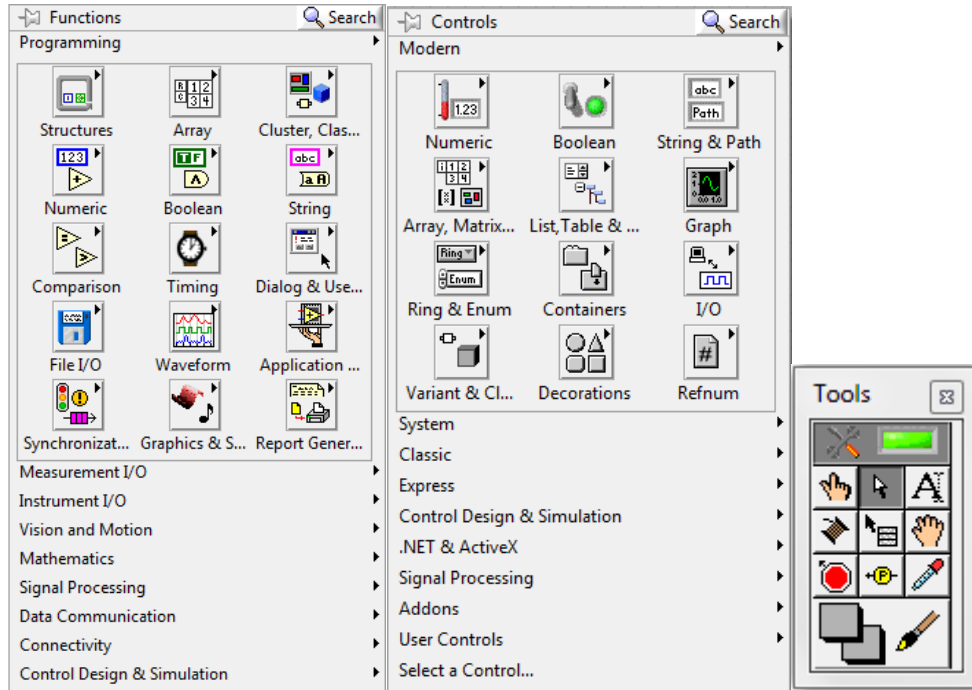
Ön panelde ve blok diyagramda kullanılan iki önemli araç paleti vardır. Ön panelde kullanılan palete “Kontrol Paleti (Control Palette)”, blok diyagramda kullanılan palete ise “Fonksiyon Paleti (Function Palette)” adı verilmiştir. Ön panel ve blok diyagramda ortak kullanılan bir başka palet ise “Araç Paletidir (Tool Palette)” (Şekil2.4). Buradaki araçlar fare işaretçisinin özel işlem biçimleridir. Fare işaretçisi araç paletinden seçilen ikona dönüşür. Buradaki araçlar blok diyagramdaki ve ön paneldeki nesnelerin düzenlenmesinde ve işletilmesinde kullanılır.



Şekil 2.2. Labview'in ön panel görüntüsü



Şekil 2.3. Labview'in blok diyagram görüntüsü



Şekil 2.4. Labview'in fonksiyon ve kontrol paleti ile araç kutusu görüntüsü

### 2.1.2. Labview Programlamada Kullanılan Fonksiyonlar

Bu kısımda çalışmanın Labview’de programlama yapılan bölümünde kullanılan fonksiyonlar hakkında kısa bilgiler verilecektir.

#### a. While Döngüsü

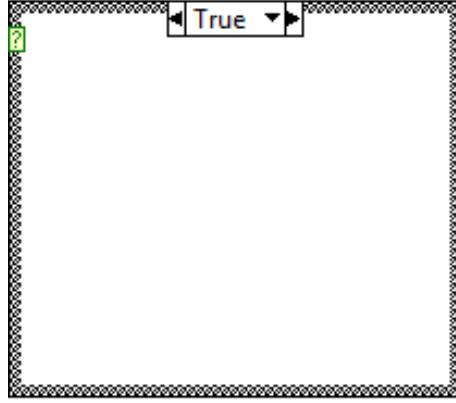
Tanımlanan şarta bağlı olarak alt-diyagramı tekrar tekrar işleten döngü yapılarıdır. Blok diyagramda fonksiyon paletinde “structures” grubunda bulunur. Sıcaklık ölçümü sürekli (continuous) veri akışı olan bir işlem olduğu için sıcaklık ölçümü için bu çalışmaya ait Labview programı bir while döngüsü içerisinde oluşturulmuştur. Labview programında blok diyagrama yerleştirilen while döngüsünün görünümü Şekil 2.5’teki gibidir.



Şekil 2.5. Labview’de while döngüsü

#### b. Karar Yapısı

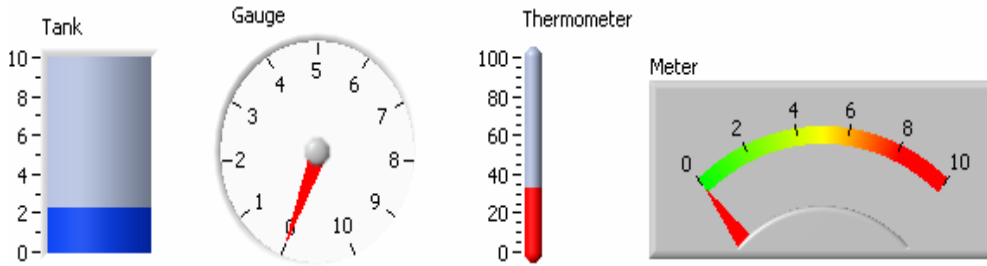
Karar yapıları olası şartlar gerçekleştiğinde önceden tanımlanmış sonuçlardan hangisinin üretileceğine karar verir. Labview’de “IF-THEN-ELSE” ve “Switch - Case” yapılarına karşılık “Case Structure” fonksiyonu kullanılmaktadır (Şekil 2.6). Temelde “True” ve “False” olmak üzere iki adet şartı bulunan yapıya ihtiyaca göre şart eklenebilir ya da gereksiz şartlar çıkarılabilir. Çalışmamızın otomatik kontrol kısmında sıcaklık farkının belirli bir seviyede tutulmasını sağlayan Labview programında karar yapısı olarak case structure fonksiyonu kullanılmıştır.



Şekil 2.6. Labview'de case structure fonksiyonu

### c. Nümerik Nesnelere

Sayısal verilerin VI'a (Virtual Instruments) girilmesi veya blok diyagramda üretilen sayısal verilerin kullanıcıya sunulması için kullanılan hız göstergesi, tank, termometre vb. araçlar görünüş ve kullanım açısından gerçeklerine benzer şekilde tasarlanmıştır. Çalışmamızda nümerik nesnelere, sıcaklık değerlerini görmek için iki adet termometre, sıcaklık farkını gözlemlemek için bir adet nümerik gösterge ve programda yaşanabilecek herhangi bir sorun sonucu programın sonsuz döngüye girmesi halinde programın çalışmasını durdurabilmemiz için bir adet durdurma butonu (Stop Button) kullanılmıştır. Şekil 2.7'de örnek nümerik nesnelere gösterilmiştir.

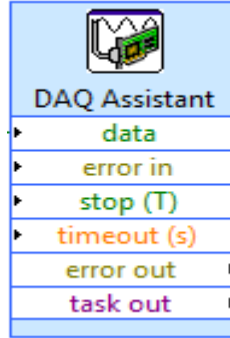


Şekil 2.7. Labview'de nümerik nesnelere

### d. Veri Kazanım Asistanı (Data Acquisition Asistant)

Veri kazanım asistanı, National Instruments firmasının ürettiği Labview ile uyumlu çalışan donanımlar kullanılarak dış dünya ile bilgisayarın iletişim kurmasına yardımcı olan fonksiyondur (Şekil 2.8). Veri kazanım asistanı (Data Acquisition Asistant) isminden de anlaşılacağı üzere veri kazanım asistanıdır. İlk etapta veri kazanımı (sıcaklık ölçme, gerilim ölçme vb.) için tasarlanan fonksiyon Labview üzerinde yapılan yeniliklerle

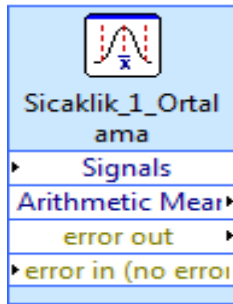
günümüzde veri kazanımının yanında Labview’de oluşturulan kontrol programlarında ilgili donanımlar yardımıyla çıkış (output) sinyali göndermek için de kullanılabilir.



Şekil 2.8. Veri kazanım asistanı

### e. İstatistik Fonksiyonu

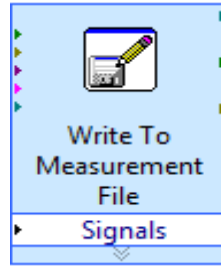
Labview kullanılarak yapılan veri kazanım işlemlerinde elde edilen veriler üzerinde amaca uygun işlemler yapılabilmesi önemlidir. Veriler üzerinde isteğe göre değişiklik yapılabilmesini sağlayan fonksiyonlardan bir tanesi de istatistik fonksiyonudur. Sıcaklık ölçümü sürekli devam eden bir işlemdir. Termokupl ile sıcaklık ölçümünde hızlı ve sürekli bir şekilde veri kazanımı olmaktadır. Haliyle çok büyük sayılarda veri alınmaktadır. Bu verileri incelemek ve analiz etmek zor olacağından belirli aralıklarda alınan belirli sayıdaki verinin aritmetik ortalamasını alıp ortalama değeri kaydetmek daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Labview’de yazılan programın, verilen aritmetik ortalamasının bulunması istenen bölümünde istatistik fonksiyonundan yararlanılmıştır (Şekil 2.9). İstatistik fonksiyonu, aritmetik ortalama bulmanın yanında fonksiyona giriş yapan veriler üzerinde standart sapma hesaplanması, verilerin toplam değerinin hesaplanması gibi farklı birçok özelliğe sahiptir.



Şekil 2.9. İstatistik fonksiyonu

## f. Dosyaya Yazma Fonksiyonu

Yazılımlar vasıtasıyla veri kazanımı yaparken en çok ihtiyaç duyulan özellik, kullanılan yazılımın verileri kaydedebilmesidir. Labview'de veri kaydetmede kullanılan fonksiyon *ölçüm dosyasına yaz* fonksiyonudur (Şekil 2.10). Bu fonksiyon ölçüm verilerini .lvm, .tdms veya .tdm uzantılı dosyalar halinde, LabviewData isimli klasörde kişisel bilgisayarlara kaydetmektedir. Verilerin dosya içerisindeki görünümü ayarlanabilmekte, ihtiyaç halinde her veri için başlık, tarih ve saat ayarları yapılarak isteğe uygun kayıt işlemi yapılabilmektedir.



Şekil 2.10. Dosyaya yazma fonksiyonu

### 2.1.3. Labview Programlamada Kullanılan Donanımlar

Sistemde veri toplayan ve analizini yapan yazılım olarak NI firmasına ait Labview 9.0 yazılımı tercih edilmiştir. Sıcaklık gibi zamana bağlı olarak ölçülen analog verilerin bu yazılımda işlenmesi için NI firmasından temin edilen veri kazanım (DAQ-Data Acquisition) donanımları kullanılmaktadır. Bu donanımlar bu tarz uygulamalar açısından kapsamlı cihazlardır. Bu cihazlar ortamdan sıcaklık verisini toplayan ve PC arasında haberleşme sağlayan bir göreve sahiptir. Bunun yanında Labview ile otomatik kontrol uygulamaları yapabilmek için de program ile uyumlu donanımlara ihtiyaç vardır. Bu işlemler NI firması tarafından üretilen cihazlar olan NI c-DAQ 9174 4 girişli gövde (kasa) aparatı, NI USB-9211 4 kanallı termokupl girişli veri kazanım kiti ve NI USB-9481 4 kanallı röle modülü yardımıyla kolaylıkla yapılabilmektedir.

#### a. NI c-DAQ 9174 4 Girişli Gövde (Kasa) Aparatı

Şekil 2.11'deki aparat National Instrument firmasının ürettiği Labview ile uyumlu donanımlardan olan NI c-DAQ 9174 4 girişli gövde (kasa) aparatı, Labview ile birlikte kullanılmak üzere üretilmiş özel aparatların üzere takıldığı 4 girişli bir yuva görevi



görmektedir. USB port yardımıyla bilgisayara bağlanan bu kasaya, birbirinin aynısı olan ya da birbirinden farklı 4 adet donanım yerleştirilebilmekte ve bu gövde, üzerine yerleştirilen donanımlar ile bilgisayar arasında köprü vazifesi görmektedir.



Şekil 2.11. NI c-DAQ 9174 4 girişli gövde (kasa) aparatı

#### **b. NI-USB 9211 4 Girişli Termokupl Veri Kazanım Modülü**

Veri kazanım modülü, 4 adet kanalı bulunan ve bu kanallara termokupllar bağlanan bir donanımdır (Şekil 2.12). Bilindiği üzere sıcaklık analog bir parametredir. Sıcaklık gibi analog verilerin bilgisayar ortamına aktarılabilmesi ve bilgisayarda işlenebilmesi için dijital verilere dönüştürülmesi gerekmektedir. National Instruments firmasının ürettiği bu aparat, üzerine monte edildiği ana gövde yardımıyla USB port üzerinden termokupllardan aldığı analog veriler olan sıcaklık ölçüm değerlerini ekstra bir analog/dijital dönüştürme işlemine gerek duymadan hızlı ve pratik bir şekilde anlık olarak bilgisayar ekranına aktarabilmektedir.



Şekil 2.12. NI-USB 9211 4 girişli termokupl veri kazanım modülü

Termokupllar, anlık ve hassas ölçüm yapmaya yarayan algılayıcılarıdır. Termokupllar hassas ölçüm yaptıklarından dolayı sıcaklık ölçümü yaparken sıcaklık verilerinin yanında gürültü sinyallerini de algılamaktadır. Bu bozucu sinyaller sağlıklı

ölçüm yapılmasına engel olmaktadır. NI-USB 9211 4 girişli termokupl veri kazanım modülü içerisinde bulunan ‘differential amplifier’ bozucu sinyallerin filtrelenmesini sağlamak ve verimli ölçüm yapabilme imkânı sunmaktadır.

### c. NI-USB 9481 4 Kanallı Röle Modülü

National Instruments firmasının ürünlerinden olan NI-USB 9481 4 kanallı röle modülü elektrik anahtarı vazifesini gören bir donanımdır (Şekil 2.13). 4 kanalı bulunan bu donanımın her bir kanalı şebeke geriliminde max 2 A akıma dayanıklıdır. Her bir kanala aynı ya da birbirinden farklı yükler bağlanabilmektedir. Çalışmamızda kullandığımız 2.kattaki sıcak havayı 1.kata göndermeye yarayan fanın kontrolü ve dubleks ev modelimizi ısıtmakta kullandığımız 70 W’lık lambaların kontrolü bu donanımla sağlanmıştır.



Şekil 2.13. NI-USB 9481 4 kanallı röle modülü

### d. K Tipi Termokupl (Isıl çift)

Nikel (-) ve Nikelkrom (+) bacadan oluşan bu termokupl, oksitleyici ortamlarda tercih edilir. 1300°C’ye kadar mV değeri üretmesine rağmen yaygın olarak 1200°C’ye kadar kullanılır. Çalışmamızın Labview ile sıcaklık ölçümü yapılan bölümünde K tipi termokupl kullanılmıştır (Şekil 2.14) (URL-7, 2014).



Şekil 2.14. K tipi termokupl (Isıl çift)

Tablo 2.1. K tipi ısııl çiftte ait DIN 43710 ve IEC 584 standardına uygun tablo değerleri (URL-7, 2014).

																NiCr-Ni		
°C	-100	-0	°C	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	°C
-0	-3.553	0.000	0	0.000	4.095	8.137	12.207	16.395	20.640	24.902	29.128	33.277	37.325	41.269	45.108	48.828	52.398	0
-10	-3.852	-0.392	10	0.397	4.508	8.537	12.623	16.818	21.066	25.327	29.547	33.686	37.724	41.657	45.486	49.192	52.747	10
-20	-4.138	-0.777	20	0.798	4.919	8.938	13.039	17.241	21.493	25.751	29.965	34.095	38.122	42.045	45.863	49.555	53.093	20
-30	-4.410	-1.156	30	1.203	5.327	9.341	13.456	17.664	21.919	26.176	30.383	34.502	38.519	42.432	46.238	49.916	53.439	30
-40	-4.699	-1.527	40	1.611	5.733	9.745	13.874	18.088	22.346	26.599	30.799	34.909	38.915	42.817	46.612	50.276	53.782	40
-50	-4.912	-1.889	50	2.022	6.137	10.151	14.292	18.513	22.772	27.022	31.214	35.314	39.310	43.202	46.985	50.633	54.125	50
-60	-5.141	-2.243	60	2.436	6.539	10.560	14.712	18.938	23.198	27.445	31.629	35.718	39.703	43.585	47.356	50.990	54.466	60
-70	-5.354	-2.586	70	2.850	6.939	10.969	15.132	19.363	23.624	27.867	32.042	36.121	40.096	43.968	47.726	51.344	54.807	70
-80	-5.550	-2.920	80	3.266	7.338	11.381	15.552	19.788	24.050	28.288	32.455	36.524	40.488	44.349	48.095	51.697		80
-90	-5.730	-3.242	90	3.681	7.737	11.793	15.974	20.214	24.476	28.709	32.866	36.925	40.879	44.729	48.462	52.049		90
-100	-5.891	-3.553	100	4.095	8.137	12.207	16.395	20.640	24.902	29.128	33.277	37.325	41.269	45.108	48.828	52.398		100

DIN 43710 ve IEC 584 standardına uygun tablo değerleri, soğuk noktanın 0°C'de tutulması ile elde edilmiştir (Tablo 2.1).

## 2.2. Mikrodenetleyiciler

Bir bilgisayar içerisinde bulunması gereken temel bileşenlerden RAM, I/O ünitesinin tek bir entegre içerisinde üretilmiş biçimine mikrodenetleyici (microcontroller) denir. Bilgisayar teknolojisi gerektiren uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanmış olan mikrodenetleyiciler, mikroişlemciler göre çok daha basit ve ucuzdur. Günümüz mikrodenetleyicileri otomobillerde, kameralarda, cep telefonlarında, fax-modem cihazlarında, fotokopi, radyo, TV ve bazı oyuncaklar gibi sayılamayacak kadar pek çok alanda kullanılmaktadır.

Günümüz mikrodnetleyicileri birçok yonga üreticisi tarafından üretilmektedir. Her firma ürettiği yongaya farklı isimler vermektedir. Örneğin; Microchip firması ürettiklerine PIC adını vermektedir.

URL-8 (2014)'e göre, mikrodnetleyiciler oldukça farklı özelliklere sahiptirler. Bu nedenle seçim yaparken yapılacak uygulamanın hangi özellikleri kullanacağı tespit edilmelidir. Bu uygulamada, mimari yapısı bakımından aşağıda belirtilen özellikleri barındıran PIC 16F877A mikrodnetleyicisi tercih edilmiştir (Yüce, 2011).

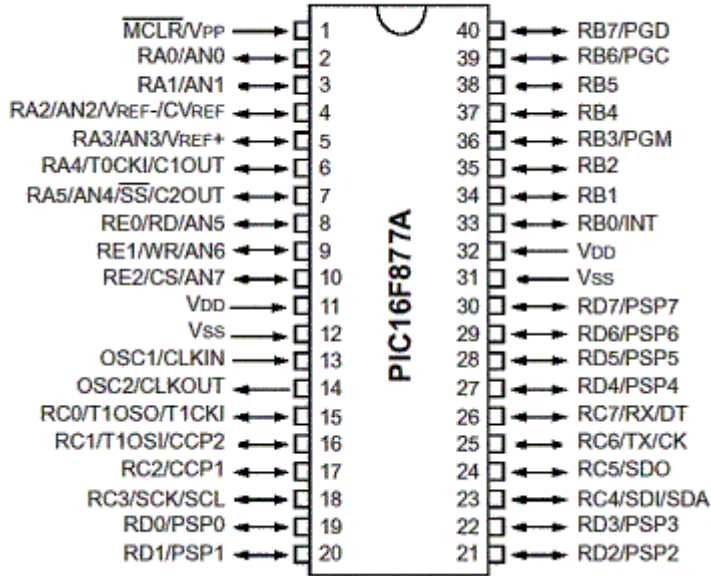
- Programlanabilir dijital paralel giriş/çıkış.
- Programlanabilir analog giriş/çıkış.
- Seri giriş/çıkış (senkron, asenkron ve cihaz denetimi gibi).
- PWM birimi
- ADC birimi
- Harici giriş vasıtasıyla kesme.
- Timer vasıtasıyla ile kesme.
- Harici bellek arabirimi.
- Harici bus arabirimi (PC ISA gibi).
- Dâhili bellek tipi seçenekleri(ROM, EPROM, PROM ve EEPROM).
- Dâhili RAM seçeneği.
- PIC 16F877A'nın tercih edilmesindeki diğer nedenler ise aşağıdaki gibi sıralanabilir.
- Yazılımın Microchip'ten veya internetten parasız olarak elde edilebilmesi.
- Çok geniş bir kullanıcı kitlesinin bulunması.
- PIC'lerin kolaylıkla ve ucuz olarak elde edilebilmesi.
- Elektronik hobi olarak uğraşanların bile basit elektronik elemanlar kullanarak tasarladıkları donanımlarla programlanabilmesi.
- Çok basit reset, clock sinyali ve güç devreleri gerektirmeleri (Yüce, 2011).

Ayrıca sıcaklık vb. algılayıcılar gibi çevresel üniteleri çok hızlı bir şekilde denetleme yapabilecek özelliklere sahiptir. Bu mikrodnetleyicinin komutları da oldukça basit ve az sayıdadır. Flash hafızası sayesinde yazılım yüklemesi defalarca yazılıp silinebilir. Bu tür özellikleri sıcaklık kontrolü yapılacak olan bu tezde de başlıca kullanım nedenleridir (Yüce, 2011).

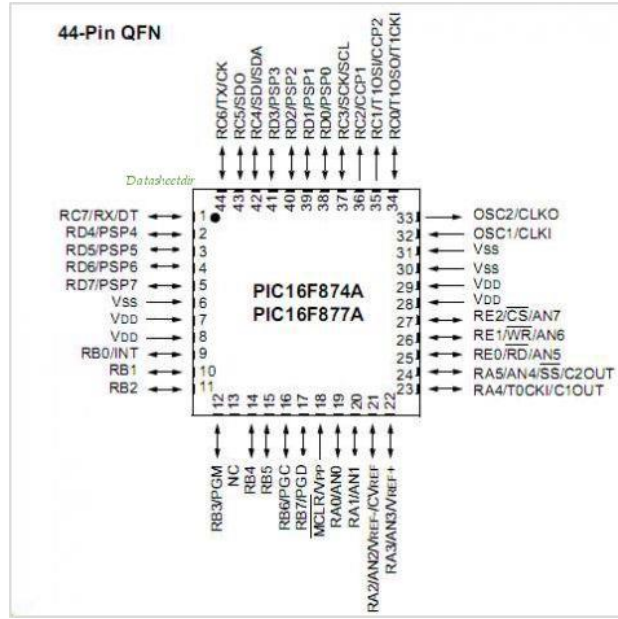
**Tablo 2.2.** PIC16F877A mikrodenetleyicisinin diğer PIC16F ailesi entegrelerle kıyaslanması (URL-8, 2014).

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

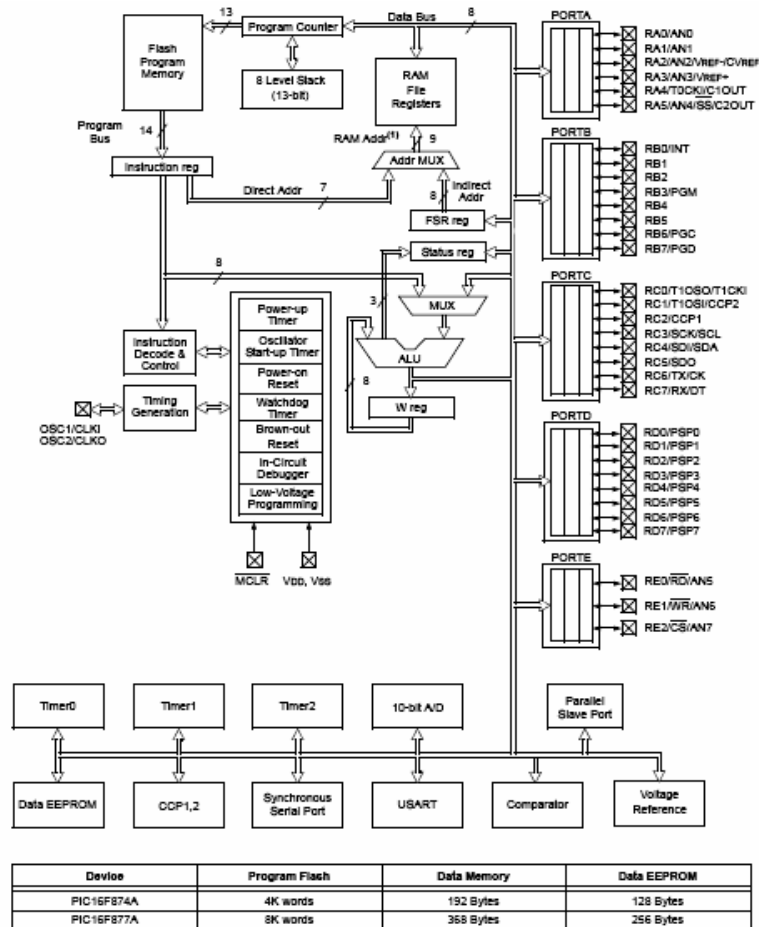
**PDIP (40 pin)**



**Şekil 2.15.** PIC16F877A PDIP pin konfigürasyonu (URL-8, 2014).



Şekil 2.16. PIC16F877A QFN pin konfigürasyonu (URL-8, 2014).



Şekil 2.17. PIC16F877A donanım mimari yapısının blok diyagramı (URL-8, 2014).

**Tablo 2.3.** PIC6F877A komut düzeni (URL-8, 2014).

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode		Status Affected	Notes
			MSb	LSb		
<b>BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS</b>						
ADDWF	f, d Add W and f	1	00	0111	dfff ffff	C,DC,Z 1,2
ANDWF	f, d AND W with f	1	00	0101	dfff ffff	Z 1,2
CLRF	f Clear f	1	00	0001	1fff ffff	Z 2
CLRWF	- Clear W	1	00	0001	0xxx xxxc	Z
COMF	f, d Complement f	1	00	1001	dfff ffff	Z 1,2
DECf	f, d Decrement f	1	00	0011	dfff ffff	Z 1,2
DECFSZ	f, d Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff ffff	1,2,3
INCF	f, d Increment f	1	00	1010	dfff ffff	Z 1,2
INCFSZ	f, d Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff ffff	1,2,3
IORWF	f, d Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff ffff	Z 1,2
MOVF	f, d Move f	1	00	1000	dfff ffff	Z 1,2
MOVWF	f Move W to f	1	00	0000	1fff ffff	
NOP	- No Operation	1	00	0000	0xxx0 0000	
RLF	f, d Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff ffff	C 1,2
RRF	f, d Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff ffff	C 1,2
SUBWF	f, d Subtract W from f	1	00	0010	dfff ffff	C,DC,Z 1,2
SWAPF	f, d Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff ffff	1,2
XORWF	f, d Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff ffff	Z 1,2
<b>BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS</b>						
BCF	f, b Bit Clear f	1	01	00bb	bfff ffff	1,2
BSF	f, b Bit Set f	1	01	01bb	bfff ffff	1,2
BTFSC	f, b Bit Test f, Skip if Clear	1(2)	01	10bb	bfff ffff	3
BTFSS	f, b Bit Test f, Skip if Set	1(2)	01	11bb	bfff ffff	3
<b>LITERAL AND CONTROL OPERATIONS</b>						
ADDLW	k Add literal and W	1	11	111x	kkkk kkkk	C,DC,Z
ANDLW	k AND literal with W	1	11	1001	kkkk kkkk	Z
CALL	k Call subroutine	2	10	0kkk	kkkk kkkk	
CLRWDT	- Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110 0100	<u>TO,PD</u>
GOTO	k Go to address	2	10	1kkk	kkkk kkkk	
IORLW	k Inclusive OR literal with W	1	11	1000	kkkk kkkk	Z
MOVLW	k Move literal to W	1	11	00xx	kkkk kkkk	
RETFIE	- Return from interrupt	2	00	0000	0000 1001	
RETLW	k Return with literal in W	2	11	01xx	kkkk kkkk	
RETURN	- Return from Subroutine	2	00	0000	0000 1000	
SLEEP	- Go into Standby mode	1	00	0000	0110 0011	<u>TO,PD</u>
SUBLW	k Subtract W from literal	1	11	110x	kkkk kkkk	C,DC,Z
XORLW	k Exclusive OR literal with W	1	11	1010	kkkk kkkk	Z

## 2.2.1. PIC Devresinde Kullanılan Sensörler

### a. LM35 Sıcaklık Sensörü

Çalışmamızın otomatik kontrol yapan PIC devresinde LM35 serisi sıcaklık sensörü tercih edilmiştir. Bu sensöre ait genel bilgiler ve sensörün özellikleri ile ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir:



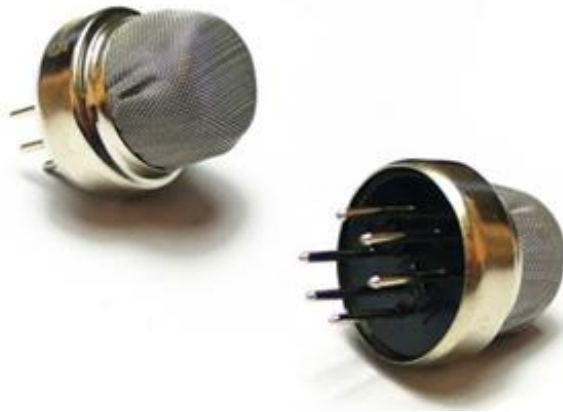


URL-9 (2014)'a göre, LM35 sıcaklık sensörünün özellikleri şu şekildedir:

- Doğrudan ° Celsius sıcaklık skalası ile kalibre edilmiştir.
- Lineer olarak + 10.0 mV/°C' lik bir skala çarpanına sahiptir.
- 0.5°C' lik bir doğruluk değeri garanti edilebilir ( +25°C' da )
- -55° ile +150°C' lik bir anma sıcaklık genliğinde orantılı çıkış sağlar.
- Uzaktan uygulamalar için uygundur.
- Düşük fiyatlıdır.
- 4 ile 30 volt aralığında çalışır.
- 60 µA' den daha az bir akım çeker.
- Küçük kendi kendine ısınma değeri ( Hava içerisinde 0.08°C )
- Tipik olarak yalnızca ±1/4°C sıcaklık aralığında lineer değildir.
- Alçak çıkış empedansı, 1 mA' lik yük için 0.1 W (Yüklü, 2006).

#### b. MQ2 Gaz Sensörü

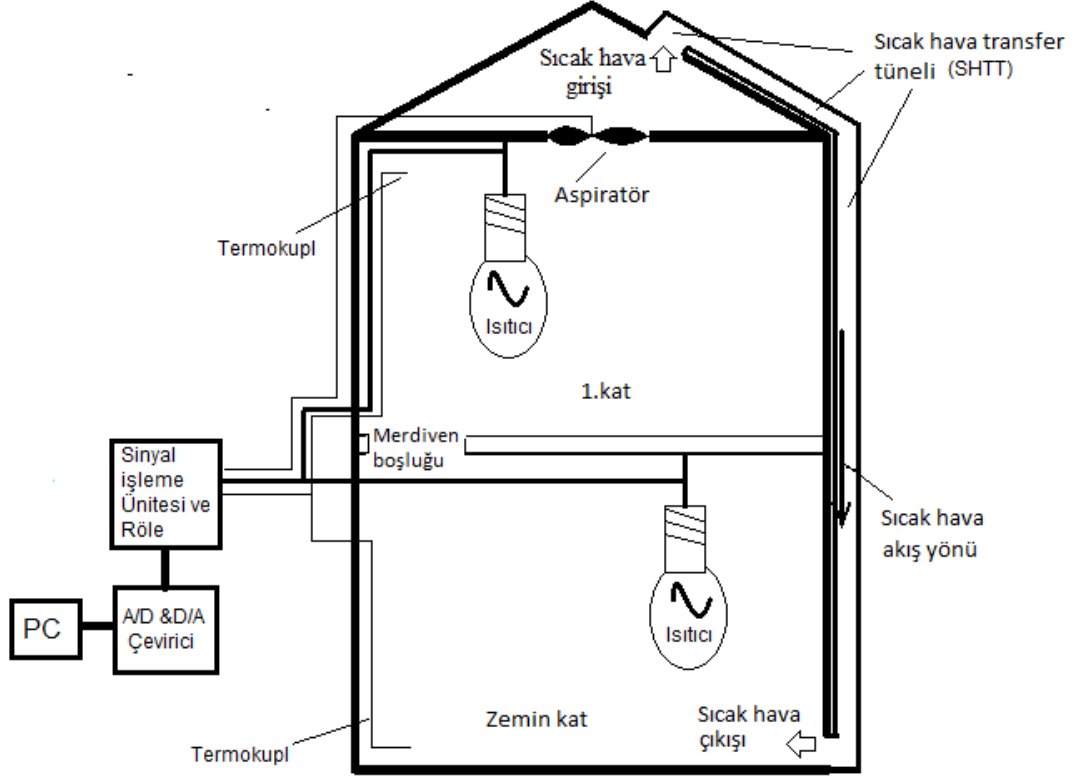
MQ2 gaz sensörü, LPG, propan ve hidrojen gazlarına yüksek duyarlılığı olan bir sensördür (Şekil 2.19). Bunun yanında metan ve diğer yanıcı gazlar için de kullanılabilen bir gaz sensörüdür. Ucuzdur ve farklı uygulamalar için kullanışlıdır. Uzun ömürlüdür, sürme devresi basittir ve yanıcı gazlara karşı yüksek oranda hassasiyeti vardır. Ev içi gaz kaçaqlarında ve endüstride gaz dedektörü olarak da kullanılabilir (URL-10, 2015).



Şekil 2.19. MQ2 gaz sensörü

### 2.3. Dupleks Ev Modeli

Sıcaklık ölçümü ve otomatik kontrol deneylerini yapmak üzere bir dupleks ev modeli tasarlandı. Son hali şekil 2.20'deki gibi olan dupleks ev modeli Labview ile kurulacak olan otomatik kontrol sistemi düşünülerek çizildi.



Şekil 2.20. Dupleks ev modelinin şeması (Labview ile kontrol)

Tasarlanan ve şeması çizilen dupleks ev modeli, 50x50 cm taban boyutu, 160 cm yüksekliği olacak biçimde Şekil 2.21'deki gibi imâl edildi. Dupleks evlerde bulunan merdiven boşluğunu temsilen iki kat arasını bölen parçadan 15x20 cm boyutunda bir bölüm kesildi. Ev içerisine fan ve sensörler gibi araçları yerleştirebilmek ve ihtiyaç halinde evin içine müdahale edilebilmesi için ön cepheye 50x95 cm boyutunda bir kapı açıldı. Ayrıca fanın monte edilmesi için üst katın tavanına 12x12 cm boyutunda yer bırakıldı.



**Şekil 2.21.** Dupleks ev modeli

Modelin yapımından sonra sıcaklık ölçümü deneylerini sağlıklı bir şekilde yapabilmek için ısı kaybı olabilecek bölgeler için yalıtım tedbirleri alındı. Ön cephede açılan kapıdan kaçak olmaması için kapının etrafına ısı kaybını önleyici sünger yapıştırıldı. Daha sonraki aşamada sıcak hava transfer tünelinin dış yüzeyi, sıcak hava transfer tüneli iletkenliği yüksek bir madde olan alüminyum malzemeden yapıldığı için, alüminyum borunun çevre sıcaklığıyla temasını engelleyerek ısı kaybını önleyecek şekilde bez ile sarıldı (Şekil 2.21).

#### **2.4. Fan**

Çalışmamızda üst kattaki sıcak hava kütesini alt kata iletmemizi sağlayan eleman şebeke gerilimiyle çalışan Şekil 2.22'deki fanıdır. Fanlar çoğunlukla üfleme özellikleri kullanılan elemanlardır. Ancak bu işlevi gördükleri esnada aynı zamanda emme fonksiyonu da görmektedirler. Çalışmamızda fanların bu özelliği düşünülerek üst kattaki sıcak hava kütesini alt kata nakil etmek için üst katın çatısına konumlandırılmış şebeke gerilimiyle çalışan bir adet fan kullanıldı.



**Şekil 2.22.** 120x120x38 220 V AC Fan

## 2.5. Isıtıcı

Çalışmamızın ana amacı dubleks evlerde katlar arasında oluşan sıcaklık farkını dengede tutacak bir kontrol mekanizması oluşturmak. Ancak bunun yanında, gerekli donanımlara sahip olduğumuz için, çalışmamızın Labview kullanılan bölümünde fan kontrolüyle beraber ısıtıcı kontrolü de yapılabilir mi diye düşündük. Bu fikir doğrultusunda ön çalışmalarda modeli ısıtmakta kullandığımız mumların yerine Şekil 2.23'te görülen 70 W gücünde akkor telli ampulün kullanılmasına karar verildi.



**Şekil 2.23.** 70 W akkor telli ampul

Bilindiği üzere ampullerde harcanan enerjinin yaklaşık %98'lik bölümü ısıya dönüşmektedir. Uzun süre yandıklarında etrafa büyük miktarda ısı vermektedirler. Güçleri düşük olduğu için şebekeden az bir miktarda akım çekmektedirler. Ayrıca Labview ile

kontrol çalışmaları yapabilmek için kullanılan ilgili donanımın her bir kanalına max 2A akım çeken yükler bağlanabildiği için, kontrol edilebilir ısı kaynağı olarak modelin ısıtılmasında ampuller kullanıldı. Modelimizin boyutları küçük olduğu için, kullanılan Labview ile uyumlu donanımın dayanma şartları göz önünde tutularak 5 adet ampul kullanılarak ev ısıtıldı.



**Şekil 2.24.** Lambaların modelin alt kat tavanına sabitlenmiş görüntüsü

Yapılan ön çalışmalarda yaşanan sorunlara bazı çözümler üretildi. İlk karşılaşılan problem ısıtmada ilk olarak tercih edilen 100 W gücündeki akkor telli lambalarda yaşandı. Daha çok ısı enerjisi elde etmek için tercih edilen bu lambalar çevreye yüksek miktarda ısı vermesinin yanında duylara da fazlaca ısı verdiği için uzun süren sıcaklık ölçüm deneyleri esnasında duylarda hasar meydana geldi ve deneyler yapılamadı. Bu sebepten ötürü 70 W gücünde ampuller seçilerek duyların yanmaması sağlanıp sorun çözüldü.

Karşılaşılan ikinci problem ise ısıtıcı kaynağımız olan lambaların radyasyon yoluyla çevreyi ısıtması oldu. Termokupllar lambaların ışığıyla direk temas halinde olduğu

zaman radyasyon etkisiyle ortam sıcaklığı birden artmış gibi yüksek değerler gösterdi ve deneyin verimliliği bozuldu. Haliyle radyatör benzeri bir ısıtıcıyla ısıtılan kapalı ortamda meydana gelen sıcaklık değişimine benzemeyen bir sonuç elde edildi. Bu sorunun çözümü için Şekil 2.25'te görüldüğü üzere her bir lambanın etrafına alüminyum folyo kullanılarak birer kılıf yapıldı. Bu sayede termokuplların, lambaların ışığıyla direk teması engellendi ve radyatörle ısıtma etkisi oluşturularak deneyler yapıldı.



Şekil 2.25. Lambalar için alüminyum folyodan yapılan kılıf

## 2.6. Sıcak Hava Transfer Tüneli (SHTT)

Dubleks ev modeli üzerinde yapılan deneylerde üst katta biriken sıcak havayı alt kata transfer etmek için çift katlı alüminyum folyodan yapılmış esnek boru kullanıldı (Şekil 2.26). Her ne kadar çift katlı folyodan üretilmiş olsa da alüminyumun iletkenliğinden dolayı ısı kaybına engel olmak için esnek boru, bez ile sarılarak yalıtım işlemi uygulandı (Şekil 2.27).



Şekil 2.26. Çift katlı alüminyum folyo esnek boru



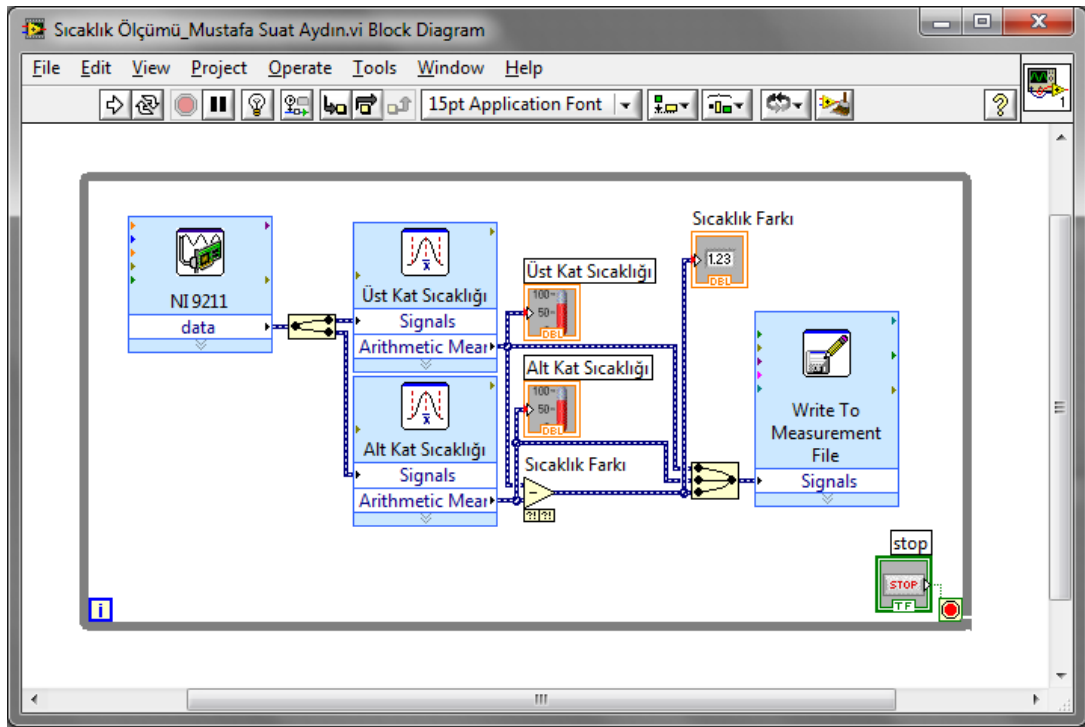
Şekil 2.27. İzole edilmiş SHTT'nin model üzerindeki görünüşü

## 2.7. Sıcaklık Ölçümü Yapan Labview Programı

Şekil 2.28 ve 2.29'daki program, dubleks ev modeli üzerinde sıcaklık ölçümü yapmak için kullanıldı. Bir tanesi 2. katta çatıya diğeri ise 1. katta zemine yakın bir yere konumlandırılan iki adet K tipi termokupl, NI-USB 9211 termokupl veri kazanım modülüne bağlandı. Bağlantısı bu şekilde tamamlanan termokupllardan alınan alt kat ve üst kata ait sıcaklık verileri Labview programımızda bulunan veri kazanım asistanı vasıtasıyla programımıza iletilmektedir. Veri kazanım asistanına ulaşan veriler termometre göstergelerine gönderilmeden önce aritmetik ortalama (arithmetic mean) fonksiyonundan geçmektedirler. Bu fonksiyon sürekli (continuous) ve anlık alınan sıcaklık değerlerinden belirli bir sayıdaki verinin aritmetik ortalamasını alıp bu ortalama değeri termometre göstergesine göndermektedir. Bu sayede anlık ölçüm değerleri üzerindeki bozucu

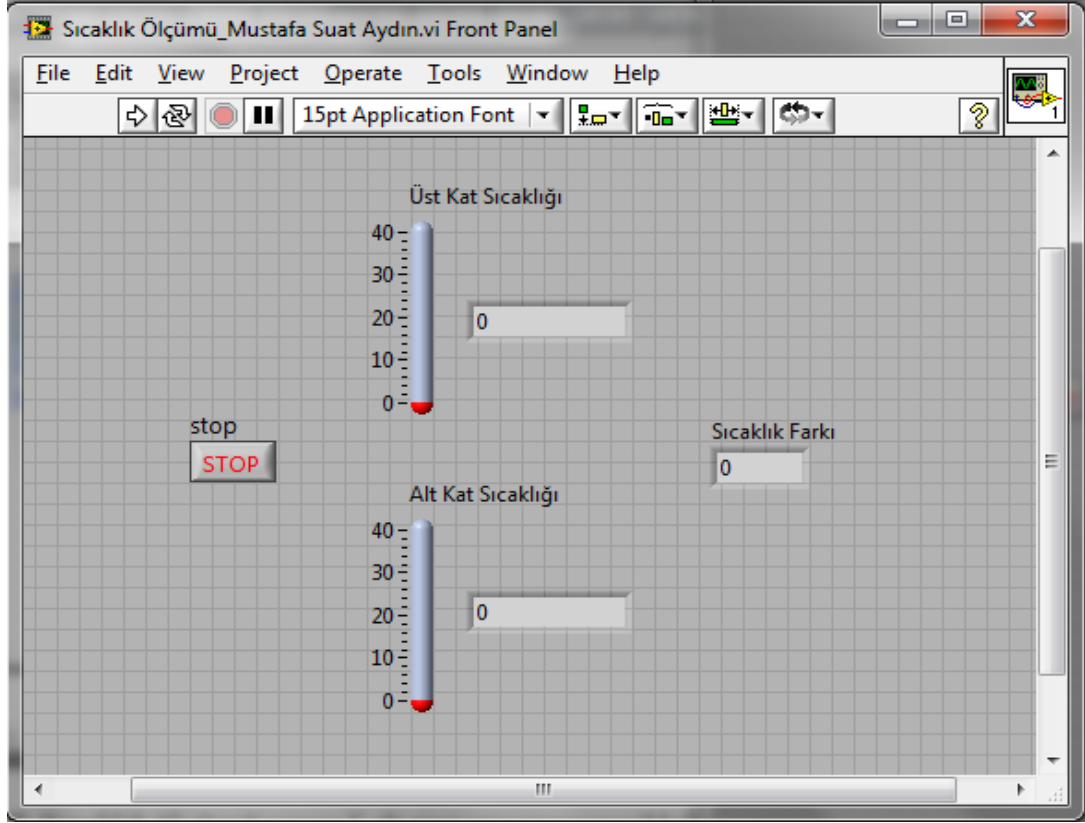
sinyallerin etkisi azaltılmış oldu. Bilindiği üzere kapalı ortamlarda ortam sıcaklığı çok hızlı değişkenlik göstermez. Bu sebepten dolayı kapalı bir ortamda ortam sıcaklığı ölçülürken saniyede en fazla 1 data alınacak şekilde ölçüm yapmak kafi gelmektedir. Aritmetik ortalama fonksiyonu ile yaklaşık 1.8 saniyede 1 data alınacak şekilde yaptığımız ölçümler daha sağlıklı olmuştur.

Aritmetik ortalama fonksiyonundan sonra 1.kata ait sıcaklık verileri Alt Kat Sıcaklığı isimli termometreye, 2.kata ait sıcaklık verileri de Üst Kat Sıcaklığı isimli termometreye gönderilerek bu göstergeler sayesinde sayısal olarak gözlemlendi. 1.katın sıcaklığı ile 2.katın sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı da fark alma (subtract) fonksiyonu ile hesaplandı ve bulunan bu değer Sıcaklık Farkı isimli nümerik gösterge (numeric indicator) vasıtasıyla sayısal olarak gözlemlendi (Şekil 2.29). Son olarak, elde edilen Üst Kat Sıcaklığı, Alt Kat Sıcaklığı ve Sıcaklık Farkı isimli üç adet veri, ölçüm dosyasına yazma (write to measurement file) isimli fonksiyon yardımıyla Labview Data adlı klasörde .lvm uzantılı bir dosya içerisinde sütunlar halinde kaydedildi. Birden fazla deney yapıldığı için bu yolla tüm deneylere ait veriler ayrı ayrı saklandı ve Microsoft Excel kullanılarak her bir deneye ait grafikler kolaylıkla çizdirildi.



Şekil 2.28. Sıcaklık ölçümü yapan Labview programının blok diyagram görüntüsü

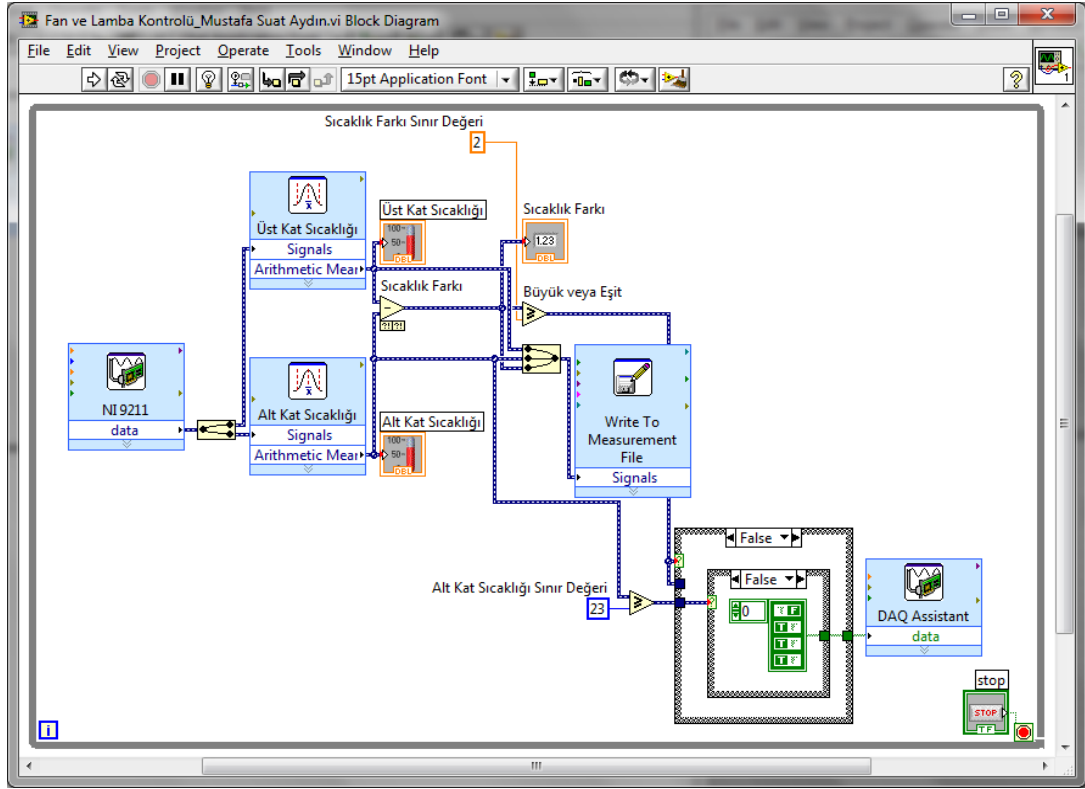




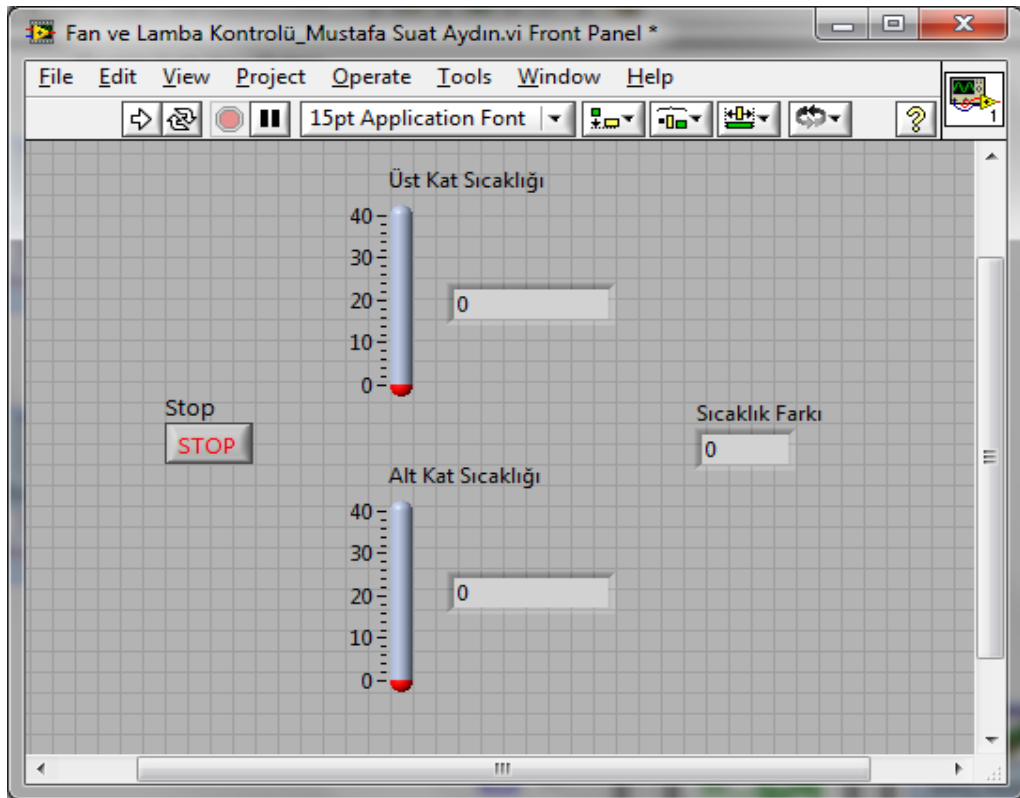
Şekil 2.29. Sıcaklık ölçümü yapan Labview programının ön paneli görüntüsü

## 2.8. Fan ve Isıtıcı Kontrolü Yapan Labview Programı

Dubleks ev modeli üzerinde yaptığımız sıcaklık ölçüm deneylerinden sonra fan ve ısıtıcı kontrolü deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde kullanılan katlar arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak fanı ve alt kat sıcaklık değerine bağlı olarak tüm ısıtıcıları kontrol etmek için yazılan Labview programının blok diyagramının görüntüsü şekil 2.30'da, ön panelinin görüntüsü ise Şekil 2.31'de görülmektedir. Bu program, sıcaklık ölçümü yapmakta kullandığımız programa kontrol fonksiyonlarının eklenmiş hali de denebilir.



Şekil 2.30. Fan ve lamba kontrolü yapan Labview programının blok diyagramı görüntüsü



Şekil 2.31. Fan ve lamba kontrolü yapan Labview programının ön panel görüntüsü

Fan ve model evi ısıtmak için konulan lambaların kontrolünü sağlayan Labview programı, sıcaklık ölçümü yaptığımız programın devamı şeklinde düşünülebilir. Bu programda da yine iki adet K tipi termokupldan alınan sıcaklık verileri ve bu sıcaklıkların farkı kullanılmaktadır.

Çalışmamızın amacı dubleks evlerde katlar arasında oluşan sıcaklık farkını dengelemek olduğu için sıcaklık farkının sayısal değeri fanın kontrolünde, dubleks evlerde insanların çoğunlukla kullandıkları kat olan 1.katın sıcaklık değeri de lambaların kontrolünde kullanılmıştır. Sıcaklık farkı için sınır şartı 2 °C , 1.katın sıcaklık değeri için sınır şartı 23 °C olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan fan NI-USB 9481 röle modülünün 0.kanalına, evi ısıtmada kullandığımız 5 adet 70 W'lık lambalardan bir tanesi röle modülünün 1.kanalına, iki tanesi seri bağlanmış bir şekilde 2.kanalına, kalan iki adet lamba da yine birbirlerine seri olacak şekilde 3.kanalına bağlanmıştır.

Sıcaklık ölçümünde kullanılan, sisteme giriş yapan veri kazanım asistanı gibi ikinci bir DAQ asistanı röle modülünü aktif hale getirmek için dijital çıkış (digital output) verecek şekilde ayarlanıp programa eklenmiştir.

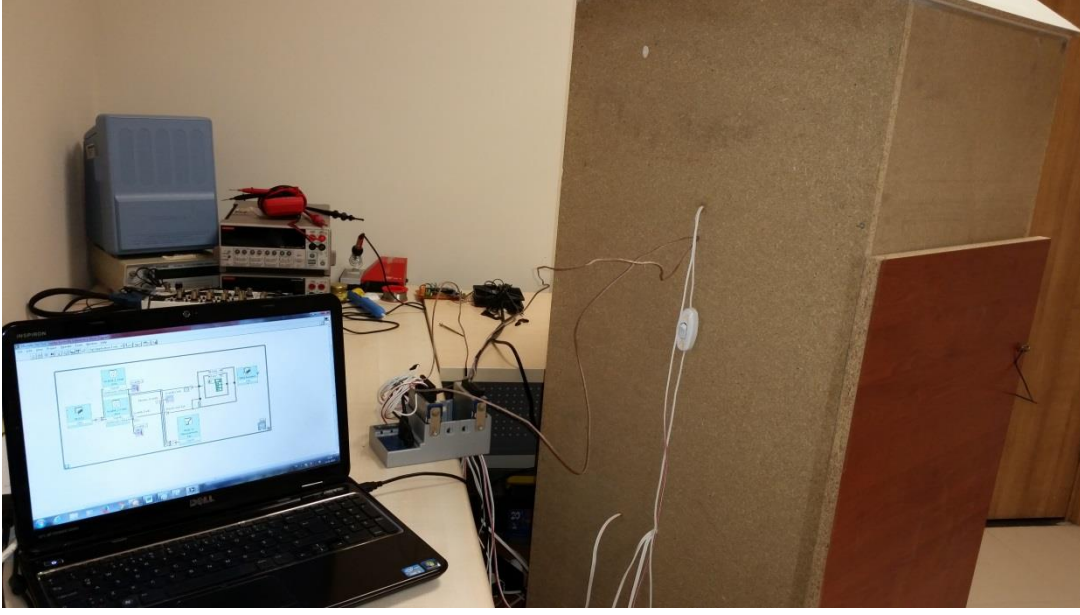
Program şu şekilde çalışmaktadır:

- K tipi termokupllardan NI-USB 9211 üzerinden PC'ye iletilen sıcaklık verileri veri kazanım asistanı vasıtasıyla programa ulaşır.
- Veri kazanım asistanı, sıcaklık verilerini aritmetik ortalama fonksiyonuna iletir.
- Aritmetik ortalama fonksiyonundan çıkan iki farklı sıcaklık değerinin arasındaki fark, fark alma fonksiyonu ile hesaplanır.
- Sıcaklık Farkı ve Alt Kat Sıcaklığı değerleri ayrı ayrı karşılaştırmacı fonksiyondan geçirilir.
- Karşılaştırmacı fonksiyondan çıkan iki adet değer, karar yapısına (case structure) gönderilir.
- İki farklı değere göre kontrol yapıldığı için iki adet karar yapısı kullanılmıştır. Dıştaki karar yapısına Sıcaklık Farkı bağlanır. Şayet Sıcaklık Farkı 2'ye eşit veya 2'den büyükse dıştaki karar yapısının "True" sekmesi

aktifleşir ve “True” sekmesi içindeki karar yapısına bakılır. Eğer Sıcaklık Farkı 2’den küçükse dıştaki karar yapısının “False” sekmesi aktifleşir ve “False” sekmesi içindeki karar yapısına bakılır.

- Dıştaki karar yapısının “True” sekmesi içinde bulunan karar yapısına Sıcaklık Farkı bağlanır. Şayet Sıcaklık Farkı 2’ye eşit veya 2’den büyükse “True” sekmesi aktifleşir ve fanın çalışması için 0.kanaldaki anahtara kapatma sinyali gönderilir. Fan çalışmaya başlayınca üst kattan alt kata sıcak hava transferi olacağı için ısıtmanın çalışmasına ihtiyaç olmayacağından diğer kanallardaki anahtarlara açma sinyali gönderilir ve lambalar söner. Eğer Sıcaklık Farkı 2’den küçükse “False” sekmesi aktifleşir ve 0.kanaldaki anahtara fanın durması için açılma sinyali, lambaların yanması için de diğer kanallardaki anahtarlara kapanma sinyali gönderilir.
- Dıştaki karar yapısının “False” sekmesi içinde bulunan karar yapısına da lambaların fana bağlı şekilde çalışmaması için Alt Kat Sıcaklığı değeri bağlanır. Eğer Alt Kat Sıcaklığı değeri 23’e eşit veya 23’ten büyükse 1,2 ve 3.kanallardaki anahtarlara lambaların kapanması için açılma sinyali gönderilir. Fana ait başka bir şart belirlendiği için fan bu koşuldan etkilenmez. Şayet Alt Kat Sıcaklığı değeri 23’ten küçükse de 1,2 ve 3.kanallardaki anahtarlara lambaların yanması için kapatma sinyali gönderilir.

Bu program sayesinde katlar arasındaki sıcaklık farkı 2 derece gibi makul bir seviyede tutuldu. Alt katın sıcaklığı 23 °C ( $\pm 1$  derece) gibi konfor şartlarına uygun bir seviyede tutulmuş oldu. Alt kat sıcaklığına bağlı olarak ısıtıcı kontrolü de yapıldığı için üst kat sıcaklığı ise, oda sıcaklığı olarak kabul edilen 25°C’de tutulmuştur.



Şekil 2.32. Deneyden bir kare

## 2.9. Fan Kontrolü Yapan PIC Devresi

Labview görselliği ön planda tutan, çok karmaşık işlemleri basit bir şekilde yapma imkânı sunan bir yazılımdır. Ölçme ve enstrümantasyon amaçlı kullanımının yanında kontrol sistemlerinde de kullanılabilirdiği deneylerimiz esnasında tecrübe edilmiştir. Çok kullanışlı bir program olan Labview ve Labview ile uyumlu donanımlar pahalı ürünlerdir. Ayrıca Labview bilgisayardan bağımsız çalışabilen bir yapıda değildir. Bundan dolayı dubleks evler için yapılan sıcaklık kontrol sisteminin daha kullanılabilir bir hale getirilmesi için PIC mikrodenetleyici kullanılarak fan kontrolü yapan bir devre yapılmıştır.

Mikrodenetleyiciye yüklenen program, Microchip firmasının PIC 16F877A entegresi üzerinde, MPLAB IDE v8.56, Hi-Tech Compiler ile derlenmiştir. PIC 16F877A seçilmesinin nedeni ADC (Analog\Digital Converter) modülünün bulunmasıdır. Sensör olarak LM35 sıcaklık sensörleri ve MQ2 gaz sensörü kullanılmıştır.

Sensörlerden analog girişleri okumak için ADCON kaydedicilerini ayarlamak gerekmektedir. Bu kaydedicilerden detaylı bir biçimde bahsetmek yararlı olacaktır.

### 2.9.1. ADCON0 Kaydedicisi

**Adcon,bit0(ADON):** A/D çeviriciyi yetkilendirme bitidir. ADON=1 ise A/D çevirici açıktır ve işlem yapılabilir durumdadır. ADON=0 ise A/D çevirici kapalıdır.

**Adcon,bit2(GO/DONE):** Eğer ADCON biti de 1 ise A/D çevirici statü biti görevini üstlenir. GO/DONE=1 ise A/D çevirici işlem yapıyor demektir. GO/DONE=0 ise A/D çevirici üzerinde herhangi bir işlem yapılmıyordur.

**Adcon,bit3-4-5(CHS0-CH1-CHS2):** A/D çevirici için kanal seçim bitlerini oluşturur. Bu bitlere verilecek değerlerle A/D çevirme için hangi kanalın seçileceği belirlenir. PIC 16F877’de A/D çevirici için 8 kanal mevcuttur. Aşağıda sağdan sola CHO-CH1-CH2’nin bit durumlarına göre seçilen kanallar gösterilmiştir.

000 = kanal 0, (RA0/AN0)

001 = kanal 1, (RA1/AN1)

010 = kanal 2, (RA2/AN2)

011 = kanal 3, (RA3/AN3)

100 = kanal 4, (RA5/AN4)

101 = kanal 5, (RE0/AN5)

110 = kanal 6, (RE1/AN6)

111 = kanal 7, (RE2/AN7)

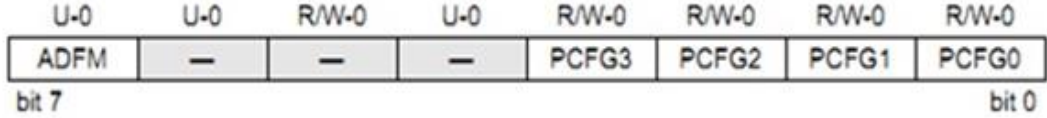
**Adcon,bit6-7(ADCS0-ADCS1):** A/D çevirici için clock frekansı seçim bitleridir.

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0
ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	—	ADON
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0

Şekil 2.33. ADCON0 kaydedicisinin genel yapısı

## 2.9.2. ADCON1 Kaydedicisi

**Adcon1,0:3(PCFG0:PCFG3):** A/D çevirici portunun biçimini düzenlemeyi sağlayan bitlerdir. Yani A/D çevirme işleminde kullanılacak pinlerin nasıl davranacağını belirlememize olanak sağlarlar. Bu bitlerle PORTA ye bağlı kanalların analog veya dijital olma durumları ayarlanır.



Şekil 2.34. ADCON1 kaydedicisinin genel yapısı

**Tablo 2.4.** PCFG3-PCFG2-PCFG1-PCFG0 bitlerinin aldığı değere göre yaptığı işlemler (A: Analog giriş\çıkış, D: Dijital giriş\çıkış)

PCFG3: PCFG0	AN7 RE2	AN6 RE1	AN5 RE0	AN4 RA5	AN3 RA3	AN2 RA2	AN1 RA1	AN0 RA0	VREF+	VREF-	KANAL/ REF
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	8/0
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	VSS	5/0
0111	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	VSS	3/0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	RA3	VSS	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	VDD	VSS	0/0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	6/0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	VSS	5/1
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	4/2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	3/2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	VSS	1/0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	RA3	RA2	1/2

**Adcon1,7(ADFM):** A/D çevirme işlemi esnasında meydana gelen verinin biçimini belirlemeye yarayan bittir. ADFM=1 ise ADRESH kaydedicisinin MSB kısmındaki altı biti 0 kabul edilir ve A/D çevirme sonucunda elde edilen veri ADRESH'in 2 bitlik LSB kısmına ve ADRESL'ye yazılır. ADFM=0 ise ADRESL'nin Lsb kısmındaki 6 biti 0 kabul edilir ve A/D çevirme sonucu elde edilen veri ADRESL'nin son iki bitine ve ADRESH'a yazılır. ADRESH: ADRESL kaydedicileri A/D dönüşümün 10 bit sonucunu kapsar. A/D dönüşümü bittiği zaman, sonuç A/D sonuç kaydedicisinin içine yüklenir.

### 2.9.3. Çalışmada Pinlerin Kullanımı

**Sıcaklık Sensörü:** PIC'te referans gerilimimiz 5V olduğundan dolayı ADC kanalından maksimum 5V okuyabiliriz. Pic bu bilgiyi 10 bitlik bilgiye çevireceğinden dolayı 5V 1023 tam sayısına karşılık gelmektedir (0 da dahil). Buna göre  $5/1023=0,0048=4,88mV$  hassasiyetinden ölçüm yapabileceğimiz anlamına gelir. Bu nedenle a değişkeni tanımlanıp alınan değerler a ile çarpılıp milivolta çevrildi daha sonra da her 10mv 1 derece olduğu için işlem yapılarak dereceye çevrim gerçekleştirildi. ADCON kaydedicileri yukarıda anlatıldığı gibi ayarlandı.

1.sıcaklık sensörü için, RA1 pini ayarlandı,

*ADCON0=0x49; // 01001001 adcon0, 1.sensor için ayarlandı*

*ADCON0=0x4D; // 01001101 adcon0 analog okumayı başlatmak için ayarlandı*

2.sıcaklık sensörü için, RA0 pini ayarlandı,

*ADCON0=0x41; // 01000001 adcon0, 2.sensor için ayarlandı*

*ADCON0=0x45; // 01000101 adcon0 analog okumayı başlatmak için ayarlandı*

**Duman Sensörü:** Duman sensörü için RA5 pini kullanıldı. Alınan analog değer dijital değere çevrildi . ADCON değerleri yukarıda anlatıldığı gibi ayarlandı.

*ADCON0=0x61; // 01100001, adcon0 duman sensörü için ayarlandı*

*ADCON0=0x65; // 01100101, adcon0 analog okumayı başlatmak için ayarlandı*

**Çıkış Pinleri:** Fan çıkışı için RC0 pini seçildi, aynı zamanda kontrol amaçlı RC1 pinine led bağlandı.

### Fan Kontrolü Yapan PIC Programı

Dubleks ev modelimizdeki SHTT girişinde bulunan fanı kontrol etmek için yukarıda anlatılan biçimde, Labview ile yapılan deneylerin sonuçları da göz önünde tutularak PIC programının kodları yazıldı (EK).



PIC 16F877A entegresine yüklenen program şu şekilde çalışmaktadır:

- Biri modelin üst katında çatıya yakın bir yerde, diğeri ise alt katta zemine yakın bir yerde bulunan 2 adet LM35 sıcaklık sensöründen alt ve üst kat sıcaklık değerlerine ait analog veriler ADCON0 kaydedicisinin RA0 ve RA1 pinlerine iletilir.
- Üst katta çatıya yakın bir yere sabitlenen MQ2 gaz sensöründen alınan analog duman verileri ADCON0 kaydedicisinin RA5 pinine iletilir.
- Sensörlerden alınan verilere göre okuma işlemi sürekli yapılır. Analog olarak alınan sıcaklık ve duman verileri Analog/Dijital çevirici yardımıyla dijital veriler haline getirilir.
- Bu işlemin ardından program, üst kattaki sensörden gönderilen sıcaklık değerinden, alt kattaki sensörden alınan alt kat sıcaklık değerini çıkartır ve sıcaklık farkını hesaplar.
- Sıcaklık farkı 2'ye eşit veya 2'den büyük ise ve duman sensörünün okuduğu değer 750'den küçükse (ortamda duman yoksa) fan çalıştırılır ve fanın sıcaklık farkını dengelemesi için 3 saniye beklenir.
- Sıcaklık farkı 2'den küçükse veya duman sensörünün okuduğu değer 750'den büyükse fan durdurulur ve program 5 saniye bekletilir.

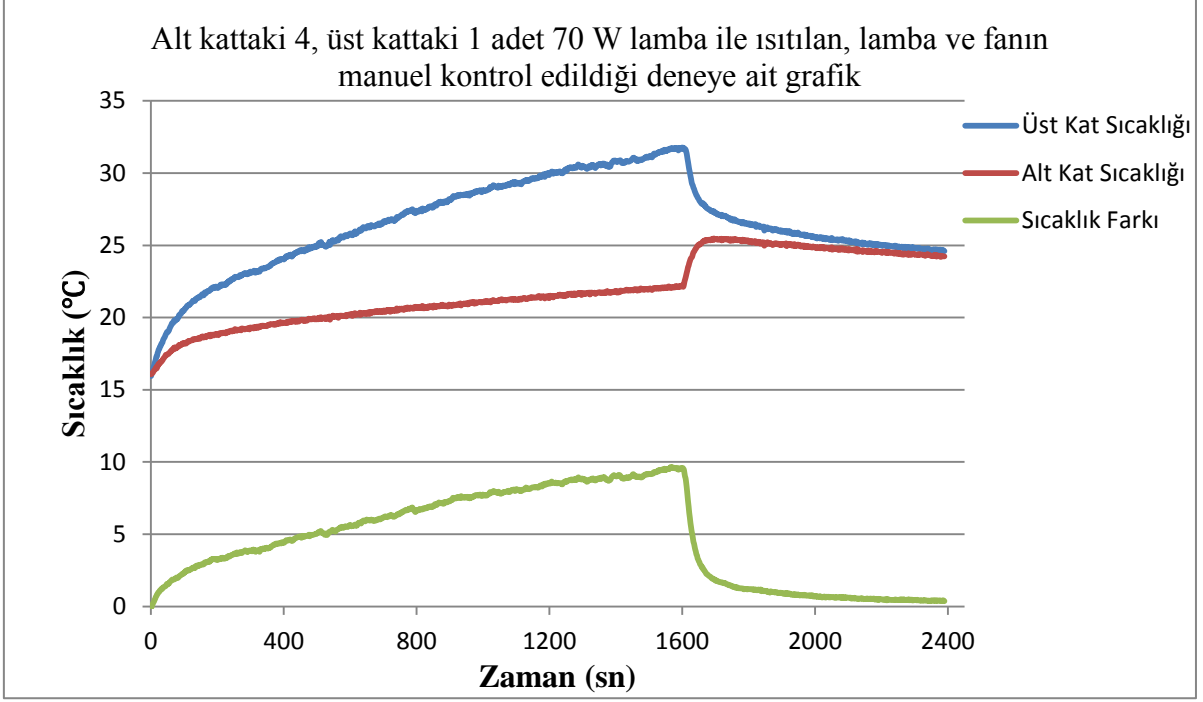
Bu programda program için bekleme (delay) süreleri Labview ile yapılan deney sonuçlarına göre, model dubleks ev için uygun şekilde ortalama değerler olarak yazılmıştır. Ayrıca PIC programı ile kullanımı daha kolay olduğu için 24 V DC gerilim ile çalışan 120x120x25 mm boyutlarında bir fan kullanılmıştır.





### 3. BULGULAR

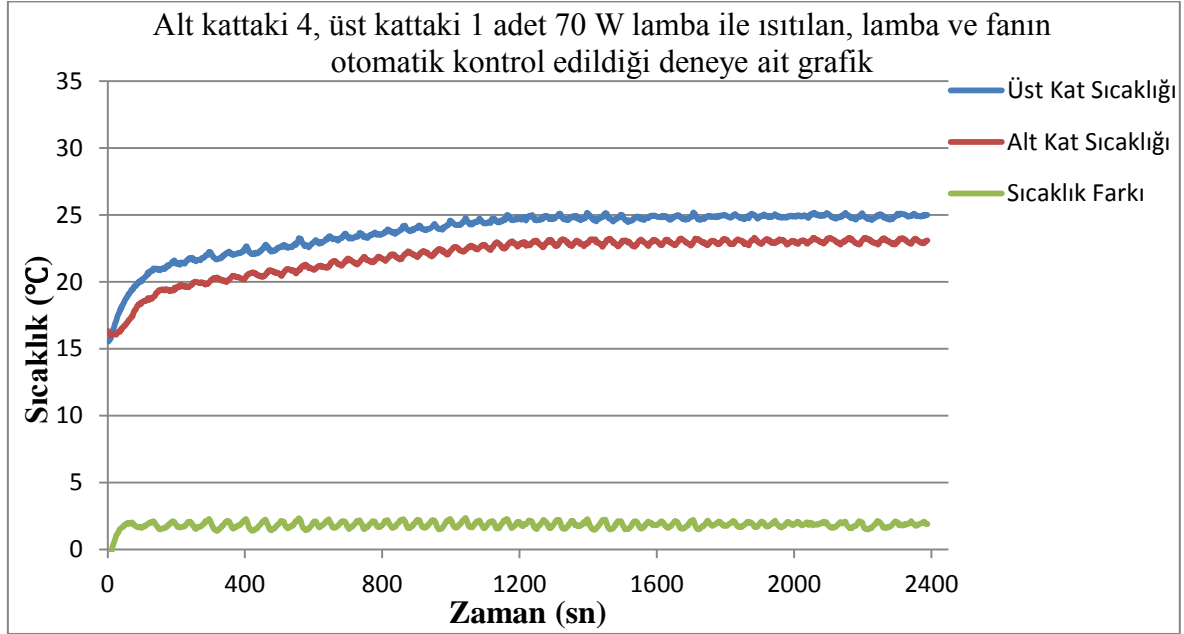
Modelimiz 2 cm kalınlığında suntadan yapıldığı için ve tüm deneyler boyunca çalışma ortamı sıcaklığında tutulmasından dolayı model dışı ısı kaybının az olması sağlandı. Bununla birlikte projemizin çıkış kaynağı olan dubleks evlerdeki katlar arası ısı geçişine müsaade eden boşluk bulunmasından dolayı alt kattaki ısının üst kata yükselmesi (kaçması) tüm deneylerimiz boyunca gözlemlenebilmiştir. Dubleks model evde yapılan tüm deneylerde Labview'de yazılan program kullanılmıştır. Bütün deneylerde ısıtıcı olarak akkor telli lambalar kullanılmıştır. Bilindiği gibi akkor telli lambaların gücünün yaklaşık %98'lik kısmı ısıya dönüşmektedir. Labview ile uyumlu kontrol donanımımızın her bir kanalına maksimum 2 A'lık yükler bağlanabiliyor olmasından dolayı bu lambalardan her bir sürücü hattı için 70 W'lık 6 tane lambaya kadar kullanabilme imkânı sunmasından dolayı bu lambalar ısıtıcı olarak kullanılmıştır. Lambaların ısının büyük bir bölümünü radyasyon yoluyla yaymasından dolayı, sıcaklık ölçer olarak kullanılan termokuplın lambadan yayılan ışığı direk gördüğünde ani ısı artışı algıladığı ön çalışmalarda fark edildi. Bundan dolayı lambalardan çıkan ışığı termokuplın direkt görmemesi için lambalara, ısının sadece yukarı doğru hareket etmesine müsaade eden alüminyum folyodan yapılmış şekil 2.25'teki kılıf kullanılarak termokuplların radyasyon etkisiyle ısınması engellenip model evde radyatörle ısınma etkisi oluşturulmaya çalışıldı. Modelimiz deney boyunca oda ortamında ve sıcaklığında tutulmuştur. Deneylerde kullanılan model üzerine üst kattaki sıcak havanın alt katın zeminine transferine imkân tanıyan bir fan ve Sıcak Hava Transfer Tüneli (SHTT) bulunmaktadır.



**Şekil 3.1.** Modelin (4+1 lamba ile) ısıtılmasıyla birlikte katlar arası sıcaklık farkının oluşması SHTT'nin etkisinin görülmesi

Şekil 3.1'de katlar arası bir bağlantı boşluğu bulunan küçük dubleks ev modelimizde üst katın (bir ısıtıcı) alt kata göre (dört ısıtıcı) daha fazla ısındığını ve rahatlıkla sıcaklık farkının zaman içerisinde nasıl açıldığını gösteren bir deneye ait grafik görülmektedir. Bu deneyde modelin alt katında 4 adet üst katta ise 1 adet 70 watt gücünde akkor telli lamba kullanılmıştır. Bunun sebebi, dubleks evlerde çoğunlukla alt katta üst kata göre daha fazla oda bulunur, dolayısıyla alt kattaki radyatör sayısı üst kattakinden daha fazla olur. Modelimiz deney boyunca oda ortamında ve sıcaklığında tutulduğundan sadece sıcaklığı düşürebilmek ve düşük sıcaklıklarda başlayabilmek için (Ocak ayında yapılan deneyde) deney başlangıcında çalışma odasının pencereleri ve modelin kapağı açık tutularak modelimizin içerisinde sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır. Bu deney alt ve üst kat eşit sıcaklıkta iken başlatılmış ve deneyde uzunca bir süre sıcaklığı kontrol eden hiçbir uygulama yapılmamıştır. Grafikte açıkça görülebilmektedir ki; model kapısı kapatılıp ısıtmaya başlanmasıyla birlikte model içerisinde sıcaklık yükselmeye başlamıştır. Zaman ilerledikçe katlar arası sıcaklık farkı giderek açılmıştır. Alt kat daha yavaş ısınırken üst katın daha hızlı ısındığı kolaylıkla fark edilebilmektedir. Deneyin yaklaşık 1600. saniyesinde alt kattaki sıcaklık yaklaşık 22 °C' ye ulaşmıştır. Bu sürede sıcaklık farkı yaklaşık 10 °C' ye ulaşmış ve üst katta biriken sıcak havanın alt kata transferine imkân

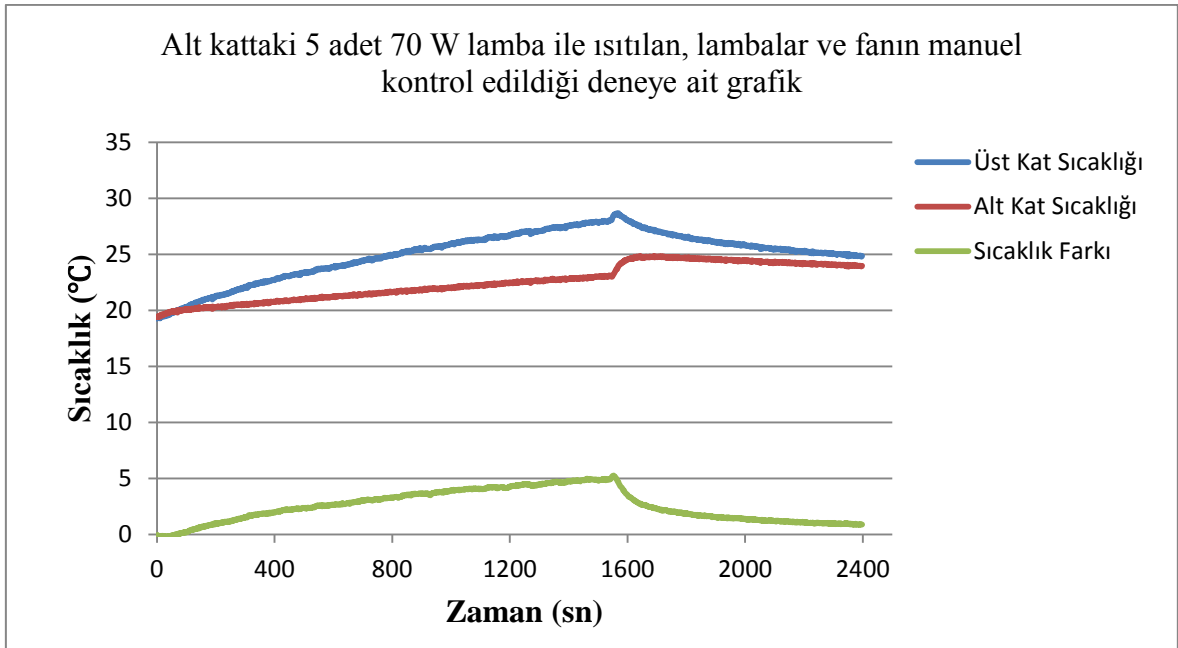
tanıyan SHTT'ye bağlı fan çalıştırılıp ısıtıcılar kapatılmıştır. Fan çalıştırılmasıyla birlikte üst kattaki sıcaklık alt kata transfer edildiğinden dolayı üst kattaki sıcaklık hızla düşerken, alt kattaki sıcaklığın hızla yükseldiği görülmektedir. Fan çalıştırıldıkça sıcaklık farkı giderek azalmış ve fark yaklaşık bir derecenin altına düşmüştür.



**Şekil 3.2.** Isıtıcılar (4+1) ve fanın (SHTT) otomatik kontrol edilmesi ile katlar arası sıcaklık farkının sabit tutulması

Şekil 3.2'de, grafiği Şekil 3.1'de verilen deneydeki gibi modelin alt katında 4 adet, üst katta ise 1 adet 70 watt gücünde akkor telli lamba kullanılmıştır. Modelimiz deney boyunca oda ortamında ve sıcaklığında tutulduğundan sadece sıcaklığı düşürebilmek ve düşük sıcaklıklarda başlayabilmek için (Ocak ayında yapılan deneyde) deney başlangıcında çalışma odasının pencereleri ve modelin kapağı açık tutularak modelimizin içerisinde sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır. Alt ve üst kat eşit sıcaklıkta iken deneye başlanmıştır ve tüm deney boyunca Labview'de yazılan kontrol programıyla ısıtıcılar (alt ve üst kattaki tüm lambalar) ve SHTT'ye bağlı fan otomatik olarak kontrol edilmiştir. Otomatik kontrol programında fanın çalışmasını kontrol etmede kullanılan parametre olan katlar arası sıcaklık farkı için sınır şartı 2°C, ısıtıcıların (lambaların) çalışmasını kontrol etmede kullanılan parametre olan alt kat sıcaklığı değeri (dubleks evlerde gün içinde insanlar tarafından en çok kullanılan bölüm olduğundan) için ise sınır şartı 23°C olarak belirlenmiştir. Program, sıcaklık farkı 2°C ve 2°C'den büyük bir değere ulaştığında fanı çalıştıracak ve fan çalıştığı esnada ısıtıcıları kapatacak (fan çalıştığı üst katta

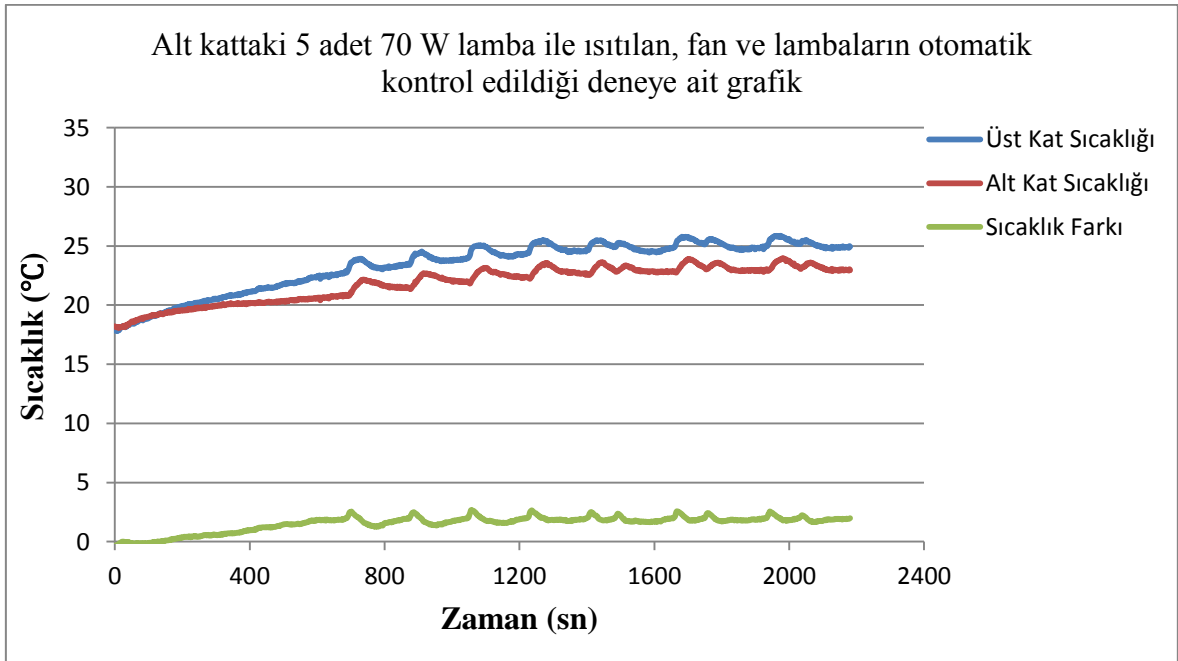
kullanılmayan sıcak hava alt kata transfer edilerek ısıtmada kullanıldığı için) şekilde ayarlanmıştır. Sıcaklık farkının 2°C'den küçük değerleri için program fanı durdurup ısıtıcıları çalıştırmıştır. Ayrıca alt kat sıcaklığı 23°C'yi aştığında sıcaklık farkı ne olursa olsun ısıtıcılar otomatik olarak kapatılmıştır. Grafikte açıkça görülebilmektedir ki; model kapısı kapatılıp ısıtılmaya başlanmasıyla birlikte model içerisinde sıcaklık yükselmeye başlamıştır. Ancak otomatik kontrol programı sayesinde model içindeki sıcaklığın yükselişi deneyin yaklaşık 1200. saniyesine kadar katlar arası sıcaklık farkı belirlenen değerde tutularak kontrollü bir şekilde sürmüştür. 1200. saniyeden sonra, modelin alt ve üst kat sıcaklığının bir dengeye ulaştığı ve yaklaşık hep aynı değerlerde olduğu açıkça görülmektedir.



**Şekil 3.3.** Modelin (5 lamba ile) ısıtılmasıyla birlikte katlar arası sıcaklık farkının oluşması SHTT'nin etkisinin görülmesi

Şekil 3.3'te, katlar arası bir bağlantı boşluğu bulunan küçük dubleks ev modelimizde üst katın (ısıtıcı olmadan) alt kata göre (beş ısıtıcı) daha fazla ısındığını ve rahatlıkla sıcaklık farkının zaman içerisinde nasıl açıldığını gösteren bir deneye ait grafik görülmektedir. Bu deneyde modelin alt katında 5 adet 70 watt gücünde akkor telli lamba kullanılmıştır. Modelin üst katında ise ısıtıcı kullanılmamıştır. Modelimiz deney boyunca oda ortamında ve sıcaklığında tutulduğundan sadece sıcaklığı düşürebilmek ve düşük sıcaklıklarda başlayabilmek için (Ocak ayında yapılan deneyde) deney başlangıcında

çalışma odasının pencereleri ve modelin kapağı açık tutularak modelimizin içerisinde sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır. Bu deney alt ve üst kat eşit sıcaklıkta iken başlatılmış ve deneyde uzunca bir süre sıcaklığı kontrol eden hiçbir uygulama yapılmamıştır. Isıtıcıların ve fanın kontrolü manuel olarak yapılmıştır. Grafikte açıkça görülebilmektedir ki; model kapısı kapatılıp ısıtılmaya başlanmasıyla birlikte model içerisinde sıcaklık yükselmeye başlamıştır. Zaman ilerledikçe katlar arası sıcaklık farkı üst katta ısıtıcı bulunmamasına rağmen giderek açılmıştır. Alt kat daha yavaş ısınırken (üst katta ısıtıcı bulunan deneydeki kadar hızlı olmasa da) üst katın alt kata göre daha hızlı ısındığı kolaylıkla fark edilebilmektedir. Deneyin yaklaşık 1500. saniyesinde alt kattaki sıcaklık yaklaşık 23 °C'ye ulaşmıştır. Bu sürede sıcaklık farkı yaklaşık 4,8 °C'ye ulaşmış ve üst katta biriken sıcak havanın alt kata transferine imkân tanıyan SHTT'ye bağlı fan çalıştırılmıştır. Aynı anda fanın etkisini daha iyi görebilmek için ısıtıcılar kapatılmıştır. Fan çalıştırılmasıyla birlikte üst kattaki sıcaklık alt kata transfer edildiğinden dolayı üst kattaki sıcaklık hızla düşerken alt kattaki sıcaklık hızla yükseldiği görülmektedir. Fan çalıştırıldıkça sıcaklık farkı giderek azalmış ve fark yaklaşık 1 °C'nin altına düşmüştür.

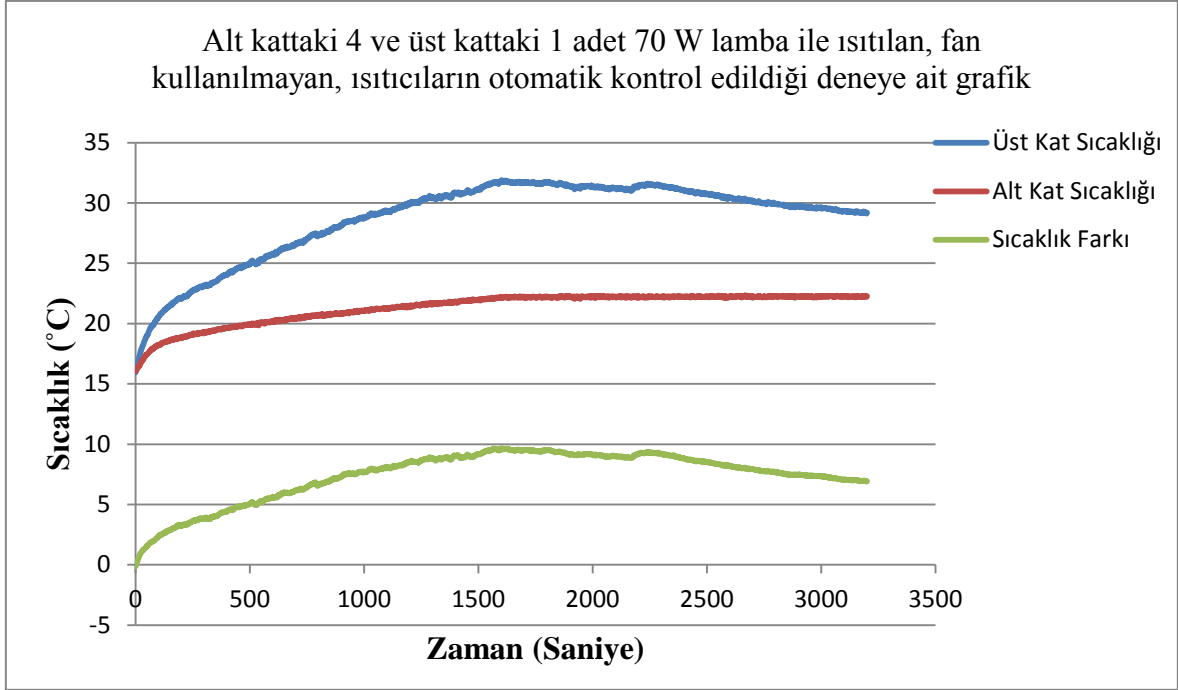


**Şekil 3.4.** Isıtıcılar (5) ve fanın (SHTT) otomatik kontrol edilmesi ile katlar arası sıcaklık farkının sabit tutulması

Şekil 3.4'te grafiği bulunan deney, tüm ısıtıcılar alt katta bulunduğu otomatik kontrol programının sıcaklık farkına ve katlara ait sıcaklık değerlerine etkisini görmek için yapılmıştır. Modelin alt katında 5 adet 70 W gücünde akkor telli lamba kullanılmıştır. Üst



katına ise ısıtıcı konulmamıştır. Modelimiz deney boyunca oda ortamında ve sıcaklığında tutulduğundan sadece sıcaklığı düşürebilmek ve düşük sıcaklıklarda başlayabilmek için (Ocak ayında yapılan deneyde) deney başlangıcında çalışma odasının pencereleri ve modelin kapağı açık tutularak modelimizin içerisinde sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır. Alt ve üst kat eşit sıcaklıkta iken deneye başlanmıştır ve tüm deney boyunca Labview'de yazılan kontrol programıyla ısıtıcılar (alt kattaki tüm lambalar) ve SHTT'ye bağlı fan otomatik olarak kontrol edilmiştir. Otomatik kontrol programında fanın çalışmasını kontrol etmede kullanılan parametre olan katlar arası sıcaklık farkı için sınır şartı 2°C, ısıtıcıların (lambaların) çalışmasını kontrol etmede kullanılan parametre olan alt kat sıcaklığı değeri (dubleks evlerde gün içinde insanlar tarafından en çok kullanılan bölüm olduğundan) için ise sınır şartı 23°C olarak belirlenmiştir. Program, sıcaklık farkı 2°C ve 2°C'den büyük bir değere ulaştığında fanı çalıştıracak ve fan çalıştığı esnada ısıtıcıları kapatacak (fan çalıştığı üst katta kullanılmayan sıcak hava alt kata transfer edilerek ısıtmada kullanıldığı için) şekilde ayarlanmıştır. Sıcaklık farkının 2°C'den küçük değerleri için program fanı durdurup ısıtıcıları çalıştırmıştır. Ayrıca alt kat sıcaklığı 23°C'yi aştığında sıcaklık farkı ne olursa olsun ısıtıcılar otomatik olarak kapatılmıştır. Grafikte açıkça görülebilmektedir ki; model kapısı kapatılıp ısıtılmaya başlamasıyla birlikte model içerisinde sıcaklık yükselmeye başlamıştır. Ancak otomatik kontrol programı sayesinde model içindeki sıcaklığın yükselişi deneyin yaklaşık 1300. saniyesine kadar katlar arası sıcaklık farkı belirlenen değerde tutularak kontrollü bir şekilde sürmüştür. 1300. saniyeden sonra, modelin alt ve üst kat sıcaklığının bir dengeye ulaştığı ve yaklaşık hep aynı değerlerde olduğu açıkça görülmektedir. Şekil 3.4 ile şekil 3.2 incelendiğinde iki deney arasında garip bir farklılık olduğu gözlemlendi. Şekil 3.4'teki deneyde, yaklaşık 700. saniyede fan çalıştırıldığında üst katın sıcaklığının Şekil 3.2'deki gibi düşmeye başlaması gerekirken ani ve kısa bir yükselme gözlemlenmiştir. Üst kattaki sıcaklık transfer edilmesine rağmen ani bir yükseliş görülmesinin nedeni, alt katın tavanında asılı bulunan 5 adet lambanın etrafında birinci katın tavan bölümünde biriken havanın hali hazırda alt katta bulunan sensör tarafından da ölçülememesidir. Ölçülemeyen ama var olan bu sıcaklık, fanın çalıştırılmasıyla yukarı bölüme transfer edildiği için, üst katta sıcaklığın ani olarak yükseldiği ve bundan dolayı üst kattaki sıcaklık değerinde kısa süreli ani bir yükselme olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.5. Isıtıcılar (4+1) otomatik kontrol edilerek alt kat sıcaklığının sabit değerde tutulması

Şekil 3.5'te grafiği bulunan deney, fan kullanılmadan sadece ısıtıcı kontrolü yapıldığında oluşacak durumu gözlemlemek için yapılmıştır. Modelin alt katında 4, üst katında ise 1 adet 70 W gücünde akkor telli lamba kullanılmıştır. Modelimiz deney boyunca oda ortamında ve sıcaklığında tutulduğundan sadece sıcaklığı düşürebilmek ve düşük sıcaklıklarda başlayabilmek için (Ocak ayında yapılan deneyde) deney başlangıcında çalışma odasının pencereleri ve modelin kapağı açık tutularak modelimizin içerisinde sıcaklığın düşmesi sağlanmıştır. Alt ve üst kat eşit sıcaklıkta iken deneye başlanmıştır ve tüm deney boyunca Labview'de yazılan kontrol programıyla ısıtıcılar (alt kattaki tüm lambalar) otomatik olarak kontrol edilmiştir. Tüm deney boyunca fan hiç çalıştırılmamıştır. Bu deney sonuçlarına göre yapılacak hesaplamalar şekil 3.1'de grafiği bulunan deney sonuçları ile kıyaslanacağı için programda ısıtıcı kontrolü için kullanılan parametrenin (Alt Kat Sıcaklığı) sınır şartı 22,2°C olarak belirlenmiştir. Grafikte açıkça görülebilmektedir ki; model kapısı kapatılıp ısıtılmaya başlanmasıyla birlikte model içerisinde sıcaklık yükselmeye başlamıştır. Şekil 3.1'de grafiği görülen, aynı şartlarda yapılan deneydekine benzer biçimde deneyin yaklaşık 1600. saniyesinde alt kat sıcaklığı 22,2 °C'ye ulaşmıştır. Aynı anda katlar arası sıcaklık farkının yaklaşık 9,5 °C olduğu görülmektedir. Bu andan itibaren ısıtıcı kontrolü devreye girmiş ve alt kat sıcaklığı 22,2 °C'de tutulmuştur. Ancak deney sırasında fan hiç kullanılmadığı için katlar arasında sıcaklık farkı oluşumuna engel olunamamıştır.

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Şekil 3.1’de yapılan deney sonuçlarından açıkça görülebilmektedir ki; içten hava akışına müsaade eden dubleks ev modelimizde, ısıtmanın başlamasıyla birlikte üst kat daha hızlı ısınırken alt katın daha yavaş ısındığı gözlemlenmiştir. Alt kat sıcaklığı oturma odası için önerilen sıcaklık olan 22°C ‘ye ulaşana kadar fan çalıştırılmamıştır. Böylece fan çalışmadan önce katlar arası sıcaklık farkının ne seviyelere ulaştığı görülebilmiş oldu. Fanın çalıştırılmasıyla birlikte üst katta biriken fazla ısı SHTT yardımıyla alt kata transfer edilmeye başlayınca üst katın rahatsız edici fazla sıcaklığı birden azalmaya başlamış, bu esnada alt kattaki sıcaklık hızla yükselmiştir. Zaman geçtikçe sıcaklık farkı azalmıştır. Fanın çalıştırılmasıyla birlikte ısıtıcıların kapalı duruma getirilmesi ise, üst kattan alt kata transfer edilen sıcak havanın alt kat sıcaklığı üzerindeki etkisinin net bir şekilde görülmesini sağladı. Bu sonuç içten merdivenli dubleks evlere SHTT yerleştirilmesiyle nasıl bir sonuç elde edilebileceğini göstermiş oldu.

Şekil 3.2’de grafiği görülen deney sonuçları göstermiştir ki; dubleks ev modeli içinde ısıtmanın başlamasıyla birlikte alt ve üst kat sıcaklığı, programda belirlendiği üzere sıcaklık farkı 2°C’yi geçmeden kontrollü bir biçimde yükselmiştir. Bunun yanında insanların gün içinde vakitlerinin çoğunu geçirdiği alt katın sıcaklık değerinin ısı konfor şartlarına uygun (23°C) bir sıcaklık değerinde, benzer şekilde üst katın sıcaklığının da 25 °C’yi geçmediği açıkça görülmektedir. Konfor şartlarının sağlanmasına ek olarak önemli bir oranda enerji tasarrufu da sağlanmıştır. Şöyle ki; normal şartlarda üst katta biriken ve kullanılmayan sıcak hava kütlesi, fan yardımıyla SHTT üzerinden alt kata transfer edilerek ısıtmada kullanılmıştır. Ayrıca sıcak havanın alt kata transferi esnasında ve alt kat sıcaklığının 23°C’yi geçtiği durumlarda ısıtıcıya ihtiyaç duyulmadığı için ısıtıcılar kapatılmıştır.

Şekil 3.3’de yapılan deney sonuçlarından anlaşılacağı üzere; katlar arasında hava akışı için boşluk bulunan modelimizde, ısıtma işleminin başlamasından itibaren üst katta ısıtıcı bulunmamasına rağmen üst katın alt kata göre daha hızlı ısındığı gözlemlenmiştir. Alt kat sıcaklığı kış aylarında konforlu bir ortam için uygun olan 23 °C’ye ulaşınca kadar fan çalıştırılmamıştır. Böylece üst katta ısıtıcı olmamasına rağmen fan çalıştırılmadan önce katlar arası sıcaklık farkının hangi değerlere ulaşabileceği görülmüş oldu. Fanın çalıştırılmasıyla birlikte üst katta biriken fazla ısı SHTT yardımıyla alt kata transfer edilmeye başlayınca üst katın rahatsız edici fazla sıcaklığı birden azalmaya başlamış, bu

esnada alt kattaki sıcaklık hızla yükselmiştir. Böylece fanın üst kattaki sıcak havayı SHTT üzerinden alt kata transfer etmesiyle, ısıtıcıların kapalı olduğu bir durumda üst katta biriken gereksiz sıcak hava kütesinin alt kat sıcaklığını nasıl arttırdığı gözlemlenmiştir.

Şekil 3.4'te grafiği görülen deneyde elde edilen sonuçlara göre, içten hava akışına müsaade eden dubleks ev modelimizde, Şekil 3.2'de grafiği görülen deneydekine benzer şekilde ısıtmanın başlamasıyla birlikte alt ve üst kat sıcaklığı, programda belirlendiği üzere sıcaklık farkı  $2^{\circ}\text{C}$ 'yi geçmeden kontrollü bir biçimde yükselmiştir. Bunun yanında insanların gün içinde vakitlerinin çoğunu geçirdiği alt katın sıcaklık değerinin ısı konfor şartlarına uygun bir sıcaklık değerinde ( $23^{\circ}\text{C}$ ), benzer şekilde üst katın sıcaklığının da kabul edilebilir oda sıcaklığı limitleri arasında kalan  $25^{\circ}\text{C}$ 'de tutulduğu açıkça görülmektedir. Konfor şartlarının sağlanmasına ek olarak önemli bir oranda enerji tasarrufu da sağlanmıştır. Şöyle ki; normal şartlarda üst katta biriken ve kullanılmayan sıcak hava kütesi, fan yardımıyla SHTT üzerinden alt kata transfer edilerek ısıtmada kullanılmıştır. Ayrıca sıcak havanın alt kata transferi esnasında ve alt kat sıcaklığının  $23^{\circ}\text{C}$ 'yi geçtiği durumlarda ısıtıcıya ihtiyaç duyulmadığı için ısıtıcılar kapatılmıştır.

Şekil 3.5'te grafiği görülen deney sonuçları göstermiştir ki; içten ısı transferine müsaade eden dubleks ev modelimizde, ısıtma başlamasıyla birlikte deneyin 1600.saniyesine kadar alt ve üst kat sıcaklığı düzenli olarak artmıştır. Fan kullanılmadığı için üst kat daha fazla ısınmıştır. Deneyin 1600.saniyesinden sonra alt kat sıcaklık değerine bağlı olarak devreye giren kontrol programı sayesinde alt kat sıcaklığı sabit kalmış, üst kat sıcaklığı belli bir süre arttıktan sonra bir miktar azalmıştır. Bu azalmanın sebebi, ısıtıcı olarak lamba kullanıldığından, ısıtıcı kontrolü sırasında lambalar çok kısa süreli aç/kapa şeklinde çalıştırılmıştır ve lambaların o kısa süreli çalışmalarda bir saç kurutma makinesi gibi bir anda büyük miktarda ısı verememesidir. Bu deney, anlık ısı verme kapasitesi fazla olan bir ısıtıcı ile yapılsaydı, fan devrede olmadan sadece ısıtıcı kontrolü yapılsa bile sıcaklık farkının devamlı artmaya devam ettiği görülecekti. Ancak yine de sıcaklık farkı, deney sonunda  $7^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülmüştür.

Tüm deneylerin sonuçlarına göre kısa bir ekonomik analiz yapılabilir. Şöyle ki; şekil 3.5'teki grafiğe bakıldığında alt kat sıcaklığı  $22,2^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaştıktan sonra ısıtıcılar kontrol edilmiş ve sıcaklık sabit tutulmuştur. Bu işlem yaklaşık 1600 saniye sürmüştür. 1600 saniye boyunca alt kat sıcaklığı sabit tutulurken 5 adet 70 W lambanın harcadığı elektrik enerjisi 0,06 kWh'dir. Bu 1600 saniyelik sürede SHTT kullanılarak üst kattaki

sıcak hava alt kata transfer edilseydi ve fan 1600 saniye çalıştırılırdı harcayacağı enerji 0,0085 kWh olacaktı. Görüldüğü üzere lambaların harcadığı enerji, fanın harcadığının 7,06 katıdır.

Sadece sıcaklık kontrolü ile alt kat sabit bir sıcaklık değerinde tutulabilmektedir. Ancak fan etkisi olmadığından üst katta kullanılmayan bir sıcak hava kütlesi birikmeye devam etmektedir. SHTT yardımıyla rahatsız edici bu etkinin ortadan kaldırılabilirdiği, bunun yanında büyük miktarda enerji tasarrufu yapıldığı kanıtlanmış oldu.

Ayrıca Şekil 3.1'deki grafiğe göre, fan çalıştırılana kadar (Alt katın sıcaklığı 22,2°C'ye ulaşana kadar) geçen süre yaklaşık 1600 saniyedir. 1600 saniye boyunca yalnızca 5 adet 70 W gücünde lamba çalışmış ve lambaların ısıtmada harcadığı elektrik enerjisi 0,0156 kWh'dir. Şekil 3.2'deki grafik incelediğinde görülüyor ki, fan ve ısıtıcının otomatik kontrol edildiği deneyde alt kat sıcaklığı deneyin yaklaşık 870.saniyesinde 22,2 °C'ye ulaşmıştır. Bu süre boyunca fan 212,8, lambalar ise 605,8 saniye açık kalmıştır ve harcanan toplam elektrik enerjisi 0,06 kWh olmuştur. Herhangi bir kontrol yapılmaksızın yapılan ısıtmada harcanan enerjinin, otomatik kontrol ile yapılan ısıtmada harcanan enerji miktarının 2,6 katı olduğu hesaplanmıştır. Dolayısıyla dubleks evlerde sıklıkla kullanılan bölüm olan alt katın normal bir sıcaklık değerine (22°C) ulaşması için otomatik kontrol sistemi ile yapılan enerji tasarrufu açıkça görülmektedir.

Yapılan tüm deneyler, elde edilen grafikler ve yapılan analizler göstermiştir ki, çalışmanın başında öngörüldüğü gibi içten merdivenli iki katlı evlerde (dubleks) katlar arasında konfor şartlarını olumsuz yönde etkileyecek sıcaklık farkları oluşmaktadır. Bir evin toplam enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümü, özellikle soğuk bölgelerde, ısıtmada kullanıldığı için bu konuda sağlanacak bir miktar tasarruf hem evin ekonomisine hem de ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayacaktır. Dubleks evlerdeki ısınma sorununun çözümü için yapılan model üzerinde uygulanan otomatik kontrol sistemi, bozulan ısı konfor şartlarını düzeltmede ve gereksiz enerji sarfiyatını engelleyerek tasarruf sağlanmasında başarılı olmuştur.

## 5. ÖNERİLER

Deneysel çalışmalar sonucunda görüldü ki; bilimsel literatürde belirtilmemiş olmasına rağmen, gerçekten içten merdivenli dubleks evlerde alt kat ile üst kat arasındaki sıcaklık farkı çok yüksek düzeydedir. Bu çalışmayla, alt katta ısınan hava kütlelerinin merdiven boşluğundan üst kata transferinin bu duruma sebep olduğu bilimsel olarak ispatlanmış oldu. Türkiye’de yaygın olarak kullanılan içten merdivenli dubleks evlere ait ısı dağılımının kontrol edilmesi gereken bir konu olduğu görülmektedir. Özellikle Türkiye’de yaşayan bilim adamlarının bu soruna alternatif çözüm önerileri getirmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın yapılmış olması, bilim insanları için yeni bir çalışma alanı açılmasına yardımcı olacaktır. Özellikle enerji tasarrufunun çok önemli olduğu günümüzde, ısınma sorununa çözüm üreten basit yöntemlerin bulunması ve uygulamaya konulması gerekmektedir.

Bu çalışma ile içten merdivenli dubleks evlerin en önemli sorunu olan ev içi dengesiz sıcak hava dağılımı problemine otomatik kontrollü SHTT yöntemiyle çözüm üretilmiştir. Bu yöntem, hali hazırda yapılmış yapılara monte edilebileceği gibi bundan sonra yapılacak dubleks evlere de uygulanabilir. Bu yöntemin montajı mimari açıdan daha kullanışlı evlerin yapımını sağlayacaktır.

Bu çalışmamızda fan kontrolü yapan bir PIC devresi yapılarak önerilen yöntem ucuz ve pratik bir şekilde dubleks evlere uygulanabilir hale getirildi. Bu devreye duman sensörünün yerleştirilmesi unutulmamalıdır. Bir yangın durumunda duman sensörü devreyi keserek fanın çalışmasını durduracaktır. Çünkü bir yangın durumunda yukarıda biriken dumanın alt kata gönderilmesi başka sorunlar doğuracaktır.

Otomatik kontrollü SHTT yöntemi ısınmada çok büyük tasarruflar sağlayan maliyeti çok ucuz uygulanabilir bir yöntemdir. Büyük enerji tasarrufu sağladığı için ülke geneline yaygınlaştırılması gereken bir yöntem olup özellikle de fanın ve ısıtıcıların kontrolünün insandan bağımsız bir şekilde otomatik olarak yapılması kullanım kolaylığı açısından çok önemlidir.

## KAYNAKLAR

- Dilmaç, Ş.**, 1999. Çift duvar arası ısı yalıtımı ve ülkemizdeki sorunları, *Tuğla ve Kiremit Endüstrisi*, **2(8)**, 8-16.
- Aydın, İ.**, 2010. Binalarda uygulanan ısı yalıtım sistemlerinin karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Eriç, M.**, 2002. Yapı Fiziği ve Malzemesi 2, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Keskinkol, M.**, 2007. Isı yalıtımında unutulmaması gerekenler, *İzolasyon Dünyası*, **63**, 52-53.
- Şeremet, M.F.**, 2012. Binalarda ısıtma enerjisi ihtiyacının dinamik analiz yöntemi ile hesaplanması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Koca, A.İ.**, 2011. Duvardan, yerden, tavandan ısıtma soğutma panellerinin geliştirilmesi performans analizleri ve örnek bir oda modellenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Riederer, P.**, 2002. Thermal room modelling adapted to the test of HVAC control systems, *PhD Thesis*, Ecole des Mines de Paris.
- Yüce, A.**, 2011. Labview ile endüstriyel sıcaklık ölçme ve kontrol sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ünsaçar, F. ve Eşme, E.**, 2009. Grafiksel Programlama Dili LabVIEW, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Berber, E.**, 2008. Mikrodenetleyicili endüstriyel otomatik sıcaklık ölçüm ve kontrol sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yüklü, N.**, 2006. PIC mikrodenetleyici ile kapalı ortamda sıcaklık ve nem kontrolü, *Yüksek Lisans Tezi*, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- URL-1**, 2015. <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Enerji-Verimliliği> Enerji Verimliliği. 18.01.2015.
- URL-2**, 2015. <http://www.orionheating.co.uk/accessories/stove-fans/> Stove Fans. 01 Ocak 2015.
- URL-3**, 2015. <http://www.stovesonline.co.uk/stove-heat-distribution.html> Moving wood burning stove heat through your house. 01 Ocak 2015.
- URL-4**, 2014. [http://forum.donanimhaber.com/m\\_60190800/tm.htm](http://forum.donanimhaber.com/m_60190800/tm.htm) Dupleks ya da çatı katında oturan var mı? 25 Eylül 2014.
- URL-5**, 2014. [http://www.e3tam.com/destek/Algılayicilar\\_\(Sensors-Transducers\).htm](http://www.e3tam.com/destek/Algılayicilar_(Sensors-Transducers).htm) Sensors and Transducers. 15 Eylül 2014.

**URL-6**, 2014. <http://www.e3tam.com/temsilcilikler/ni/labview.htm> Labview. 15 Eylül 2014.

**URL-7**, 2014. <http://www.elimko.com.tr/files/termoGenelBilgi> Termokupllarla ilgili genel bilgiler. 11 Kasım 2014.

**URL-8**, 2014. <http://www.microchip.com/PIC16F877A>. 11 Kasım 2014.

**URL-9**, 2014. [www.national.com](http://www.national.com) LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors Datasheet. 11 Kasım 2014.

**URL-10**, 2015. <http://www.hwsensor.com> MQ2 Gas sensor. 01.01.2015.



## EKLER

```
#include<htc.h>
#include "delay.h" // delay header file eklendi

WDTE_OFF; // watchdog timer kapandı
__CONFIG(0x3B31); //sigorta ayarları yapılıyor

void main(void)
{
    const float a=5000.0/1024.0; // Sıcaklık sensörleri için hassasiyet katsayısı
    float mV,derece,mV2,derece2,fark,duman,son,data,dereceilk,dereceiki; // değişkenler
    tanımlanıyor
    float sicaklik,sicaklik2; // değişkenler tanımlanıyor
    int i=0;

    TRISA=0xFF; //PORTA giriş yapılıyor
    TRISB=0x00; //PORTB çıkış yapılıyor
    TRISC=0x00; //PORTC çıkış yapılıyor
    PORTC=0x00;

    ADCON1=0x8C; // 10001100 adcon1 configure edildi

    for(;;){ //sonsuz döngü

//DumanSensoru
*****
*
    data=0;
    for(i=0;i<10;i++)
    {
        ADCON0=0x61; // 01100001, adcon0 configure edildi
        ADCON0=0x65; // 01100101, adcon0 çevrimi başladı

        while((ADCON0&4)!=0); // çevrimin bitmesi bekleniyor

        duman=ADRESH; //yüksek değerlikle bitler alınıyor
        duman=256*duman+ADRESL; //ham bilgi elde ediliyor
        data=data+duman; // Analog input girişinden değer 10 sefer alınarak toplandı
    }
    data=data/10; // Toplanan 10 analog input değerinin ortalaması alınarak, ortamdaki duman
    hakkında net bilgi elde edildi

    i=0; // i değişkeni sıfırlandı

    // 1. Sıcaklık Sensoru
    dereceilk=0; // dereceilk değişkeni sıfırlandı

    for(i=0;i<10;i++)
    {
        ADCON0=0x49; // 01001001 adcon0, 1.sensor için configure edildi
        ADCON0=0x4D; // 01001101 adcon0 analog okumayı başlatmak için configure
    }
    edildi
}
```

```

while((ADCON0&4)!=0); //çevrimin bitmesi bekleniyor

sicaklik=ADRESH; //yüksek değerlikle bitler alınıyor
sicaklik=256*sicaklik+ADRESL; //ham bilgi elde ediliyor
mV=sicaklik*a; //ham bilgi mV ye çevriliyor
derece=mV/10.0; // mv dereceye çevriliyor. her 10mv 1 derece
dereceilk=dereceilk+derece; // Analog girişden alınan 10 derece değeri toplanıyor
}
dereceilk=dereceilk/10; // Toplanan derece değerlerinin ortalaması alınarak ilk sensorun net
derece bilgisi elde ediliyor.

// 2. Sıcaklık Sensörü
i=0; // i değişkeni sıfırlandı
dereceiki=0; // dereceiki değişkeni sıfırlandı

for(i=0;i<10;i++)
{
    ADCON0=0x41; // 01000001 adcon0, 2.sensor için configure edildi
    ADCON0=0x45; // 01000101 adcon0 analog okumayı başlatmak için configure
edildi
    while((ADCON0&4)!=0); //çevrimin bitmesi bekleniyor
    sicaklik2=ADRESH; //yüksek değerlikle bitler alınıyor
    sicaklik2=256*sicaklik2+ADRESL; //ham bilgi elde ediliyor
    mV2=sicaklik2*a; //ham bilgi mV ye çevriliyor
    derece2=mV2/10.0; //mv dereceye çevriliyor her 10mv 1 derece
    dereceiki=dereceiki+derece2; // Analog girişden alınan 10 derece değeri toplanıyor
}
dereceiki=dereceiki/10; // Toplanan derece değerlerinin ortalaması alınarak ilk sensorun net
derece bilgisi elde ediliyor.

// Sıcaklık farkı
fark=dereceilk-dereceiki; // fark = sıcaklık farkı
if(fark<0) // farkın negatif olması durumunda pozitif yapılıyor
    fark=fark*-1;

// Fan

if((fark>=2)&&(data<750)) // eğer sıcaklık farkı 2'e eşit ya da büyükse, aynı zamanda
ortamda duman yoksa fanı çalıştır, ledi yak.
{
    PORTC=0x03;
    DelayMs(3000); //3000ms bekle
}
else // sıcaklık farkı 2'den küçük ise yada ortamda duman varsa fanı durdur, ledi söndür.
{
    PORTC=0x00;
    DelayMs(5000); //5000ms bekle
}
}
}

```

## ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Suat Aydın, 04 Nisan 1990 tarihinde Giresun'da doğdu. İlköğrenimini Güce İlköğretim okulunda, 2004 yılında tamamladı. Lise öğrenimini Tirebolu Anadolu Lisesi'nde tamamlayarak aynı yıl içerisinde Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2012 yılında yükseköğrenimini tamamlayan Mustafa Suat AYDIN, yine aynı yıl içerisinde Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü'nde lisansüstü eğitimine başladı. 2014 yılında Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı.