



**KLİMA İÇ ÜNİTE EŞANJÖRÜ ÜZERİNDE OLUŞAN YOĞUŞMA
SUYUNUN DIŞ ÜNİTE EŞANJÖRÜNE AKTARILMASININ
PERFORMANSA OLAN ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK
İNCELENMESİ**

Abdulkadir ŞENER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM 2020

Abdulkadir ŞENER tarafından hazırlanan “KLİMA İÇ ÜNİTE EŞANJÖRÜ ÜZERİNDE OLUŞAN YOĞUŞMA SUYUNUN DIŞ ÜNİTE EŞANJÖRÜNE AKTARILMASININ PERFORMANSA OLAN ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Halil İbrahim VARİYENLİ

Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Doç. Dr. Mustafa Bahadır ÖZDEMİR

Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ataollah KHANLARI

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Türk Hava Kurumu Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 27/10/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın YÜKSEK LİSANS TEZİ olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Cevriye GENCER

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Abdulkadir ŞENER

27/10/2020

KLİMA İÇ ÜNİTE EŞANJÖRÜ ÜZERİNDE OLUŞAN YOĞUŞMA SUYUNUN DIŞ
ÜNİTE EŞANJÖRÜNE AKTARILMASININ PERFORMANSA OLAN ETKİSİNİN
DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Abdulkadir ŞENER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ekim 2020

ÖZET

Klimalar, soğutma modunda çalıştırıldığında dış ünite serpantini içerisinde bulunan R410A soğutucu akışkanı mekanik soğutma çevrimine göre yoğunlaşarak sıvı hale dönüşür. Sistem içerisinde bulunan soğutucu akışkan, kompresör tarafından daha fazla sıkıştırılarak dış ortam sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklığa getirilir. Bu da klimaların yaz aylarında özellikle sıcaklıkların yüksek olduğu Güneydoğu, Akdeniz ve Ege Bölgelerimizde daha fazla elektrik tüketimi yapmaktadır. Bu çalışmamızda özel olarak imal edilen 9000 btu inverter split klima deney setinin iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğunlaşma suyu, drenaj hortumu ile birlikte dış ünite eşanjörü üzerine bir tava yardımı ile aktarılmıştır. Dış ünite serpantini üzerine aktarılan yoğunlaşma suyu soğutucu akışkanın yoğunlaşmasını kolaylaştırmış, harcanan elektrik sarfiyatında ve iç ünite üfleme sıcaklığında belli bir miktar düşüş sağlamıştır. Üfleme sıcaklığına bağlı olarak soğutulan mahalin sıcaklığı da belli bir miktar düşüş gerçekleştirmiştir. Artış ve azalma oranları dış ortamın nem ve sıcaklığına bağlı olarak değişim göstermiştir. Adıyaman ilimizde gerçekleştirilen deneyler sonucunda elde edilen veriler; çizelgeler, tablolar ve grafikler halinde aktarılmıştır.

Bilim Kodu : 92807

Anahtar Kelimeler : İnverter split klima, yoğunlaşma suyu, performans, enerji tüketimi

Sayfa Adedi : 81

Danışman : Doç. Dr. Halil İbrahim VARIYENLİ

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE TRANSMISSION OF
THE CONDENSATE WATER FORMED ON THE INTERNAL HEAT EXCHANGER
TO THE OUTDOOR UNIT EXCHANGER ON PERFORMANCE

(M. Sc. Thesis)

Abdulkadir ŞENER

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

October 2020

ABSTRACT

When air conditioners are operated in cooling mode, R410A refrigerant in the outdoor unit coil condenses according to mechanical cooling cycle and becomes liquid. The refrigerant in the system is further compressed by the compressor and brought to a higher temperature than the outdoor temperature. This consumes more electricity in the Southeast, Mediterranean and Aegean Regions, where temperatures are particularly high during the summer months. In this study, the condensate water formed on the internal heat exchanger of the specially manufactured 9000 btu inverter split air conditioner experiment set was transferred to the outdoor unit heat exchanger with the help of a pan. The condensation water transferred on the outdoor unit facilitated the condensation of the refrigerant, resulting in a decrease in the electricity consumption and indoor unit blowing temperature. Depending on the blowing temperature, the temperature of the cooled space has also decreased slightly. Increase and decrease rates have changed depending on the humidity and temperature of the outdoor environment. The data obtained as a result of the experiments carried out in Adıyaman province; was presented in charts, tables and graphs.

Science Code : 92807

Key Words : Inverter split air conditioner, condensation water, performance, energy consumption.

Page Number : 81

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Halil İbrahim VARIYENLİ

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamın gerçekleştirilmesinde, bilgilerini benimle paylaşan, yaşadığım sorunlar karşısında yanına çekinmeden gidebildiğim, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle beni dinleyen, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve şimdiki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Halil İbrahim VARİYENLİ'ye teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum. Yine çalışmamda konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren kıymetli hocam Doç. Dr. Yakup TURGUT'a da sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Son olarak çalışmamda yardım ve desteğini esirgemeyen Adıyaman Arçelik, Uğur Soğutma ve Viessmann yetkili servis elemanlarına ve her zaman yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen değerli aileme de teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. SOĞUTMADA KULLANILAN TEMEL KAVRAMLAR.....	9
3.1. Sıcaklık.....	9
3.2. Isı.....	10
3.3. Basınç, Sıcaklık ve Hacim İlişkisi	11
3.4. Isı ve Enerji İlişkisi	12
3.5. Isı Transferi	13
3.5.1. İletim yoluyla ısı transferi	14
3.5.2. Taşınım yoluyla ısı transferi.....	15
3.5.3. Işınım yoluyla ısı transferi.....	15
3.6. Mekanik Soğutma Çevrimi	16
3.6.1. Kompresör	17
3.6.2. Evaporatör (Buharlaştırıcı).....	19
3.6.3. Kondenser (Yoğuşturucu)	21

	Sayfa
3.6.4. Genleşme valfi ve çeşitleri	22
3.6.5. Yardımcı elemanlar	26
4. MATERYAL YÖNTEM	29
4.1. Klimaların Özellikleri	29
4.1.1. Havayı soğutma	29
4.1.2. Havayı ısıtma.....	30
4.1.3. Nem alma.....	30
4.1.4. Hava hareketi.....	31
4.1.5. Havayı temizleme	31
4.1.6. Havaya yön verme	32
4.2. Klimaların Teknik Özellikleri	32
4.3. Montaj Yerin Belirlenmesi.....	33
4.4. Klimayı Devreye Alma	34
4.4.1. Enerji besleme hattı	34
4.4.2. Sıcaklık ayarı	35
4.4.3. Ölçüm değerleri	35
4.5. Deney Seti Hazırlama	36
4.5.1. İskelet sistemi	36
4.5.2. İskelet sisteme taşıyıcı ve dış ünitenin yerleştirilmesi	36
4.5.3. Ölçüm panosunun hazırlanması	37
4.5.4. İç ünitenin yerleştirilmesi	37
4.5.5. Dış ünite serpantinlerinin üzerine iç üniteden gelen yoğuşma hortumu ve tavaşının yerleştirilmesi	37
4.5.6. Deney setinin oluşturulması	38
4.6. Soğutma Devresinin Sıcaklık Değerlerinin Ölçülmesi	38

Sayfa

4.6.1. Termometrenin görevi ve çeşitleri.....	38
4.6.2. Dış ünite (Kondenser) üfleme sıcaklığı.....	40
4.6.3. İç ünite (Evaporatör) hava emme sıcaklığı.....	41
4.6.4. İç ünite (Evaporatör) üfleme sıcaklığı.....	41
4.6.5. Ortam sıcaklığı	42
4.6.6. Kompresör akışkan çıkış sıcaklığı.....	43
4.6.7. Kompresör akışkan dönüş sıcaklığı.....	44
4.6.8. Kondenser giriş-çıkış sıcaklığı	44
4.6.9. İç ünite (Evaporatör) akışkan giriş ve çıkış sıcaklığı	46
4.7. Soğutma Devresi Basınç Değerlerinin Ölçülmesi.....	46
4.7.1. Emme hattı basınç değerlerinin ölçülmesi	47
4.7.2. Basma hattı basınç değerlerinin ölçülmesi	48
4.8. Akım Değerlerinin Ölçülmesi	48
4.8.1. Klimanın kompresör kalkış akımı	49
4.8.2. Klimanın kompresör daimi akımı.....	50
4.8.3. Klimanın elektrik tüketim miktarı	51
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	53
5.1. Elektrik Sarfıyatının Değerlendirilmesi	62
5.2. İç Ünite Üfleme Sıcaklıklarının Değerlendirilmesi	65
5.3. Alçak ve Yüksek Basınç Değerlerinin Değerlendirilmesi	71
5.4. Dış Ünite Üfleme Sıcaklıklarının Değerlendirilmesi	73
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	81

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Isı ve sıcaklığın karşılaştırılması	11
Çizelge 4.1. Girdi ve çıktı parametrelerinin normalizasyon katsayıları	43
Çizelge 5.1. A++ 9000 btu inverter split klmanın teknik özellikleri	53
Çizelge 5.2. 9000 btu inverter split klmanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları.....	54
Çizelge 5.3. 9000 btu inverter split klmanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları.....	55
Çizelge 5.4. 9000 btu inverter split klmanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları.....	56
Çizelge 5.5. 9000 btu inverter split klmanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları.....	57
Çizelge 5.6. 9000 btu inverter split klmanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları.....	58
Çizelge 5.7. 9000 btu inverter split klmanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları.....	59
Çizelge 5.8. 9000 btu inverter split klmanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları	60
Çizelge 5.9. 9000 btu inverter split klmanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları	61
Çizelge 5.10. Sistemin sulu ve susuz olarak çalıştırılması sonucunda harcamış olduğu elektrik sarfiyatı tablosu.....	62
Çizelge 5.11. Sistemin sulu ve susuz olarak çalıştırılması sonucunda harcamış olduğu elektrik sarfiyatı tablosu.....	63
Çizelge 5.12. Sulu sistemde iç ünite üfleme sıcaklık değerleri	65

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.13. Susuz sistemde iç ünite üfleme sıcaklık değerleri	66
Çizelge 5.14. Sulu sistemde iç ünite üfleme sıcaklık değerleri	67
Çizelge 5.15. Susuz sistemde iç ünite üfleme sıcaklık değerleri	68
Çizelge 5.16. Sistemin sulu ve susuz olarak çalıştırılması sonucunda zaman içerisindeki basınç değerleri	71
Çizelge 5.17. Sulu ve susuz sistemdeki klimanın dış ünite üfleme sıcaklık değerleri..	73

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Moleküllerin değişik hallerdeki yapısı	9
Şekil 3.2. Moleküllerin kaynama ve donma noktaları	10
Şekil 3.3. Basınç, sıcaklık ve hacim ilişkisi.....	12
Şekil 3.4. Enerji türlerinin dönüşümü	13
Şekil 3.5. Isı transfer şekilleri	14
Şekil 3.6. İletim yolu ile ısıнын yayılması	14
Şekil 3.7. Taşınım yolu ile ısıнын yayılması.....	15
Şekil 3.8. Işınım yoluyla ısıнын yayılması.....	15
Şekil 3.9. Mekanik soğutma çevrimi	16
Şekil 3.10. Pistonlu kompresörler	18
Şekil 3.11. Döner (Rotary) tip kompresörler	18
Şekil 3.12. Sarmal (Scroll) kompresörler	18
Şekil 3.13. Vidalı kompresörler	19
Şekil 3.14. Santrifüj kompresörler	19
Şekil 3.15. Kondenser (Yoğusturucu).....	19
Şekil 3.16. Otomatik genleşme valfi.....	23
Şekil 3.17. Termostatik genleşme valfi.....	24
Şekil 3.18. Elektronik genleşme valfi	25
Şekil 3.19. Kılcal boru	25
Şekil 4.1. İç ve dış ünite.....	29
Şekil 4.2. Klima hava temizleme	32
Şekil 4.3. Yaz sıcaklığının yüksek olduğunu gösteren termometre.....	33

Şekil	Sayfa
Şekil 4.4. Termometre yapısı	39
Şekil 4.5. Sıcaklık-entropi diyagramı	45
Şekil 4.6. Kompresör ana ve yardımcı sargısı	49
Şekil 5.1. Elektrik sarfiyatı çizgi grafiği	64
Şekil 5.2. İç ünite üfleme sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi	69
Şekil 5.3. İç ünite üfleme sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi	69
Şekil 5.4. Yüksek basınç, alçak basınç değerlerinin zamana göre değişimi	72
Şekil 5.5. Yüksek basınç, alçak basınç değerlerinin zamana göre değişimi	72
Şekil 5.6. Dış ünite üfleme sıcaklığının zamana göre sütun grafiği	73
Şekil 5.7. Dış ünite üfleme sıcaklığının zamana göre sütun grafiği	74

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Evaporatör.....	20
Resim 3.2. Yardımcı elemanlar	27
Resim 4.1. Klima havayı soğuturken kumanda modu ayarı	29
Resim 4.2. Klima havayı ısıtma modu ayarı.....	30
Resim 4.3. Klima havayı kurutma modu ayarı	31
Resim 4.4. Klima hava hareketi modu ayarı.....	31
Resim 4.5. Klima havaya yön verme ayarı	32
Resim 4.6. Güneş ışınlarına direkt maruz kalan bir dış ünite	33
Resim 4.7. Klima enerji besleme hattı	34
Resim 4.8. Klima sıcaklık ayarı.....	35
Resim 4.9. 9000 BTU inverter split klima deney seti.....	35
Resim 4.10. Deney seti taşıyıcı iskelet sistem	36
Resim 4.11. Dış ünite ve taşıyıcı montajı	36
Resim 4.12. Ölçüm panosu	37
Resim 4.13. İç ünite montajı	37
Resim 4.14. Yoğuşma suyu tava ve hortum montajı	38
Resim 4.15. İnverter split klima deney seti.....	38
Resim 4.16. Digital termometreler.....	40
Resim 4.17. Dış ünite üfleme sıcaklık sensörü	41
Resim 4.18. İç ünite hava emme sıcaklık sensörü	41
Resim 4.19. İç ünite üfleme sıcaklık sensörü	42
Resim 4.20. İç ortam sıcaklık sensörü	42
Resim 4.21. Yüksek basınç manometresi	44

Resim	Sayfa
Resim 4.22. Alçak basınç manometresi	44
Resim 4.23. Kondenser giriş-çıkış sıcaklıklığını gösteren dijital termostat	45
Resim 4.24. İç ünite gazının giriş-çıkış sıcaklıklığı-basıncı gösteren manometre	46
Resim 4.25. Alçak ve yüksek basınç manometreleri	47
Resim 4.26. Akım ölçer	48
Resim 4.27. Ampermetre ile kompresör ilk kalkış akımı ölçümü	50
Resim 4.28. Ampermetre ile kompresör daimi akımı ölçümü.....	51
Resim 4.29. Elektrik sayacı	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
Btu	British Thermal Unit
°C	Santigrat derece
Cal	Kalori
E_T	Elektrik tüketimi, W
F	Fahrenheit
J	Joule
K	Kelvin
Kg	Kilogram
P	Basınç
Pa	Pascal
P_{Cg}	Soğutucu akışkanın kondensere giriş basıncı, bar
P_{Eg}	Soğutucu akışkanın evaporatöre giriş basıncı, bar
P_{Eç}	Soğutucu akışkanın evaporatöre çıkış basıncı, bar
R	Reomür
T_{Cg}	Soğutucu akışkanın kondensere giriş sıcaklığı, °C
T_{Comp}	Soğutucu akışkanın kompresörden çıkış sıcaklığı, °C
T_{Con}	Kondenser üfleme sıcaklığı, °C
T_{Eç}	Soğutucu akışkanın evaporatörden çıkış sıcaklığı, °C
T_{Eg}	Soğutucu akışkanın evaporatöre giriş sıcaklığı, °C
Tevap₁	Evaporatör hava emiş sıcaklığı, °C
Tevap₂	Evaporatör hava üfleme sıcaklığı, °C
T	Dış hava sıcaklığı, °C
To	Ortam sıcaklığı, °C
V	Hacim
Q	Isı, kW
W	Watt

Kısaltmalar**Açıklamalar****AA**

Alternatif akım

AC

Alternatif gerilim

ASHRAEAmerica society heating refrigerating
aironditioning engineers**CF2CH2C**

R134A

COP

Performans katsayısı (Cofficient of performance)

C4H10

İzobütan

DA

Doğru akım

DC

Doğru gerilim

EGV

Elektronik genleşme valfi

EVAP

Evaporatör

GWP

Küresel ısınma (Global warming potential)

KOMP

Kompresör

TGV

Termostatik genleşme valfi

UV

Ultraviyole

1. GİRİŞ

Enerji ihtiyacı her geçen gün ülkeler arasında rekabet oluşturacak şekilde büyük bir hızla artmaya devam etmektedir. Küresel ısınmaya bağlı olarak soğutma teknolojisine olan ihtiyacın önem kazandığı günümüzde ise soğutma sistemlerinden birçok alanda faydalanılmaktadır. Artan enerji ihtiyacına bağlı olarak soğutma sistemlerinden verimli bir şekilde yararlanmak için enerji tasarrufu sağlamak oldukça önemlidir.

Binalarda kullandığımız enerjinin büyük bir kısmı ısıtma veya soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Soğutma sistemlerinde ilk yatırım ve işletme maliyetleri ısıtmaya göre daha yüksektir. Soğutma sistemlerinde yapılacak verimlilik çalışmaları ısıtmaya göre daha faydalı olacaktır.

Bu nedenle ülkemiz cihazlarda enerji verimliliğine çok önem vermektedir. Gün geçtikçe enerji verimliliğinin çıtası sürekli yükseltilmektedir. Buna paralel olarak da yüksek performanslı cihazların etkinliğini artıran ve birim maliyetlerini azaltan uygulamalar sunulmaktadır. Ülkemizde Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaşayan insanların çoğu konutlarında daha çok enerji tüketen klimaları tercih etmektedir.

Soğutma sistemlerinde evaporatörde oluşan suyun kondensere aktarılması sonucunda performansa ve enerji verimliliğine olan etkisinden bahsedilecektir. Bu kazanımının nasıl uygulanacağı hakkında bilgiler verilecek ve yapılacak deney sonucunda elde edilen veriler ışığında ülke ekonomisine katkıları irdelenecektir.

2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tez çalışmasının bu bölümünde, klima iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılmasının performansa olan etkisinin deneysel olarak incelenmesi ile ilgili olarak bugüne kadar yapılmış çalışmaların bazılarına değinilmiştir. Bu çalışmalar ile ilgili özetler aşağıdaki gibidir;

Karaçaylı'nın 2018 yılında yaptığı su soğutmalı soğutma makinasında ısı değıştiricisinin enerji ve ekserji analizi başlıklı tez çalışmasının amacı, su soğutmalı bir soğutma makinasında su sıcaklığının ve su debisinin sistem verimine olan etkisinin deneysel olarak incelenmesidir. Bu amaçla Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulunda atık su özelliklerinde şebeke suyu ile soğutmalı 1090 W kapasiteli yoğuşturucu kullanılarak bir soğutma makinası kurulmuştur. Soğutma makinasında yoğuşturucuda ısınan su fanlı serpantinden geçirilerek suyun sıcaklığı sabit tutulmaktadır. Buharlaştırıcı basıncı 1 bar, yoğuşma basıncı 7 bar ve 27 °C sıcaklığında atık su debisi 200, 300 ve 400 l/h için deneyler tekrarlanmıştır. Daha sonra atık su sıcaklıkları 27°C, 28°C ve 29°C olacak şekilde değıştirilerek atık su debisi 200, 300 ve 400 l/h için tekrarlanmıştır [1].

Erşahin'in 2017 yılında evaporatör ve kondenser sıcaklıklarının soğutma yüküne bağlı kontrolü ile bir soğutma grubunun veriminin değışiminin incelenmesi isimli tez çalışmasında; adaptif fonksiyonlu çalışma prensibine sahip bir soğutma grubu üzerinde deneysel çalışmalar yapılarak, adaptif kontrol yöntemi ile çalışan bir soğutma grubunda, kompresör sayısı değışiminin, evaporatör ve kondenser basınç değışiminin sistem performansına etkileri incelenmiştir. Aynı zamanda, deneysel veriler ışığında soğutma grubunun enerji, ekserji ve maliyet analizleri de yapılmıştır [2].

Yıldız'ın 2013 yılında soğutma sistemlerinde soğutma kapasitesinin adyabatik nemlendirme yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada, soğutma sistemlerinde enerji verimliliğinin arttırılabilmesi ve aynı zamanda soğutma kapasitesinin iyileştirilebilmesi amacıyla soğutma sistemleri ile bütünleşik çalışabilecek bir adyabatik nemlendirme sisteminin kullanımı teorik ve deneysel incelenmiştir. Bu çalışmada, nozullu adyabatik nemlendirme sistemi bir soğutma sistemine entegre edilmiş ve gerçek şartlar altında test edilmiştir [3].

Akçay'ın 2004 yılında yaptığı mekanik soğutma sistemlerinde kondenser sıcaklık kontrolü ile değişik soğutma kapasitelerinin sağlanması isimli çalışmada; mekanik soğutma grubunun kondenser sıcaklığı kontrol edilerek, değişik soğutma yüklerinin elde edilmesi deneysel olarak incelenmiştir. Amaca yönelik olarak sistemde, kondenser soğutma suyu debisi 5 g/s-50 g/s arasında değiştirilerek 10 ayrı deney gerçekleştirilmiştir [4].

Ökmen'in 1999 yılında soğutma etkinliğinin artırılması için soğutma ortamında farklı hava hızları meydana getirilerek meyvelerin iç sıcaklık değişimlerinin deneysel olarak incelenmesi başlıklı çalışmasında, imal edilen soğuk kabin içerisinde farklı fan hızları ve soğutma kademelerinde çeşitli meyvelerin (Greyfurt, Portakal ve elma) meyve yüzeyinden (kabuktan) merkeze olan ısı dağılımı deneysel metot kullanılarak incelenmiş deney sonuçları tablolarla gösterilmiş ve bunlara bağlı olarak grafikler çizilerek fan hızları ile oluşan sıcaklık dağılımları incelenmiştir [5].

Özkaymak'ın 1998 yılında buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin aşırı kızdırma ve aşırı soğutma eşanjörlerinin termoekonomik optimizasyonu isimli çalışmada, buhar sıkıştırmak soğutma sisteminde aşırı kızdırma ve aşırı soğutma eşanjörlerinin enerjilerinin karşılaştırılması ve ekonomik yönden analizi yer almaktadır [6].

Küçüka'nın 2011 yılında scroll ve pistonlu tip soğutma kompresörlerinin kapasite ve verimlerinin çalışma şartları ile ilgili çalışmasında, farklı marka ve modelde kompresörlerin çalışma şartlarına bağlı olarak performans değişimlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Kompresör kataloglarında, farklı çalışma şartlarındaki soğutma kapasitesi ve güç tüketimi verilmiştir. Bu değerlerden hareketle soğutma etkinlik katsayısı, emiş hacmi, isentropik verim, sıkıştırma oranı hesaplanmış ve grafiklere aktarılmıştır [7].

Acül'ün 2008 yılında, kanatlı borulu tip hava soğutmalı kondenseler ve sistem enerji verimliliğine etkilerini araştıran çalışmasında, hava soğutmalı kondenselerin enerji verimliliğini arttırmak için uygulanan sistemlerden bir tanesi ağ üzeri su spreyleme sistemidir. Ağ üzeri su spreyleme sistemi, hava soğutmalı kondenselerin ön kısmına yerleştirilmiş geniş sık gözlü ağ yapılı malzemenin üzerine belirli mesafelerde bulunan nozullardan aralıklı olarak sistemin ihtiyacı kadar su spreyleme suyun adyabatik olarak buharlaşması sonucu ısı değiştirgeci yüzeyine temas eden giriş havası sıcaklığının düşürülerek, soğutmada verimin arttırılmasını sağlama mantığı ile çalışan sistemdir [8].

Kılıçaslan, Acar ve Arıcıoğlu'nun 2016 yılında birlikte ev tipi soğutucuda yağ hazneli kondenserin sistem performansı üzerine etkisinin incelenmesi ile ilgili çalışmalarında ilk olarak doğal taşınımlı telli-boru tip kondenserin performans testi yapılmıştır. Daha sonra kondenser bir tankının içine yerleştirilerek tankın içeresine sırasıyla farklı miktarlarda nebati yağ eritilip doldurulmuş ve sistemin performans testleri yapılmıştır. Yağ soğutmalı kondenserde yağ miktarı arttıkça kondenser performansının arttığı ve enerji tüketiminin azaldığı tespit edilmiştir. Hava soğutmalı kondenser kullanarak yüksüz çalıştırıldığında STK değeri 2,38 ve enerji tüketimi 110 Wh iken, yağ soğutmalı kondenser 10 lt yağ doluyken STK değeri 2,72'ye çıkmış ve enerji tüketimi ise 50 Wh'e inmiştir. Hava soğutmalı kondenser kullanarak yüklü çalıştırıldığında STK değeri 2,13 ve enerji tüketimi 120 Wh iken, yağ soğutmalı kondenser 10 lt yağ doluyken STK değeri 2,58'e çıkmış ve enerji tüketimi ise 60 Wh'e inmiştir [9].

Bayboz'un 1991 yılında soğutma sistemlerinde hava soğutucu kanatlı borulu evaporatörün soğutma kapasitesine etki eden faktörlerin incelenmesi ile ilgili çalışmasında, soğutma sistemlerinde kullanılan hava soğutucu kanatlı borulu evaporatörlerin soğutma kapasitesine ve ısı transfer katsayısına etki eden parametreler incelenmiştir. Hava soğutucu kanatlı borulu evaporatörün toplam ısı transfer katsayısına etki eden, hava hızı ve kanat hatvesinin nasıl değiştiği açıklanmıştır. Ayrıca, evaporator üzerindeki farklı buz tabakalarının toplam ısı transfer katsayısına etkisi de incelenmiştir [10].

Akkoyunlu'nun 1991 yılında adsorpsiyonlu bir soğutma sisteminin tasarımı ve deneysel incelenmesindeki çalışmasında, atık ısı enerjisi ve güneş enerjisi kaynaklı adsorpsiyonlu soğutma sistemlerinde verim artırılması üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Adsorpsiyonlu soğutma sisteminin temel elemanı olan adsorbent malzeme, sistemin performansını ciddi oranda etkilemektedir [11].

Özkan'ın 2015 yılında küçük ölçekli absorpsiyonlu soğutma cihazları için gözenekli seramik borulardan oluşan bir rektifiye aparatının tasarımı ve modellenmesi tezinde, rektifiye bölgeleri belirli sayıda katmanlara bölünmüş; her katman için ayrı ayrı yazılan denklemlerin tamamı eşzamanlı olarak çözülmüştür. Sonuçlar literatür ile karşılaştırılarak modelin doğrulanması yapılmıştır. Desorbsiyon ünitesindeki farklı ısı girdileri ile absorpsiyon ünitesindeki farklı soğutma suyu sıcaklıklarının; soğutucu sıvının derişimine, debisine, sistemin soğutma katsayısına ve soğutma gücüne olan etkileri incelenmiştir [12].

Hürdoğan'ın 2010 yılında desisif soğutma ile iklimlendirme ile ilgili çalışmasında, nem almalı bir iklimlendirme sistemi tasarlanıp kurulmuş ve test edilmiştir. Sistemde, iklimlendirilen mahale gönderilen taze hava, önce bir nem alıcı üzerinden geçirilerek nemi düşürülmekte ve daha sonra buhar sıkıştırılmalı bir soğutma çevrimiyle soğutulan suyun kullanıldığı kuru serpantin üzerinden geçirilerek sıcaklığı düşürülmektedir [13].

Kuru'nun 2010 yılında split klima sistemlerindeki ısı değiştirgecinin hava tarafındaki ısı transferi performansının sayısal incelemesi çalışmasındaki amacı; değişen iklim şartları ile birlikte her geçen gün işyerleri ve evlerde kullanımı artan split klimaların iç ünitesi içindeki evaporatörün ısı transferi performansının, akış karakteristiğinin etkisi de dahil edilerek nümerik olarak araştırılmasıdır. Bu çalışmanın başarısı, split klima iç ünitesi içerisindeki ısı değiştirgeci performansını, ısı transferi ve akışı bir arada çözümleyerek hesaplamamıza olanak sağlayan nümerik yöntemi geliştirmiş olmasıdır [14].

Ravul'un 2017 yılında iklimlendirme uygulamaları için optimum absorpsiyonlu soğutucu dizayn ve imalatı çalışmasında ilk olarak absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin tanıtımı yapılmıştır. Özellikle hedef pazar olarak konut sektörü için uygun soğutma kapasitesi Türkiye'de ki bina istatistikleri araştırılarak tespit edilmiştir. Sistemin kademe sayısı, soğutma şekli, solüsyon tipi gibi özelliklerinin belirlenmesinin ardından termodinamik modeli oluşturulmuştur. Sistemin enerji ve ekserji analizi hesapları yapılarak farklı çalışma sıcaklıklarındaki değişimleri analiz edilmiştir. Her bir eşanjördeki toplam ısı transfer katsayısı literatürdeki çalışmalar yardımıyla hesaplanarak eşanjörler için gerekli ısı transfer yüzey alanları bulunmuştur. Prototipin üç boyutlu tasarımı yapılarak malzeme listesi hazırlanmıştır. İmalat sırasında önemli hususlar araştırılmış, ekipman ve malzemelerin teknik özellikleri belirlenmiştir. Prototipin imalatı çeşitli yöntem ve disiplinler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sistemin performans ölçümleri oluşturulan test düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlar teorik hesaplamalarla karşılaştırılarak ileriki çalışmalar için yol haritası çıkarılmıştır [15].

Gemici'nin 1999 yılında iklimlendirme cihazı ısı değiştiricilerinin teorik ve deneysel olarak incelenmesi çalışmasında, gerek kuru yüzeyli ve gerekse üzerinde yoğunlaşma olan kanatlı borulu tipten ısı değiştiricileri teorik ve deneysel olarak incelenmiştir. 6 değişik ısı değiştiricisi kapalı çevrim hava tüneli ve su hazırlama ünitesinden oluşan deney sistemi üzerinde test edilmiştir [16].

Türkakar'ın 2016 yılında minyatür bir buhar sıkıştırırmalı soğutma çevriminde kullanılan mikro evaporatör ve mikro kondenser bileşenlerinin tasarım, optimizasyon ve testleri ile ilgili çalışmasında; minyatür buhar sıkıştırırmalı soğutma çevriminin (MBSSÇ) ana bileşenleri olan evaporatör ve kondenser boyutlarını ve çalışma koşullarını entropi üretimi minimizasyonu (EÜM) ile optimize etmeyi amaçlamıştır [17].

Dirgin'in 2002 yılında ev tipi buzdolaplarında kullanılan hava soğutmalı kondenserlerin deneysel olarak değerlendirilmesi tezinde, ev tipi buzdolapları gibi küçük soğutma uygulamalarında sıkça kullanılan tel ve boru tipi buzdolabı kondenserlerindeki hava tarafı taşınım ısı transferinin deneysel araştırmasının sonuçlarını sunmaktadır [18].

Arıcıoğlu'nun 2015 yılındaki ev tipi bir soğutucuda kondenser kapasitesinin sistem performansı üzerine etkisini incelediği çalışması, ev tipi soğutucularda sistemin verimini artırmanın bir yolunun da kondenser (yoğuşturucu) kapasitesinin artırılmasıdır. Yapılan bu çalışmada kondenser bir haznenin içine yerleştirilerek haznenin içeresine nebati yağ eritilerek sırasıyla farklı litrelerde doldurularak sistemin performans testleri yüklü ve yüksüz olarak hem sürekli hem de on-off olacak şekilde çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, yağ soğutmalı kondenserde yağ miktarı artıkça kondenser kapasitesinin de soğutma kapasitesine bağlı olarak arttığı, bununla birlikte enerji tüketiminin azaldığı tespit edilmiştir [19].

Hurmuzy'nın 2015 yılında split klima tahliye hattı ön soğutması için evaporatif soğutma üzerine deneysel çalışmada, buhar sıkıştırırmalı çevrime göre çalışan ve 24000 btu/h soğutma kapasiteli split tip bir klimanın yoğuşturucusuna buharlaştırmalı soğutma uygulayarak deneysel bir çalışma yapılmıştır. Soğutma havası yoğuşturucuya girmezden önce üzerine bir mekanizma vasıtasıyla soğuk su püskürterek buharlaştırmalı soğutma yapılmıştır. Klimanın ısı performans test şartlarında ölçülen parametreler kullanılarak belirlenmiştir [20].

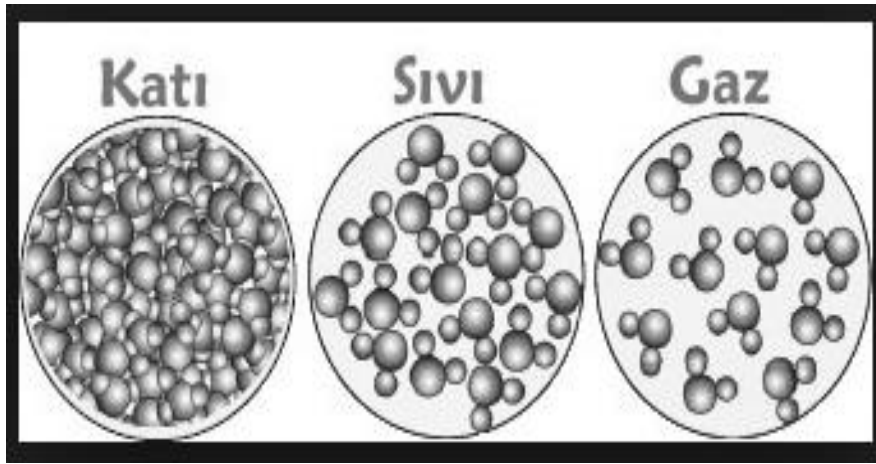
Yumurtacı ve Dönmez'in 2013 yılında standart ürünler yerleştirilen bir evin elektrik tüketimi ve maliyeti hesaplanmıştır. Aynı ev için tüketilen enerji miktarını azaltmak amacıyla, standart ürünler yerine enerji verimliliği yüksek olan ürünler yerleştirilmiş ve yeni durumda elektrik tüketimi ve maliyeti de hesaplanmış, aynı ev için çok zamanlı

tarifeye göre fiyatlandırma yapılarak maliyeti hesaplanmıştır. Konutlarda yüksek enerji verimliliği olan ürünler ile ilgili yapmış olduğu deneysel çalışma esas alınmıştır [21].

3. SOĞUTMADA KULLANILAN TEMEL KAVRAMLAR

3.1. Sıcaklık

Katı madde içerisinde bulunan tanecikler, birbirlerine doğru titreşim hareketi yapar. Sıvının tanecikleri birbiri üzerinden kayarak yer değiştirir. Gaz tanecikleri ise bulundukları kabın içinde bağımsız olarak her yönde hareket ederler. İster katı ister sıvı ister gaz halinde olsun belli sıcaklıktaki her maddenin molekül veya atomları hareket halindedir [22].



Katı haldeki
tanecikler
titreşim yapar.

Sıvı haldeki
tanecikler
titreşim ve
öteleme yapar.

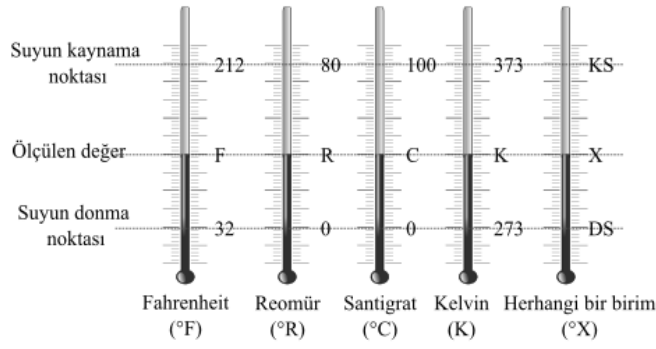
Gaz haldeki tanecikler
oldukları yerden başka
yere gelişigüzel ve çok
hızlı öteleme yapar.

Şekil 3.1. Moleküllerin değişik hallerdeki yapısı [23].

Maddeyi oluşturan tanecikler birbirine çarparak hareket enerjilerini yine birbirlerine aktardıkları için farklı enerjiye sahip olabilirler. Her çarpışmada enerjileri değişebilir ve aynı sıcaklıkta taneciklerin hareket enerjileri birbirinden farklı olabilir [22].

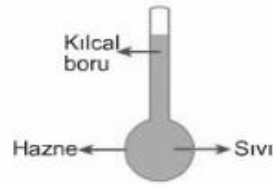
Bir maddenin sıcak veya soğuk olması taneciklerinin hareketinin hızlı ya da yavaş olmasına bağlıdır. Sıcaklık termometre ile ölçülür. Bulunulan ortam termometre ile ölçülebiliyorsa bu değer sıcaklıktır [22].

Termometrenin alt ve üst kısmında iki sıcaklık değeri vardır. Bunlardan birisi suyun donma noktasını, diğeri ise suyun kaynama noktasını gösterir [22]. Bu sıcaklık değerleri birbiri ile ilişkilidir.



$$\frac{^{\circ}\text{X} - \text{DN}}{\text{KN} - \text{DN}} = \frac{^{\circ}\text{X} - \text{A}}{\text{B} - \text{A}} = \frac{^{\circ}\text{C}}{100} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{180} = \frac{^{\circ}\text{K} - 273}{100}$$

Termometre üç parçadan oluşmuştur.



Şekil 3.2. Moleküllerin kaynama ve donma noktaları [22].

Termometreler ölçeklendirilirken değişik birimler kullanılmaktadır. En yaygın olanı °C ile gösterilen celsius ölçekli olanlarıdır. Şekil 3.2’de celsius skalasında buzun erime sıcaklığı 0 °C, suyun kaynama sıcaklığı ise 100 °C’dir. Bazı ülkeler °F ile gösterilen fahrenheit ölçeği kullanılmaktadır. Bu skalada ise buzun erime sıcaklığı 32°F, suyun kaynama sıcaklığı ise 212°F’dir. -273,15°C’yi başlangıç değeri olarak kabul eden ve ölçeklendirmesi °C’ye benzeyen ölçü birimine Kelvin denir. K harfi ile gösterilir. Buzun erime sıcaklığını 0 °R olarak öngören ve suyun kaynama sıcaklığını ise 80 °R kabul eden reomür termometresi de R harfi ile gösterilir [22,24].

3.2. Isı

Sistem ile ortam arasındaki sıcaklık farkından oluşan enerji miktarına ısı denir. Bir maddenin sahip olduğu taneciklerin hareket enerjilerinin toplamı aynı zamanda ısı olarak bilinir. Ayrıca, ısı bir enerji türüdür. Başka enerji türlerine dönüşebilir. Enerjinin gözlenebilen bir etkisidir [22].

Isı her yerde bulunabilmektedir. Diğer enerji türlerine rahatlıkla dönüşebilir. Farklı enerji türleri de ısıya dönüşebilir. Isının yer değiştirmesi sıcaklık farkıyla mümkün olabilir. Isı her zaman sıcak ortamdan soğuk ortama doğru hareketini gerçekleştirir.

Isı birim olarak kalori veya joule şeklinde ifade edilir. Kalorimetre ile ölçülür. Isı ve sıcaklık genellikle birbiriyle karıştırılmaktadır.

Çizelge 3.1. Isı ve sıcaklığın karşılaştırılması [22].

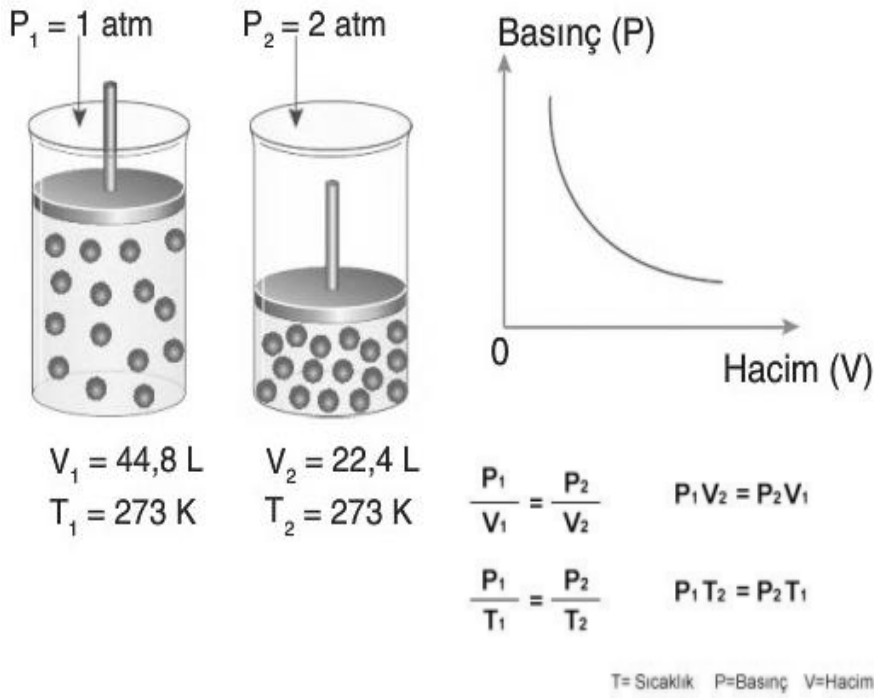
Isı	Sıcaklık
➤ Isı, bir enerji türüdür. Başka enerjilere dönüşebilir.	➤ Sıcaklık, bir enerji değildir. Sadece bir ölçümdür.
➤ Isı birimi kalori (cal) veya joule (j)'dür.	➤ Sıcaklık birimi derecedir.
➤ Isı değişimi kalorimetre kabı ile ölçülür.	➤ Sıcaklık termometre ile ölçülür.
➤ Isı madde miktarına ve cinsine bağlıdır.	➤ Sıcaklık madde miktarına ve cinsine bağlı değildir.
➤ Isı matematiksel hesapla bulunur.	➤ Sıcaklık doğrudan ölçülür.
➤ Isı taneciklerin toplam hareket enerjisidir.	➤ Sıcaklık taneciklerin ortalama hareket enerjisi ile ilgili bir göstergedir.

3.3. Basınç, Sıcaklık ve Hacim İlişkisi

Herhangi bir gücün, kendisine engel olan bir yüzey üzerine yaptığı zorlamanın yüzölçümü birimine düşen miktarı; örneğin, sert nesneler, üzerine konuldukları yüzeylere yere doğru, sıvılar içinde oldukları kabın dibine ve yanlarına, gazlar ise içinde kapalı oldukları kabın her yönüne basınç yaparlar [22,24].

Basınç, birim alana uygulanan kuvvet miktarı olarak tanımlanır. Buna göre, büyük miktarda basınç yaratmak için, büyük bir kuvvet uygulayabilirsiniz veya kuvveti küçük bir alana uygulayabilirsiniz (veya ikisini de yapabilirsiniz) [22,24].

Gazların basıncı, hacmi, sıcaklığı ve miktarı fiziksel olarak davranışlarını belirleyen temel unsurlardır. Sabit sıcaklıkta gaz miktarı sabit olduğunda gazların hacmi basınçla ters orantılı olarak değişir. Basınç ve sıcaklık sabit olduğunda, bir gazın hacmi bunlara bağlı olarak ters orantılı olarak değişir [24]. Basınç, sıcaklık ve hacim arasındaki ilişki Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



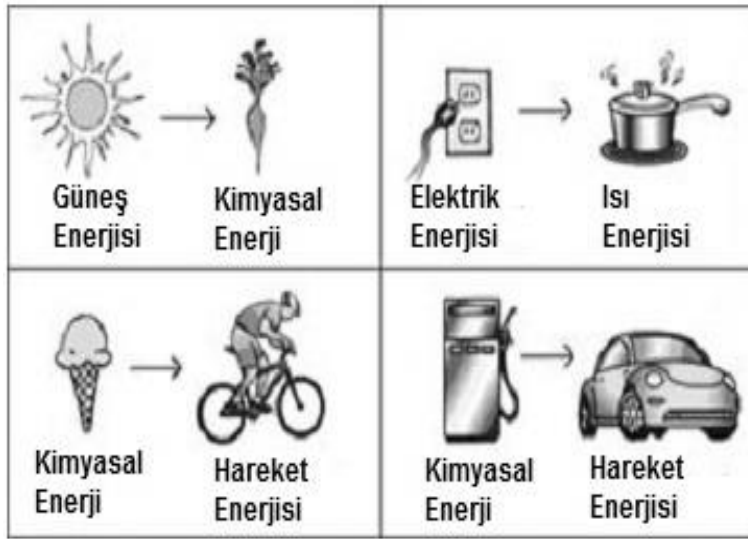
Şekil 3.3. Basınç, sıcaklık ve hacim ilişkisi [24]

Gazlar hacmi sabit tutularak ısıtıldığında iç enerjileri artar. Bu sebeple moleküler hareket hızlanır. Böylece, birbirlerine daha çok çarparlar. Isı alışverişi yapmadan sıkıştırılan gazların basıncı artar [25].

Soğutma çevriminde bulunan gazların basıncı kompresör vasıtasıyla sıkıştırılarak artar. Soğutucu gazın sıcaklığı ortam (oda) sıcaklığının üzerine çıktığında soğutma sistemi içerisindeki gaz, enerjisini ısı olarak dışarıya doğru atar. Kompresör alçak basınç hattından emiş yaptığı sırada hacim artışı meydana geldiğinden basınç ve sıcaklık azalacaktır. Soğutucu akışkanın sıcaklığının ortam sıcaklığının altına inmesi sonucunda ortamdaki soğutucu gaza doğru bir ısı transferi gerçekleşir. Buhar halindeki gazların bu gibi tepkileri soğutma sisteminin çalışmasının anlaşılması için önem arz etmektedir [25].

3.4. Isı ve Enerji İlişkisi

Isı bir enerji çeşididir. Hareket yapabilme ve bir etki oluşturabilme yeteneğidir. Bir iş yapabilen ve uygun yeterlilikte olan bütün cisimlerin enerjisi vardır. Hiç bir enerji yok edilemez. Çünkü enerji bir şekilde birbirine dönüşür. Kullanım türüne göre enerji farklı farklı olarak karşımıza çıkar. Bunlar; kimyasal enerji, elektrik enerjisi, mekanik enerji, ısı ve ışık enerjisi'dir. Farklı enerji türleri birbiri arasında dönüşüm yapabilir [22].



Şekil 3.4. Enerji türlerinin dönüşümü [26].

Bir enerji asla yoktan var edilemez. Ayrıca, var olan enerji de asla yok edilemez. Sadece bir şekilden diğerine dönüşür. Enerji dönüşüme uğrayarak başka bir türe dönüşebilir. Ancak, toplam enerji miktarı daima sabit kalır. Alınan ve verilen enerji birbirine eşittir [26].

Aşağıda çeşitli enerji birimlerinin birbirine dönüşümleri verilmiştir.

$$1 \text{ Joule} = 0,239 \text{ Kalori}, \quad 1 \text{ Btu} = 1055 \text{ Joule},$$

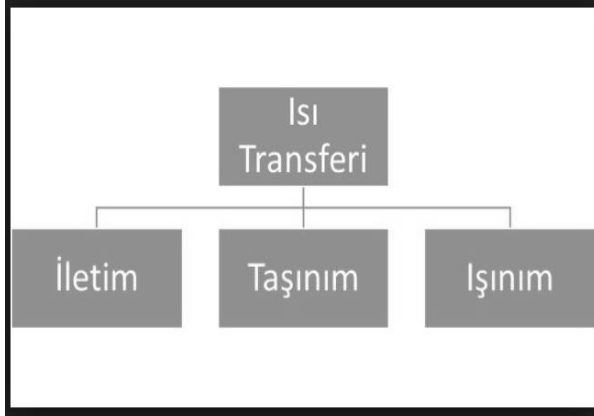
$$1 \text{ Kalori} = 4,187 \text{ joule}, \quad 1 \text{ watt/h} = 3,412 \text{ Btu},$$

$$1 \text{ Btu} = 252 \text{ Kalori}, \quad 1 \text{ watt/h} = 860 \text{ Kalori},$$

$$1 \text{ watt/h} = 3600 \text{ Joule}.$$

3.5. Isı Transferi

Isı, yüksek sıcaklıktaki bir bölgeden düşük sıcaklıktaki bir bölgeye daima geçiş halindedir. Bu da enerji transferinin gerçekleşmesi anlamına gelir. Bir güçlkle karşılaşan ısı, dirence karşı fazla bir kuvvet gösteremez. Sıcaklıklar karşılıklı olarak dengelenince ısı transferi durur. Bu sebepten dolayı eşit bölgeler arasında ısı transferinden söz edemeyiz [22].



Şekil 3.5. Isı transfer şekilleri [27].

Isı transferi üç şekilde gerçekleşir: İletim, taşınım ve ışıınım.

3.5.1. İletim yoluyla ısı transferi

Maddeye ısı verdiğimiz zaman, maddenin tanecikleri titreşim hareketi yaparlar, titreşen tanecikler yakınında buluna tanecikleri de etkilerler, ısının bu şekilde madde taneciklerinin titreşimi ile yayılmasına iletim yoluyla yayılma denir [26].



Şekil 3.6. İletim yolu ile ısının yayılması [27].

İletkenliği iyi olan bakır bir telin ucu tutulup diğer ucu ısı kaynağı olan ateşe tutulduğunda bir müddet sonra elimizle tuttuğumuz kısmın ısındığını hissederiz. İşte ateşe tutulan bakır telin uç kısmındaki atomlar kinetik enerjisi sıcaklıktan dolayı artacak ve kinetik enerjisini bir diğer atomlara aktaracaktır. Böylece ısı enerjisi elimizle tuttuğumuz bakır telin ucuna kadar gelecektir [22].

3.5.2. Taşınım yoluyla ısı transferi

Sıvı ve gazlarda ısıнын madde tanecikleri ile taşınmasıdır. Sıvı ve gazlar akışkan olduğu için sıcaklık farkından dolayı kendi içinde hareket ederler. Sıvıyı ısıttığımız zaman, ısınan sıvının hacmi büyür ve özkütlesi küçülür. Isınıp özkütlesi küçülen sıvı yukarı çıkar, soğuk ve daha yoğun olan su aşağı iner. Böylece bir sirkülasyon oluşur ve ısı madde içerisinde taşınır[24].

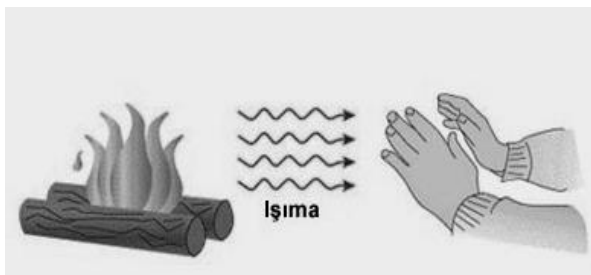


Şekil 3.7. Taşınım yolu ile ısıнын yayılması [28].

Şekil 3.7’de de görüldüğü gibi bir kap içerisinde bulunan suyun içindeki soğuk ve sıcak moleküllerin yer değiştirmesini kolaylaştırarak taşınım yoluyla ısı transferi oluşturur. Klima ve odun sobası da benzer şekilde taşınım yoluyla ısı transferini gerçekleştirir [24].

3.5.3. Işınım yoluyla ısı transferi

Bir diğer transfer çeşidi de ışıınım yolu ile transferdir. Isı yada ses dalgalarına benzer dalgalar olan radyasyonlar vardır. Güneş ışınları yeryüzüne bu yolla ulaşır. Işıma ısıısı koyu renkli ve parlak olmayan yüzeyler tarafından kolayca emilir. Özellikle yazın açık renkli giysiler giymenin, otomobil camlarına yansıtıcı koymanın sebebi ışıma ile ısı transferini en aza indirmektir [24]. Soğutucuların dış yüzeylerinin parlak ve açık renk yapılması ışıma yoluyla ısınmayı engellemek içindir.



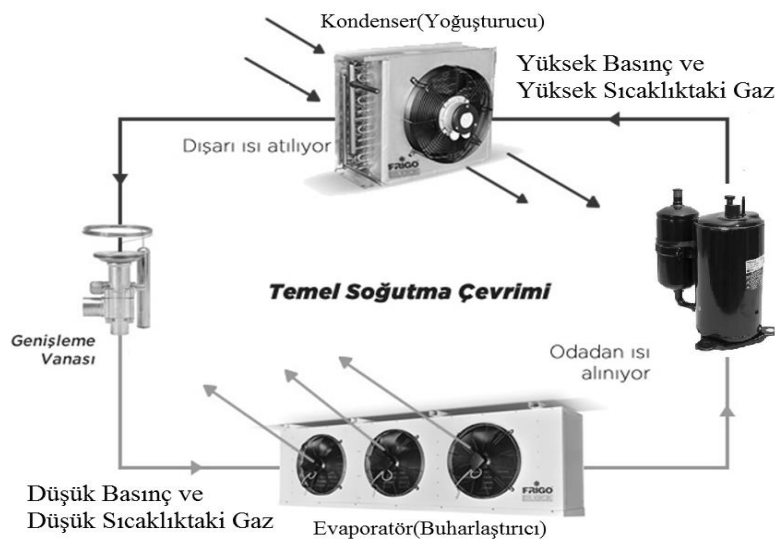
Şekil 3.8. Işınım yoluyla ısıнын yayılması [29].

Işıma yolu ile gerçekleşen ısı bir cisim veya madde tarafından absorbe edilir. Böylece duyulur ısıya dönüşen bu ısı hissedilebilir veya ölçülebilir hale gelir. bütün maddeler diğer maddelerle sıcaklık farkına bağlı olarak, ısıma enerjisini belirli bir oranda soğurur. Buna bağlı olarak da her madde kendi sıcaklığına göre ısıma şeklinde ısı yayar. Bu ısımlar bazen hissedilebilir derecede olmayabilir. Günümüzde termal kamera adı verilen cihazlar sıcak cisimlerin yaydığı ısıma ısınıyı görüntüleyerek sıcaklığı ile bilgi verebilir [22,24].

3.6. Mekanik Soğutma Çevrimi

Bu çevrim maddelerin sıcaklığını bulunduğu ortam sıcaklığının altına indirmeyi amaçlayan çeşitli elemanlardan oluşan bir makinedir. Soğutma sistemlerinde pek çok çeşitten bahsedebiliriz. Ancak, günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem mekanik soğutma çevrimi'dir. Mekanik soğutma çevrimi kompresör, yoğuşturucu (kondenser), genleşme valfi, buharlaştırıcı (evaporatör) ve yardımcı elemanlardan oluşur. Soğutucu akışkan sistem içerisinde hal değişimi yaparak ısı alınıp verilmesini sağlayan kapalı bir çevrimdir [24].

Soğutulacak ortam göz önünde bulundurulduğunda geliştirilmiş bir çok soğutma devresi bulunmaktadır. Bunların en yaygın olanları; Enjektörlü soğutma sistemi, Hava akışkanlı soğutma sistemi, Absorbsiyonlu soğutma sistemi ve Buhar sıkıştırılmalı soğutma sistemleridir. Tezimize ilişkin olarak mekanik buhar sıkıştırılmalı soğutma sistemlerini ele alarak sonuca ulaşmaya çalışacağız.



Şekil 3.9. Mekanik soğutma çevrimi

Kompresör, alçak basınç ve düşük sıcaklıkta olan gaz halindeki akışkanı emerek genleşme valfi sayesinde sıkıştırarak kondensere yüksek basınç ve yüksek sıcaklıkta gönderir. Kondenserde ısısını atan gaz yoğuşarak sıvı akışkan haline gelir. Genleşme valfinin girişinde sıkışarak ilerleyen sıvı haldeki akışkan çıkıştan itibaren genleşerek gaz haline dönüşmeye başlar. Evaporatör içerisinde dönüşümü tamamlayan akışkan kompresöre gaz olarak girer. Böylece çevrim tekrarlanarak soğutma çevrimini gerçekleştirmiş olur [22].

Uygulamada en çok kullanılan soğutma çevrimlerinden biri de mekanik buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimidir.

3.6.1. Kompresör

Kompresör soğutma sisteminin kalbidir. Sistem içerisindeki cinsi ve büyüklüğü kullanılan soğutucunun cinsine göre değişir. Temel işlevi alçak basınç ve düşük sıcaklık altındaki evaporatör içerisinde bulunan akışkanı emerek, yüksek basınç ve yüksek sıcaklık altındaki eşanjör olan kondensere göndermektir. Çeşitli tipleri olan kompresörler çalışma şekillerine göre üretilmektedir [24].

Soğutma sistemindeki soğutucu gaz, genleşme valfinin yardımıyla kompresör sayesinde sıkıştırılıp sistemde rahat bir şekilde dolaşımını sağlar. Buna göre genellikle beş çeşit kompresör bulunmaktadır. Bunlar ise; Pistonlu, Vidalı, Döner (Rotary), Sarmal (Scroll) ve Santrifüj kompresörlerdir.

Bunlar içerisinde bulunan pistonlu tip kompresörler de kendi içinde ayrılır. Hermetik, yarı hermetik ve açık tip olmak üzere üç ana başlıkta toplanır. Küçük sistemlerde kullanılan hermetik kompresör kapalı olduğu için parçalara dışarıdan müdahale edilemez.

Pistonlu tip kompresörler genellikle su sebili, buzdolabı, derin dondurucu gibi küçük sistemlerde soğutma görevi yapar. Yarı hermetik ve açık tip pistonlu kompresörler istenirse vidalı bağlantıları sökülerek tamir edilebilir. Soğuk oda gibi benzeri kapasiteli sistemlerde daha sık tercih edilirler. Açık tip kompresörlerin elektrik motorunu üzerinde bulundurmayan kompresörlerdir. Kayış kasnak bağlantısıyla güç alır. Günümüze bakıldığında bu kompresörler eski sistemlerde olan ancak yeni sistemlerde pek tercih edilmeyen bir kompresördür [22,24].



Şekil 3.10. Pistonlu kompresörler [24].

Genellikle split klima cihazlarında döner (Rotary) tip kompresörler tercih edilmektedir. Paletli ve eksenden kaçık olacak şekilde üretilmektedir. İmalat tiplerine göre pek çok çeşidi bulunmaktadır. Eksende dönen milin ucunda eksenden kaçık bir şekilde dönen parçayla gövde arasında gazı sıkıştırarak çalışır [24].



Şekil 3.11. Döner (Rotary) tip kompresörler [24].

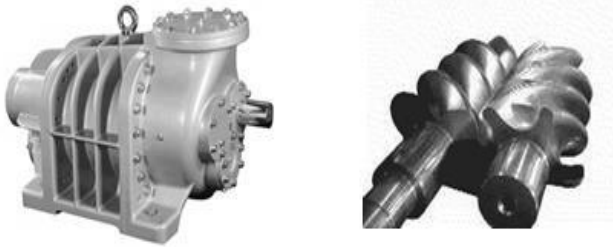
Sarmal kompresörler scroll olarak bilinen kompresörlerdir. Klimalarda da sıklıkla kullanılmaktadır. Spiral (scroll) şeklinde olan iki metal levhadan oluşur. Bu levhanın biri sabit diğeri dönme hareketi yapar. İçinde bulunan iki spiral karşılıklı olarak dönerken buhar spiralin merkezine doğru ilerler [24].



Şekil 3.12. Sarmal (Scroll) kompresörler [24].

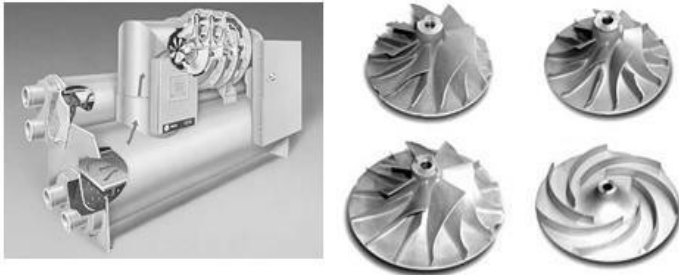
Bir diğer kompresör çeşidi olan vidalı daha çok büyük sistemlerde yüksek soğutma gücü gerektiren uygulamalarda kullanılır. Ev tipi uygulamalarda ve klimalarda pek kullanılması uygun değildir. Bu kompresörler yuva içine yerleştirilmiş birbirine uyan iki dişli rotordan

oluşur. Stator sargının çevirdiği rotorlardan erkek olanı 4, dişi olanı ise 6 kanaldan oluşur. Motordaki rotorlar dönerken akışkan gaz, rotorlar arasına girer. Çalışma esnasında gaz, rotorlar arasında ilerleyerek çıkış ağzına doğru yol ilerler ve yola devam eder [24].



Şekil 3.13. Vidalı kompresörler [24].

Şekil 3.14’de görülen bir diğer kompresörde santrifüj kompresörlerdir. Sıkıştırma esnasında önceki kompresörlerden farklı olarak rotor kanatlarının akışkan buharına çarpması ile gerçekleşir. Rotor yolu ile emilen gaz halindeki akışkan, kanatlar vasıtasıyla dış hacme püskürtülür. Bu püskürtme buhar basma hattında yüksek basınç meydana getirir. Böylece, basma hattı kararlı bir basınca sahip olur. Ancak, sıkıştırma oranı çok düşük olduğundan kademelendirme yapılması gerekir. Bu kompresörler genelde endüstriyel sistemlerde tercih edilir. Küçük sistemlerde kullanılmamaktadır [24].



Şekil 3.14. Santrifüj kompresörler [24].

3.6.2. Evaporatör (Buharlaştırıcı)

Bir soğutma sisteminde evaporatör (buharlaştırıcı), sıvı ve buhar halinde gelen karışımı etraftan ısı çekerek buhar haline dönüşmesini sağlayan ısı eşanjörüdür [22]. Evaporatörler, soğutulması istenilen hücrenin tavanına veya yan cidarlarından birinin üzerine monte edilirler. Evaporatörlerin boru çapları, tesisteki diğer borulara nazaran daha geniş çaptadır. Bu sebeple evaporatör gelen yüksek basınçlı sıvı soğutucu madde, alçak basınç altında bulunan evaporatörün borularına geçince, soğutucu sıvı akışkan kaynama noktasına

yaklaşır ve evaporatörün çevresindeki havanın sıcaklığını emerek buharlaşır ve bu şekilde soğutmayı sağlamış olur [25,30].



Resim 3.1. Evaporatör [31].

Evaporatörün yapısı; akışkanın iyi ve çabuk buharlaşmasını sağlayacak, soğutulan kısmın görevini iyi bir şekilde yapmasını sağlayarak, akışkanın giriş ve çıkıştaki basınç farkını asgari seviyede tutacak şekilde imal edilmesi gerekmektedir. Bunlara bakıldığında ise birbirleriyle olan bağlantılarında ters oldukları görülmektedir. Bu sebepten dolayı iyi bir ısı geçişi ve buharlaşma için gerekli şartlar sağlandığında iç üniteye iç ve dış yüzeylerin girintili olması daha kolay ıslanır olmasını gerektirirken bu durum sistemdeki basıncı kayıp yaşamasına neden olur. Bu gibi durumlarda, evaporatör dizayn edilirken tecrübe ve dikkat gerekir. Ayrıca, deney esnasında sıkça başvurulmuş bir çalışma şeklini ortaya koyar [25,30]. Çalışmaların yönlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken en önemli etken ise soğutulacak maddenin cinsidir. Isı alışverişi gerçekleşirken içinde bulunduğu ve hareket ettiği hacmin durumu da evaporatör dizaynında önemli değişiklikler meydana getirir. Soğutucu akışkanın serpantin içinde hareket etmesi ve soğutulacak maddenin boruların dışından geçmesi veya bunun tersi söz konusu olmaktadır ki bunlardan ilki genellikle kuru tip evaporatörlerde, ikincisi ise sıvı taşmalı evaporatörlerde kullanılmaktadır. Gaz boru içinden geçerken akış hızının artırılmasının içteki film katsayısını ve dolayısıyla ısı geçişini artırıcı yönde bir etkisi beklenir, fakat bu durum akışkanın basınç kayıplarını arttıracak için akış debisini azaltacaktır. İki etkenin durumu beraber değerlendirildiğinde ısı iletkenlik ve kapasitenin minimum olduğu değer kullanılmalıdır [26,32].

Kullanım yerlerine göre çeşitli tip evaporatörler(Buharlaştırıcılar) bulunmaktadır. Bunlar;

a) Hava soğutucu buharlaştırıcılar:

- Çıplak borulu serpantin buharlaştırıcılar
- Lamelli buharlaştırıcılar

- Levhalı buharlaştırıcılar
- Kanatlı borulu buharlaştırıcılar

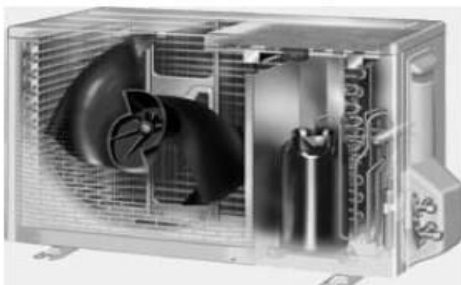
b) Sıvı soğutucu buharlaştırıcılar:

- Çift borulu buharlaştırıcılar
- Çıplak borulu buharlaştırıcılar
- Spiral borulu buharlaştırıcılar
- Havuz tipi buharlaştırıcılar
- Püskürtmeli buharlaştırıcılar
- Sıvı filmlı buharlaştırıcılar
- Gövde borulu demetli buharlaştırıcılar

Buharlaştırıcılar genellikle iletkenliği yüksek olan demir, çelik, pirinç, bakır ve alüminyum gibi malzemelerden yapılır [25].

3.6.3. Kondenser (Yoğuşturucu)

Soğutma sistemi içerisinde bulunan kondenserler (yoğuşturucu), kompresör tarafından gelen gaz halindeki soğutucu akışkanın ısını dış ortama atmasını sağlayarak sıvı hale dönüşmesini sağlayan bir parçadır [22]. Kompresör tarafından emilen soğutucu madde, basıncı artarak, kondensere gönderilir. Kondensere gelmiş olan soğutucu madde basıncı sabit kalmak üzere, bulundurduğu gizli ısı, hava veya su tarafından alınarak, sıvı haline geçilir [25].



Şekil 3.15. Kondenser (Yoğuşturucu) [31].

Kondenserler, konstrüksiyon (yapı) özellikleri bir yana bırakılacak olursa genel olarak soğutuldukları akışkanın ismiyle anılırlar [22].

Kondenser üzerinde belli başlı ısı alış verişleri gerçekleşir. Bu transfer; kızgınlığın alınması, akışkanın yoğunlaşması ve aşırı soğutmadır. Kondenser dizaynına bağlı olarak aşırı soğutma kondenser alanının belli kısımlarını kullanacaktır. Kızgınlığın alınmasında ise kondenser alanının %5'i kullanılacaktır. Bu ısı transfer çeşitleri şekline bağlı olarak kondenser üzerinde ısı iletkenlik katsayıları ve buna bağlı olarak da sıcaklık değerleri farklı olacaktır. Bu kızgınlığın alınması aşamasındaki ortalama sıcaklık aralığının fazlalığına karşı daha düşük bir ısı transferi katsayısı mevcut olmalı, aşırı soğutma gerçekleştiği sırada diğer sıcaklık aralığına göre daha az olacak ve ısı iletkenlik katsayısı da fazlalaşacaktır [6,7]. Akabinde, yoğunlaşma gerçekleştiğinde her iki değer de belli seviyelerinin arasında bulunacaktır. gerçekleşen deneylerde ısı transferi katsayısının artmasına bağlı olarak sıcaklık farkının azalması veya tersi şeklinde aynı çarpım sonucunu vermektedir. Bu değerlerin ortalaması alınarak kullanmak mümkündür. Bütün bu hesaplamalar yapıldığında sağladığı basitlik de göz önünde bulundurulmalıdır. Kondenserlerin yani eşanjörlerin hesabı yapılırken tek bir ısı iletkenlik katsayısı ve ortalama sıcaklık aralığı uygulanmalıdır [25,30].

Ayrıca, kondenserler üç ana sınıfa ayrılırlar:

1. Hava ile soğutmalı kondenserler,
2. Su soğutmalı kondenserler,
3. Evaporatif, karma (su-hava soğutmalı) kondenserler.

3.6.4. Genleşme valfi ve çeşitleri

Mekanik soğutma çevriminde kullanılan genleşme elemanının görevi; sistemdeki gazın basıncını düşürerek geçişi zorlaştırmaktır. Böylece, kondenser çıkışından sonra yüksek basınç, evaporatörden önce ise alçak basınç meydana getirmektir [22].

Endüstri sanayisinde kullanılan yüksek kapasiteli soğutma sistemlerinde genleşme elemanı olarak açma kapamayı gerçekleştirebilen bir vana tercih edilmektedir. Sisteme binen yüklerin değişkenliği ile soğutma sisteminde kullanılan vanayı ayarlamak ise tecrübe gerektirmektedir. Sistemi sürekli izlemeyi ön koşul haline getirmesinden dolayı soğutma sistemlerinde özel olarak üretilen çeşitli ekipmanlar tasarlanarak kullanıma hazır hale getirilmiştir [22].

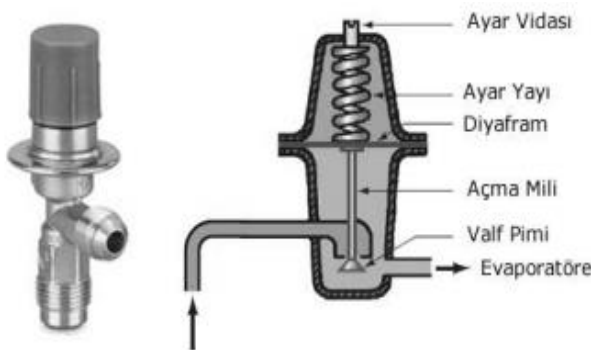
Soğutmada kullanılan çeşitli genişleme valfleri vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

- Otomatik genişleme valfi,
- Termostatik genişleme valfi,
- Elektronik genişleme valfi,
- Kılcal boru.

Otomatik genişleme valfi

Bir soğutma sisteminde, yüksek basınç tarafındaki basınç sabit ise, emme tarafındaki basınç sadece soğutma yükü arttığı zaman yükselir. Bu nedenle otomatik genişleme valfi emme tarafındaki basıncı sabit tutarak kompresörün istenilen sabit yükte çalışmasını temin eder. Eskiden beri kullanılmakta olan en basit otomatik kontrol cihazı budur. Bu cihaz değişik durumlarda devamlı çalıştırılması istenen kompresörlere uygun değildir. Bu sistem oda termostatu ile kontrol edilen ve çalıştığı zaman tam yükte çalışan kompresörler için uygundur. Üzerinde bulunan vidanın üst yayın gerilimi değiştirildiğinde istenilen P_o basıncına ulaşılır. Otomatik genişleme valfleri ayarlı özelliklerinden dolayı belirli bir buharlaşma basıncını sabit tuttuğu için büyük sistemlerde kullanılmaması gerekir [25,30].

Sisteme aşırı yük bindiğinde ve azaldığında otomatik genişleme valfinin ters çalıştığı görülür. Bu da evaporatördeki basınç ve sıcaklıkta yükselme etkisi yaratır.



Şekil 3.16. Otomatik genişleme valfi [22].

Aşırı yük durumunda otomatik genişleme valfi kendini kapatarak buharlaştırıcıya gereken soğutucu akışkanın gitmesini engeller. İstenmeyen bu durum karşısında valfin üzerindeki ayar vidası elle müdahale edilir. Böylece istenen ayar yapılmış olur.

Termostatik genleşme valfi

Termostatik genleşme valfi buharlaştırıcı (evaporatör) serpantin çıkışındaki gaz sıcaklığını sabit tutar. Bu tip valfin iki üstün tarafı vardır. Evaporatöre giren soğutucu miktarını, soğutma yüküne bağlı olarak kontrol eder. Bir kompresöre paralel olarak bağlı birkaç evaporatör kullanılmasını mümkün kılar [25].



Şekil 3.17. Termostatik genleşme valfi [22].

Termostatik genleşme valfinin yapısı otomatik genleşme valfine benzer. Bunların içinde aynı cins sıvı bulunan ince bir boru ile bunun uç haznesinde oluşan bir sistem ile donatılmıştır. Bu sistem içerisindeki hazne buharlaştırıcı serpantin çıkışındaki boruya sıkıca sabitlenmiştir. İnce borunun diğer ucu ise valfin üst tarafına eklenmiş bulunan bir körük veya diyaframın üzerine açılır.

Termostatik genleşme valfi kolaylığı bakımından diğer valflere göre daha üstündür. Soğutucu akışkanın debisini sistem içerisindeki yükün artışına göre sürekli olarak ayarlanması daha kolaydır. Termostatik valf üzerinde kızma derecesini ayarlamak buharlaştırıcı çıkışında soğutucu akışkanın bir miktar kızdırılmasını sağlayacaktır. Bu yüzden kızma derecesi düşürüldüğünde ve kompresör durduğunda genleşme valfinin kapanması zorlaşır. Bunun için sisteme genleşme valfinden önce manyetik bir valf takılmalıdır. Ekovat üzerinde bulunan elektrik motorunun akımı kesilince de manyetik valf de buna bağlı olarak kapanır [22]. TGV, belli bir kızgın buhar sıcaklığı için ayarlandığı zaman buharlaştırıcı serpantin çıkışında bu sıcaklığı sabit tutar. Soğutma yükü arttığı takdirde serpantin içindeki sıvı soğutucu çok daha erken buharlaşacak ve kızgın buhar sıcaklığı arttıracaktır. Bu durum kapiler boru içindeki freon basıncı artar. Diyafram yardımı ile deliği açar ve daha fazla sıvı girmesini sağlar. Aksi durumda ise deliği kapama suretiyle yüke bağlı olarak otomatik kumanda sağlamış olur. Bu suretle aynı kompresöre bağlı paralel evaporatörler bulunduğu zaman, bunların kendi termostatik genleşme valfleri

var ise, her evaporatör kendi yüküne uygun sıvı beslenmiş olacaktır. Bu valflerinin ana işlevi, evaporatörün en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak ve kompresöre likit fazında soğutucu akışkanın ulaşmasını engellemektir [22].

Elektronik genleşme valfi

Gün geçtikçe teknoloji ilerlemekte ve elektronik cihazların çeşitliliği artmaktadır. Soğutma sistemlerinde de diğer elektronik cihazlarda olduğu gibi kontrolü sağlayacak parçalarla donatılmıştır. Termostatik genleşme elemanı elektronik sisteme uygun olmadığı için yerine elektronik genleşme valfleri (EGV) kullanılmaya başlanmıştır [24].

Şekil 3.18'deki EGV, uygun voltajdaki step motor ile sistemi açıp kapayan ve elektronik çiplerin kumanda edebileceği özellikte kullanılmaktadır. Ayrıca, elektronik genleşme valfi belli adımda açma kapama yapabilir. Böylece programlanabilir. Bu elemanın ayarlama özelliği çok hassastır. Bu yüzden bu valf kullanılacağı zaman kontrol cihazı da yanında bulundurulmalıdır [24].



Şekil 3.18. Elektronik genleşme valfi [24].

Kılcal borular

Soğutma sisteminde yüksek basınç tarafından alçak basınç tarafına sıvı soğutkanın geçişini ölçülü şekilde kontrol etmek üzere, küçük kapasiteli sistemlerde pratik ve ekonomik çözüm sağlar.



Şekil 3.19. Kılcal boru [24].

Kılcal boru, çapı küçük ve boyu gerektiği şekilde uzun tutulmuş bir boru olup akışkanın geçişini sınırlayarak basıncını düşürmektedir. Kılcal boru iç çapı ile boyu, kullanılacağı soğutucu akışkanın türüne, soğutma kapasitesine ve çalışma sıcaklık şartlarına göre değişecektir. Soğutucu akışkanın en büyük basınç düşümü kılcal borunun son kısımlarında ve sıvı kısmen buharlaşmaya başladığında gerçekleşir. Kılcaldan sonra eşanjöre giren akışkan miktarı %10 ila %20 arasındadır [25].

Genleşme valfi olarak kullanılan kılcal borunun çapının çok küçük olması, içerisinden geçecek olan yabancı maddelerden dolayı kolayca tıkanmasına neden olmaktadır. Bu sebepten dolayı kılcal borunun önüne sistemin büyüklüğüne göre uygun ölçüde bir filtre konulması gerekmektedir.

Kılcal boru seçimi yapılırken iç çapının mutlaka sistemin büyüklüğüne göre seçilmesi gerekir. İç çapının büyük olması durumunda boyunun uzun tutulması tıkanma ihtimalini azaltacaktır. Kılcal borular, soğutma sisteminin verimli çalışması için önem arz etmektedir. Sistem durduğunda ise alçak ve yüksek basınç tarafındaki dengeyi sağlar. Böylece, kompresör kalkış yaparken ekstra güce gerek duymaz. Sistem içerisinde bulunan elemanların daha sağlıklı bir şekilde görev yapmasını sağlamış olur. Bu sebepten dolayı kılcal boru kompresör motorunun seçiminde önemlidir.

Sisteme gaz şarjı yapılırken mutlaka kılcal boru dikkate alınarak yapılmalıdır. Aksi durumda kompresör içine istemediğimiz sıvının geçişini kolaylaştırmış oluruz. Bu da kompresör içindeki metal aksamın ciddi hasarlar görmesine neden olacaktır [21,33].

Kılcal boru, sistem içerisinde bulunan akışkanın dönüşümünü kolaylaştırmak için kullanılır. Sisteme kaynakla birleştirilir. Kaynak yapılırken parçayı aşırı ısıtmamalı ve oksitlenmeye karşı dikkatli olunmalıdır. Mümkün olduğunca kılcal borunun ucu kaynak yapılabilecek boruya uygun uzunlukta monte edilmelidir. Ayrıca, iç yüzeyde oluşabilecek tehlikelere karşı boruya uygun bir gazla üflenerek sıkıntı giderilmelidir.

3.6.5. Yardımcı elemanlar

Soğutma sistemlerinde kompresör, kondenser, evaporatör ve genleşme valfi gibi ana elemanların yanında yardımcı elemanlarda bulunmaktadır.

Ana elemanlardan sonra kullanılan yardımcı elemanlar soğutma sistemin verimi artırır. Bunlar ise;

- * Filtre/Kurutucu(Dryer)
- * Gözetleme Camı
- * Dönüş Akümülatörü
- * Sıvı Tankı
- * Yağ Tutucu'dur.



Resim 3.2. Yardımcı Elemanlar [34].

Sıvı tankı, mekanik soğutma sistemlerinde kondenserden hemen sonra filtreden önce konulur. Sistem içerisinde kondenser içerisinde yoğuşmayan buhar halindeki akışkanın geçişine izin vermeyerek kondenserin daha verimli kullanılmasını sağlar.

Gözetleme camı, sistemde dolaşan akışkanın buhar ve sıvı şekilde görülmesi için genellikle dryer'dan sonra takılmalıdır. En belirgin görevi filtrenin görevini yapıp yapmadığını kontrol etmektir.

Kurutucu/filtre, sistem içerisinde bulunan nem, tortu, toz ve partiküllerin geçişini engeller. İki tarafı da açık olan bu malzemenin takılıncaya kadar mutlaka nemden korunmalı ve iki ucu da kapalı tutulmalıdır.

Akümülatör ise evaporatörden alçak basınç altında gelen akışkanın buhar haline dönüşmemesi durumunda geçişi engeller ve buhar haline dönüşene kadar kompresöre geçmesine izin vermez. Bir nevi koruma görevi yapan elemandır.

Yağ tutucu, kompresörde bulunan yağın eksilmesi durumunda kompresör zarar görür. Kompresör çıkışına bir yağ tutucu konularak yağ geçişi engellenir.

4. MATERYAL YÖNTEM

4.1. Klimaların Özellikleri

Klimalar genellikle yaz aylarında ortamın soğutulması için kullanılan cihazlardır. Zaman geçtikçe teknoloji de ilerlemiştir. Buna bağlı olarak konfor şartlarındaki istekler de artmıştır. Bir arayış içerisinde olan insanlar ekonomik şartların iyileşmesiyle daha kullanışlı olan iklimlendirme cihazlarına ihtiyaç duymuştur.



Şekil 4.1. İç ve dış ünite [34].

Günümüzde kullanılan klimalar ise; sadece soğutma olarak değil, birçok özelliği ile bir arada sunulmaktadır.

4.1.1. Havayı soğutma

Klimalar yaz aylarında iç mahal sıcaklığını, dış mahal sıcaklığına bağlı olarak düşürebilmek için tasarlanmış, insanların konforlu ve rahat bir şekilde yaşamalarını sağlamak amacıyla üretilmiş cihazlardır. Buna bağlı olarak da soğutma görevi görürler.



Resim 4.1. Klima havayı soğuturken kumanda modu ayarı

Soğutma gerçekleşirken klima içerisinde bulunan soğutucu akışkan, kılcal borudan geçtikten sonra alçak basınca maruz kalarak evaporatörde gaz haline dönüşür. Böylece, serpantin üzerinde oluşan ısı soğurularak ortama verilir. Bu sayede soğutma gerçekleşir.

Klimalar teknik özelliklerine bağlı olarak ortam sıcaklığını yazın 17 veya 18 °C'ye kadar düşürebilir. Cihazın soğutma modunda çalışması için ortam sıcaklığının 17 °C'den büyük olması gerekir. Uygun seçilen klimalar soğutma işini gerçekleştirirken mutlaka 6 ile 12 °C arasında üfleme sıcaklığına sahip olması gerekir. Dış ortam sıcaklığı ile mahalin büyüklüğüne bakmak klima seçiminde önemli bir ayrıntıdır. Çeşitli klimalar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları marka ve modeline göre dış ortam sıcaklığının 42 °C olması durumunda soğutma modunda çalıştırırken bazıları ise 55 °C de çalıştırmaktadır.

4.1.2. Havayı ısıtma

Klimalar hem soğutma hem de ısıtma amaçlı olarak kullanılan cihazlardır. İnverter klimalar enerji tasarrufu konusunda daha ekonomik hale gelmiştir. Isıtma esnasında klimalardan elde edilen verim soğutmada elde edilen verimden daha yüksektir.



Resim 4.2. Klima havayı ısıtma modu ayarı

Klimalarda ısıtma; dört yollu vana ile buharlaştırıcı ve yoğuşturucunun akış yönü değiştirilerek elde edilir. İç ortamdaki hava iç ünite içerisinde bulunan radyal fan ile çekilip ısıtıldıktan sonra tekrar ortama gönderilir. Dış ünite tarafından çekilen ısı sistemdeki akışkanın buhar haline geçmesini sağlayarak çevrimin gerçekleşmesini sağlar.

4.1.3. Nem alma

Nem miktarının fazla olduğu bölgelerimizde ortamdaki nem insanları olumsuz şekilde etkiler. İnsanların nemden olumsuz bir şekilde etkilenmemeleri için yapılan bir özelliktir.



Resim 4.3. Klima havayı kurutma modu ayarı

Klimalar ortam sıcaklığını istenilen konfor şartlarına getirebilmek için üretilmiştir. Soğutma modunda kullanılan klimanın iç ünite yüzeyine temas eden hava içerisindeki su buharı yoğunlaşarak su damlacıkları haline gelir. Cihaz içerisindeki tava yolu ile drenaj bağlantısına aktarılarak buradan dış ortama çıkartılır. Bu şekilde tavadaki suyun mahale gitmesi engellenir. Daha sonra ortamın havasını istenilen şekilde tutarak içerisinde bulunan nemi alıp havanın kurumasını sağlarlar.

4.1.4. Hava hareketi

Hava hareketi konfor şartları için önemli bir özelliktir. Klimanın iç ünitesi içerisinde bulunan radyal fan mahal içindeki havayı emer, belli filtrelerden sonra evaporatör üzerindeki kanatçıklardan geçirdikten sonra istenilen sıcaklık derecesinde ortama verir.



Resim 4.4. Klima hava hareketi modu ayarı

Hava hareketi hızını gerçekleştirirken hız ayarının insanları rahatsız etmeyecek şekilde olması gerekir. Buna mutlaka dikkat edilmelidir.

4.1.5. Havayı temizleme

Klimaların bakımının haftalık, aylık ve sezonluk olacak şekilde sürekli yapılması insan sağlığı açısından faydalıdır. Çünkü, nefes aldığımız hava içerisinde toz, sigara dumanı, bakteri ve polen gibi istenmeyen zararlı maddeler bulunmaktadır.



Şekil 4.2. Klima hava temizleme [35].

Klimalar bulundukları ortamın havasını istenilen sıcaklığa getirirken çeşitli filtreler sayesinde toz, sigara dumanı, bakteri ve polenlerden arındırarak mahale temiz, konforlu ve sağlıklı bir hava verir.

4.1.6. Havaya yön verme

Klimaların iç ünitesi içerisinde bulunan radyal fanın üflediği hava, flap motorunun yönlendirdiği kanatçıklar sayesinde aşağı-yukarı ve sağa sola dönecek şekilde hareket etmektedir. Bazı klimalarda ise sağa ve sola dönüşler elle yapılmaktadır.



Resim 4.5. Klima havaya yön verme ayarı

Bu sayede ortamda bulunan insanlar klimadan oluşan hava hareketinden rahatsız olmazlar. Aynı zamanda ortamda istenilen yön daha hızlı bir şekilde ısıtılıp soğutulabilmektedir.

4.2. Klimaların Teknik Özellikleri

Klimalar ortamın büyüklüğüne göre uygun kapasitede seçilmesi gerekir. Mahale uygunluğu yanında teknik özellikleri de önem arz etmektedir. Ülkemizde son yıllarda küresel ısınmaya paralel olarak klima kullanımı yaygınlaşmakta, pahalı marka ve modeller tercih edilmektedir. Kullanıcı klima tercih ederken kaliteyi daha ucuza alma fırsatı bulmalı ve hangi ürünü neden alması gerektiğini de bilmelidir.

Klima seçerken mutlaka ekonomik olmasına ve enerji sınıfının iyi olmasına dikkat edilir. Bu özellikler haricinde klimanın diğer teknik özelliklerine bakılarak seçilecek klimanın belirlenmesi sağlanır. Yaptığımız deney sonucunda klimaların performansına olan etkisini az miktarda da olsa artırmış olduk.

4.3. Montaj Yerinin Belirlenmesi

Klimaların montaj yerini belirlerken mutlaka montaj yerinin yapısal özelliği, erişebilirlik, estetik, enerji beslemesi ve dış ünitenin nereye konulacağı gibi özellikleri göz önünde bulundurmanız gerekiyor.



Resim 4.6. Güneş ışınlarına direkt maruz kalan bir dış ünite [23].

Yaz aylarında sıcaklıkların yüksek olduğu Güneydoğu, Akdeniz ve Ege Bölgelerimizde dış ünite serpantini içerisinde bulunan gazın yoğunlaşarak sıvı hale dönüşmesi için dış ünite içerisinde bulunan gazın hava sıcaklığından daha yüksek olması gerekir. Bu da kompresör içerisinde bulunan gazın normale göre daha fazla sıkıştırılmasını ve dış ortam sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklığa getirilmesini gerektirmektedir.



Şekil 4.3. Yaz sıcaklığının yüksek olduğunu gösteren termometre [35].

Kompresörün sıkıştırma yapması demek daha fazla akım çekmesine ve aşırı ısınmasına neden olmaktadır. Aşırı ısınan kompresör belli aralıklarla termik atarak beklemeye geçmekte bu da insanların iç ünitelerden faydalandıkları üfleme sıcaklığının artarak verimin düşmesine neden olmaktadır.

Ayrıca; dış ünite(kondenser), ısısını yeterince atamadığı için iç ünite(evaporatör) istediğimiz sıcaklığı elde etme oranımız da çevrime bağlı olarak düşmektedir. Enerji verimliliği açısından dezavantaj oluşturmaktadır.

Güneş ışınlarına günün belli vakitlerinde maruz kalan dış ünitenin(Kondenser) verimini, yaptığımız deney sonucunda az miktarda da olsa artırmış olduk.

4.4. Klimayı Devreye Alma

Split klima montajında klimanın enerji beslemesini yaparak klimayı çalıştırıp son kontrollerinin yapılması gerekir. Split klimalar 220 volt şehir şebeke elektriğinden beslenirler. Evlerde kullanılan klimalar tek fazlı kompresör motorlarına sahiptir.

4.4.1. Enerji besleme hattı

Klimaların enerji beslemesi en yakın buat ve sigorta panosundan yapılması gerekir. Klima enerji besleme kablosu ek yapılmadan bütün kablo kullanılarak yapılmalıdır. Bu besleme kablosu başka cihazların kullanımı için değil, sadece klima için olmalıdır. Enerji besleme hattında kullandığımız kablounun eski olmamasına, kablo üzerinde yırtılmalara bağlı olarak izolasyonun zarar görmemesine dikkat edilmelidir.



Resim 4.7. Klima enerji besleme hattı

Enerji besleme hattının iç üniteye bağlantısından önce Resim 4.7’de olduğu gibi arada gecikmeli sigorta kullanılması gerekir. Kullanılacak sigorta klimanın büyüklüğüne göre değişir. 12000 Btu’ya kadar 16 amperlik sigorta kullanılması önerilir.

4.4.2. Sıcaklık ayarı

İnverter split klimalar hem soğutma hem de ısıtma yapabilen cihazlardır. Çalışma konumları kumanda üzerindeki simgelerle gösterilmiştir. Dış ortam sıcaklığına bağlı olarak istenilen oda sıcaklığını ayarlamak için kumanda üzerinde bulunan tuşlarla ayarlanırlar.



Resim 4.8. Klima sıcaklık ayarı

Klimalar 17 °C - 30 °C sıcaklık ayar aralığında çalışabilirler.

4.4.3. Ölçüm değerleri

Klima cihaz montajı tamamlanır. Son kontroller için klima çalıştırılır. Ölçme işlemleri klima kararlı hale geldikten sonra yapılmalıdır. Klima yaklaşık 60 dakika çalıştırılarak, akım kontrolü, iç-dış ortam sıcaklığı, hava emiş, hava üfleme ve dış ünite üfleme sıcaklıkları ölçülür.



Resim 4.9. 9000 btu inverter split klima deney seti

Kompresör çıkış, evaporatör giriş ve çıkış basınçları ile gazın sıcaklıkları da belirlenir. Ölçülen bu değerler karşılaştırılarak klimanın çalışma verimi hakkında bilgi edinilir.

4.5. Deney Seti Hazırlama

9000 BTU İnverter Split Klima kullanarak bir deney seti hazırlanacak. Bu deney seti ile birlikte elektrik sarfiyatı ve iç ünite üfleme sıcaklığı üzerinde oluşacak değişiklik gözlenerek verime olan katkısı tespit edilecek.

4.5.1. İskelet sistemi

Deney setimizde gerekli olan ölçümlerin alınması için bir planlama yapılmasının ardından ilk olarak ölçüm aletleri ve cihazlarının yerleştirilmesi için iskelet sistemi yapılmıştır.



Resim 4.10. Deney seti taşıyıcı iskelet sistem

4.5.2. İskelet sisteme taşıyıcı ve dış ünitenin yerleştirilmesi

İskelet sistem yapıldıktan sonra taşıyıcı malzemeler düzenli bir şekilde yerleştirilmiş, alt kısımda bulunması gereken dış ünite ise yerine monte edilmiştir.



Resim 4.11. Dış ünite ve taşıyıcı montajı

4.5.3. Ölçüm panosunun hazırlanması

Klima iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılmasının performansa olan etkisinin araştırılması için gerekli ölçümler yapılması gerekiyor. Bunun için ölçü aletleri taşıyıcı sistem üzerinde bir pano oluşturularak yerleştirilmiş, ardından bağlantıları yapılmıştır.



Resim 4.12. Ölçüm panosu

4.5.4. İç ünitenin yerleştirilmesi

İskelet sistem üzerinde bulunan taşıyıcılar üzerine dış ünite ve ölçüm panosu yerleştirilmiş, ardından iç ünite üst kısımda bulunan taşıyıcı üzerine monte edilerek dış ünite ile olan bağlantısı yapılmıştır.



Resim 4.13. İç ünite montajı

4.5.5. Dış ünite serpantinlerinin üzerine iç üniteden gelen yoğuşma hortumu ve tavaasının yerleştirilmesi

İç ve dış ünite bağlantıları yapıldıktan sonra iç ünite üzerinde oluşacak yoğuşma suyunun dış ünite serpantini üzerine aktarılmasını sağlayacak olan tava yapılarak iskelet kısmına montajı yapılmıştır.



Resim 4.14. Yoğuşma suyu tava ve hortum montajı

4.5.6. Deney setinin oluşturulması

Klima iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılmasının performansa olan etkisinin deneysel olarak araştırılması için gerekli olan deney seti yapılan titiz bir çalışma sonunda hazırlanmış, kontrolü yapıldıktan sonra çalışır hale getirilmiştir.



Resim 4.15. İnverter split klima deney seti

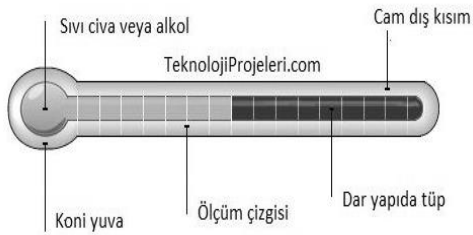
4.6. Soğutma Devresinin Sıcaklık Değerlerinin Ölçülmesi

Soğutma sistemlerinde sıcaklık değerleri performans belirlemede önemli bir etken oluşturmaktadır. Kompresör, evaporatör, kondenser ve genişleme valfi gibi ana elemanlardan oluşan soğutma çevrimi, sıcaklık değerlerine bağlı olarak performansa etki eder. Sıcaklık değerleri belirlenirken dikkate alınması gereken hususları inceleyelim.

4.6.1. Termometrenin görevi ve çeşitleri

Sıcaklık ölçen cihazlara termometre denir. Yunancadan dilimize gelen termometre, thermos kelimesiyle eş anlamlı olan metros kelimesinin birleşiminden ortaya çıkmış

yabancı kökenli bir kelimedir. Günümüzde kullandığımız termometreler, sıcaklık değişiminde gerçekleşen sıvıların hacimsel değişmesine dayanır. Sıcaklığı ölçmek için kullandığımız termometre genelde sıvılı tip olarak bilinir. Üzerinde dereceyi sayılarla gösteren çizgiler ve cam malzemedен yapılmış bir alettir. Termometre içerisinde renklendirilmiş ve belli bir sıcaklık sonucunda genleşen özel sıvılar bulunur. Genel olarak bu sıvı civa veya alkol olarak tercih edilir. Bu sıvıların genleşme katsayısı birbirinden farklıdır [35].



Şekil 4.4. Termometre yapısı [35].

Ağır metal olan civa zehirlidir. Bu nedenle termometrenin kırılması pek çok olumsuz nedeni beraberinde getirir. Zehirlenme vakası bunun en belirgin olanıdır. Civanın donma sıcaklığı $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ olmasından dolayı düşük sıcaklıklarda sağlıklı sonuçlar vermez. Diğer bir sıvı olan alkol ise $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa kadar sıvı kalabilmektedir. Bu tip termometrelerin üzerindeki sıcaklık değerlerinin okunması zor olduğu için pek tercih edilmez [35].

Soğutma sistemlerinde kullanılan gazlı termometreler boru şeklinde haznede bulunan hidrojen gazının sıcaklık değerine göre hacim değişir veya basınç değerinin mekanik bir düzenele gösterge kısmına aktarılması şeklinde olur. Diğerlerine göre ev ortamı gibi günlük işlerde kullanılması uygun değildir. Deneysel ölçümlerde kullanılması tercih edilir. Bir başka termometre çeşidi ise bimetal termometrelerdir. Bu termometreler iki farklı uzama katsayılı metalin birbirine yapıştırılmasıyla elde edilmiştir. Aldığı ısıyla uzayıp kısalan bir parçadır [35,36].

Bir de dijital termometreler vardır. Elektronik devrelerde kullanılan özel maddelerden yapılmış iletkenlerin ısı etkisiyle direnç değerlerinin değişimi prensibiyle çalışır. DC güç kaynağından aldığı elektriği tele iletir. Bu tel malzemenin çeşidine göre bir dirençle karşılaşır. Tel, elektrik akımına karşı bir direnç göstererek ısınmaya başlar. Üretildiği malzemelerden dolayı direnç değerleri sıcaklıkla orantılı bir şekilde değişir. Düşük

sıcaklıklarda kullanılan NTC, dijital termometre ve termostat gibi devre elemanlarında hassas olarak kullanılabilen özel iletkenler, sıcaklığa bağlı olarak direnç değerlerini düşürürler. Resim 4.16’da görülen dijital termometreler diğer termometrelere göre daha hassas ölçüm yaparlar. Net bir çözüm elde etmek için bunlar kullanılır. Bu cihazda herhangi bir sıkıntı yoksa hata yapma oranı çok azdır. Algılayıcı kısım olarak NTC kullanıldığında ise dijital termometreler genelde -40 °C ile 80 °C aralığında güvenli ölçüm yaparlar [35,36].



Resim 4.16. Dijital termometreler [35].

4.6.2. Dış ünite (Kondenser) üfleme sıcaklığı

Klima, iç ve dış ünite olmak üzere iki kısımdan oluşur. Bunlar, ortamın sıcaklığını istenilen sıcaklığa ayarlamak için imal edilmiş makinelerdir. Dış ünite mahalin dışına iç ünite ise içine monte edilir. Dış ünite ortamın içindeki havayı bir fan yardımıyla çekerek serpantinler üzerindeki kanatçıklardan geçirir. Böylece hava sıcaklığının istenilen düzeye getirilmesi sağlanır. Dış ünite sayesinde soğutucu akışkan sıvı veya buhar haline dönüştürülerek ortam sıcaklığının istenilen şekilde uygun sıcaklığa getirilmesi sağlanır. Bunun için dış ünite mutlaka güneş görmeyen yerlere monte edilmesi gerekir. Çünkü, yaz aylarında uzun süre güneş gören dış ünite kompresörü aşırı sıkıştırma yapacağı için klimaların ömrü olumsuz yönde etkilenir. Buna bağlı olarak da sistemin verimi düşer. Kış aylarında da soğuk havanın dış üniteye temas etmesi aynı şekilde verimi olumsuz etkiler.

Montajı yapılan klimaların dış ünitesi, iç üniteye ne kadar yakın olursa sistem o kadar verimli çalışır. İç ünite ile dış ünite arasındaki mesafe ne kadar az olursa elde edilen değerler birbirine o kadar yakın olur. Bu mesafe uzadığında ise bakır borular arasındaki iletişim ile ısı transferi düşük olur. Bunun için drenaj hattının kısa olması daha iyidir. Klimaların dış ünitesi içinde bulunan eşanjör, soğutma modunda çalıştırıldığında soğutucu akışkanın buhar halinde iken sıvı hale dönüşmesini sağlar. Kondenser sıcaklığının ise dış

ortam sıcaklığından yüksek olması gerekir. Böylece akışkan ısı alışverişi yaparak yoğunlaşma imkanı bulur. Buda bakır borulardan oluşan serpantinlerin ısınmasına neden olur.



Resim 4.17. Dış ünite üfleme sıcaklık sensörü

İç üniteden gelen yoğunlaşma suyu drenaj hortumu ile birlikte dış ünite eşanjörü üzerine bir tava yardımıyla aktarıldıktan sonra dış ünite fanının üflediği noktaya bir sensör koyulmuştur. Böylece, kondenserin üfleme sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark karşılaştırılarak değişim gözlenmiştir.

4.6.3. İç ünite (Evaporatör) hava emme sıcaklığı

Klima çalıştırıldıktan sonra 60 dakika beklenir. İç ünite içerisinde bulunan radyal fan ortamdaki soğutulacak olan havayı hava emiş menfezlerinden emer. Bu menfez önüne Resim 4.18’de görünen kuyruklu dijital termometrenin duyarlı kısmı konularak klimanın hava emiş sıcaklığı ölçülür. Soğutma konumunda iken iç ünitenin emdiği hava sıcaklığı üfleme sıcaklığı ile karşılaştırılır.



Resim 4.18. İç ünite hava emme sıcaklık sensörü

4.6.4. İç ünite (Evaporatör) üfleme sıcaklığı

İç ünite hava emme sıcaklığını belirlerken beklediğimiz süreyi burada da uygularız. Çünkü, elde edeceğimiz sonuçların aynı şartlarda belirlenmesi gerekir. İç ünite içerisinde

bulunan radyal fan soğutulacak olan havayı hava emiş menfezlerinden emerek alt kısımdan ortama üfler. Klima çalıştırıldıktan 60 dakika sonra alt kısımda bulunan menfez önüne Resim 4.19’da görünen kuyruklu dijital termometrenin duyarlı kısmı konularak hava emiş sıcaklığı ölçülür. Soğutma konumunda çalışan klimanın emdiği hava sıcaklığı üfleme sıcaklığı ile karşılaştırılır.



Resim 4.19. İç ünite üfleme sıcaklık sensörü

4.6.5. Ortam sıcaklığı

Güneş ışınlarına direkt maruz kalan ve hava sıcaklıklarının yüksek olduğu yerlerde kondenserler için ortam sıcaklığı da bir performans ölçütüdür. Kondenser sıcaklığının yüksek olması ısı transferini azaltacağı gibi soğutucu akışkanın da erken ısınmasına sebep olur. Bunun için yapacağımız ölçüm Resim 4.20’deki bir termometreyle yapılabilir.



Resim 4.20. Ortam sıcaklık sensörü

Ortam sıcaklığının yüksek olduğu yerlerde kondenser güneş ışınlarına direkt maruz kalmayacak yerlere konarak verim artırılmalıdır. Ancak, bunun mümkün olmadığı yerlerde iç ünite üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması ile de mümkündür.

4.6.6. Kompresör akışkan çıkış sıcaklığı

Soğutma sistemlerinin performansını ölçmek için sıcaklık ölçümleri gereklidir. Bu değerler karşılaştırma yapmak için kullanılır. Kompresör iç ortamın sıcaklığına bağlı olarak gazı belli oranda sıkıştırarak ısıtır. Böylece çevrimin istenilen şekilde olup olmadığını anlamamızı sağlar. Kompresör, sistem içindeki gazı genleşme elemanının yardımı ile sıkıştıran elemandır. Kondenser tarafından ısı yeteri kadar atılamadığında gaz sıvı tamamen sıvı hale dönüşmediği için sıcaklığın yükselmesine sebep olur.

Büyük bir kısmı ideal gaz olan soğutucu akışkanların basınç ve sıcaklık arasındaki ilişki orantılı bir şekilde değişir. Böylece, basınç değeri bilindiğinde sıcaklık değeri de orantılı olduğu için bulunabilir [37,38].

Manometreler üzerinde okuduğumuz basınç değerleri sıcaklık değerlerinin doğrulanmasını sağlayarak yapılan deneyin doğruluğunu ispatlar.

Çizelge 4.1. Girdi ve çıktı parametrelerinin normalizasyon katsayıları [34].

Soğutucu Akışkan	Parametre	Katsayı
R 410A Gazı	Doyma sıcaklığı, T_d	100,1
	Doyma basıncı, P_d	4714
	Doymuş sıvı entalpisi, h_l	347,5
	Doymuş buhar entalpisi, h_v	427,8
	Doymuş buhar entropisi, s_v	2,2
	Kızgın buhar basıncı, P_{kb}	4000,1
	Kızgın buhar entropisi, s_{kb}	2,6
	Kızgın buhar entalpisi, h_{kb}	625,5
	Kızgın buhar sıcaklığı, T_{kb}	215,1

Sistem çalışmaya başladıktan sonra Resim 4.21'deki manometre ile ölçüm değerlerini görmeye başlarız. Bu da yapılan deneyin sıhhati bakımından önemlidir. Kullanmış olduğumuz deney setinin küçüklüğünden dolayı gazın sistem içerisinde döngüsünü sağlaması açısından 20-25 dakika beklemek yeterlidir. Bu süre zarfından sonra

kompresörün basma hattındaki çıkış sıcaklığı istenilen düzeyde değilse soğutucu akışkanın eksik olduğu anlamına gelir. Genleşme elemanı uygun ölçülerde seçilmezse yeterli sıkıştırma yapılamadığı için böyle bir sonuç da ortaya çıkabilir. Performans için ancak belli aralıklarla yapılacak olan deneyler sonucunda mümkündür.



Resim 4.21. Yüksek basınç manometresi

4.6.7. Kompresör akışkan dönüş sıcaklığı

Kompresöre dönüş sıcaklığı soğutma sistemlerinde en önemli bir faktördür. Sistem içerisinde kullanılan akışkanın miktarı ve cinsi soğutma yaparken konfor ve verimi değerlendirmede kullanılır. Sistem içerisinde bulunan akışkanın dönüş yolunda mutlaka buhar haline dönüşmesi gerekir. Aksi takdirde sıvı haldeki akışkan kompresör için istenmeyen bir durumdur. Kompresör çıkış sıcaklığına bağlı olarak dönüş sıcaklığını da göz önünde bulundurmamak teknik ölçümlerde daha kesin sonuçlar verecektir.



Resim 4.22. Alçak basınç manometresi

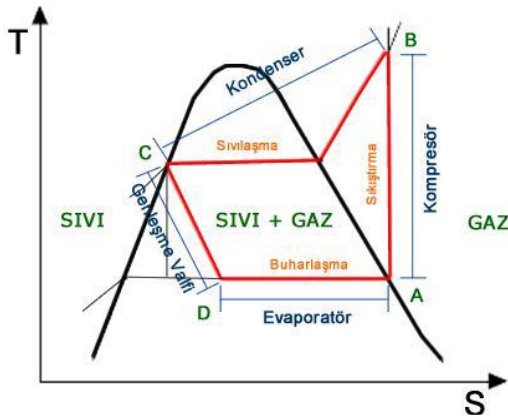
4.6.8. Kondenser giriş-çıkış sıcaklığı

Sistemi soğutma modunda çalıştırdığımızda yoğuşturucu sistemin ısını dışarıya attığı yerdir. Bunun için sistemde kondenser giriş ve çıkış sıcaklığını ölçen bir dijital termostat kullanılmıştır.



Resim 4.23. Kondenser giriş-çıkış sıcaklığını gösteren dijital termostat [35].

Yoğuşturucu içerisinde bulunan buhar halindeki soğutucu akışkan burada ısısını atarak sıvılaşır. Bu sebepten dolayı gaz kondenser girişinden daha düşük sıcaklıktadır. Gaz hâlindeki soğutucu akışkan sabit basınçta sıvı hâle geçer. Bu yüzden kompresör çıkışı ile genişleme valfi çıkışı arasında basınç sabittir. Böylece ısısını atan gaz haliğindeki akışkan yoğuşarak sıvı hale dönüşür. [35,39].



Şekil 4.5. Sıcaklık, entropi diyagramı [35].

Entropi, madde içerisinde bulunan ve gereksiz olduğu düşünülen bir enerjidir. Buna göre potansiyel enerjisi azalan maddenin düzensizliği de artmıştır [35]. Şekil 4.5' e baktığımızda sıcaklığın entropi arasındaki değişim diyagramı görülmektedir. Hava sıcaklığının artması kompresörün sıkıştırma etkisini artırır. Bu da yoğuşturucu içerisinde bulunan gazı soğutarak sabit sıcaklıkta sıvılaşmasını sağlar.

Kondenser üzerindeki sıcaklığın yüksek olması dış ortama bağlı olarak ısısını yeteri kadar atamamasının bir göstergesidir. ısısını istenilen düzeyde atamayan akışkantam olarak sıvı hale dönüşmez. Bu da buharlaştırıcının verimini düşürür. Kondenser çıkış sıcaklığını istenilen düzeyde düşürülürse evaporatöre giden sıcak gaz önlenmiş olur. Kondenser, ısısını rahat bir şekilde dış ortama verdiği zaman buhar halindeki soğutucu akışkanın sıvı hale dönüşmesi kolaylaşır [35].

Cihazı çalıştırmadan önce ve çalıştırdıktan sonra ölçüm yaparak sıcaklıklar kayıt altına alınır. En son elde edilen veriler karşılaştırıldığında soğutmanın etkisi görülür.

4.6.9. İç ünite (Evaporatör) akışkan giriş ve çıkış sıcaklığı

Buharlaştırıcının giriş kısmı sıvı hâldeki soğutucu akışkanın düşük basınçta altında olmasından dolayı en düşük sıcaklığın görüldüğü ve buharlaşmanın en hızlı olduğu noktadır. Genleşme valfinden sonra evaporatöre girişte görülen ilk buharlaşma, soğutmanın başladığının göstergesidir.

Evaporatörün sistem üzerinde sağladığı verimi görmek için giriş kısmındaki sıcaklık ile çıkış kısmındaki sıcaklık bizim için belirleyici bir etken olabilir. Soğutucu akışkanın fazla veya eksik olması giriş kısmında karlanmaya sebep olacaktır. Bu da çıkış sıcaklığını kontrol altına almamızı engelleyecektir.



Resim 4.24. İç ünite gazının giriş-çıkış sıcaklığı-basıncı gösteren manometre

Verimi daha iyi anlamak için sistem içinde bulunan akışkanın Resim 4.24’de bulunan manometre ile iç ünite (evaporatör) içerisinde bulunan soğutucu akışkanın giriş ve çıkış sıcaklığını ölçerek bir sonuca varmamız gerekiyor. Böylece, karşılaştırma yaparken sonuca giden yolda doğru adım atmış oluruz.

4.7. Soğutma Devresi Basınç Değerlerinin Ölçülmesi

Soğutma sistemlerinde buhar halindeki akışkan kompresör tarafından genleşme valfinin yardımıyla sıkıştırılır. Bu çevrimdeki ortaya konulacak olan verim için belirleyici etken sıcaklık olacaktır. Sistem içinde bulunan soğutucu akışkanın eksik veya fazla olması durumunda her bir malzemenin etkisini görmek için mutlaka ölçüm yapmak zorunlu

olacaktır. Bunun için oluşturulan sistem ile soğutucu gazın etkisini görmek mümkündür. Çeşitli cihazlar farklı özelliklere sahip olduğu içinde kullanılan gazlar da çeşitlilik gösterecektir. Bu sebepten dolayı da gazın cinsine de dikkat etmek gerekir.

4.7.1. Emme hattı basınç değerlerinin ölçülmesi

Soğutma sisteminde alçak ve yüksek basınç olmak üzere iki hat vardır. Klimalar soğuturken genleşme valfinin sıkıştırmasından dolayı kondenser çıkışı ile valf arasında yüksek basınç, valf ile evaporatör girişi arasında ise alçak basınç vardır. Soğutma sisteminde uygun malzemeler kullanıldığında alçak basınç altındaki emme hattının basıncı düşük, yüksek basınç altındaki basma hattının basıncı ise yüksektir. Basınç ölçüm sonuçları için Resim 4.25'deki gibi alçak ve yüksek basınç manometreleri kullanılır.



Resim 4.25. Alçak ve yüksek basınç manometreleri

Soğutma sistemlerinde arıza, bakım ve onarım işlemleri için gaz manifoldu kullanılır. Bu cihaz üzerinde alçak basınç için mavi renkli ve yüksek basınç için ise kırmızı renkli manometre ile vanalar bulunmaktadır.

Kompresör girişindeki basınç iç ünite eşanjörünün giriş ve çıkışa konulan alçak basınç manometreleri ile yapılır. Bu değerler okunurken manometreyi karşımıza aldığımızda mutlaka göz hizasına getirmeliyiz. Akabinde belli bir süre bekledikten sonra sonuçları kaydetmeliyiz. Elde ettiğimiz sonuçlar belli zaman aralıklarıyla tekrarlanarak karşılaştırılır. İç ünite üzerinde oluşan yoğunlaşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması veya aktarılmaması sonucunda elde edilecek veriler karşılaştırılır.

4.7.2. Basma hattı basınç değerlerinin ölçülmesi

Kompresör üzerinde bulunan basma hattındaki basınç değeri ölçülürken Resim 4.21’de görülen yüksek basınç manometresi çıkışa bağlanır. Belli zaman aralıklarında ölçülen değerler manometre üzerinde okunarak kaydedilir.

Emme hattı ile basma hattı üzerinde gerçekleştirilen ölçümler tablo ve çizelge haline getirilerek karşılaştırılır. Soğutma çevrimin gerçekleştiği sistemde sıcaklık ve basınç değerleri kayıt altına alınarak değerlendirme için kullanılır. Böylece akışkanın soğutma üzerindeki etkileri daha sağlıklı bir biçimde elde edilmiş olur.

Basınç değerlerine bağlı olarak oluşturulan grafikler, diyagram üzerindeki değerler ile tam olarak bağdaşmayabilir. Ancak elde edilen sonuçların diyagram üzerindeki değerlere yakın olması gerekir.

Yapılan deneylerde ilk anda ölçülen sonuçlar kompresöre ani yük binmesine göre farklılık gösterebilir. Bunun için kısa vadeli sonuçlara göre değil belirli zaman aralıklarında gerçekleştirilen ölçümlere göre hareket etmek gerekir.

4.8. Akım Değerlerinin Ölçülmesi

Günümüzde teknoloji kirliliği ön plana çıkmaktadır. Buna bağlı olarak da teknolojinin tüm nimetlerini kullandığımızda küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilendiğini görmekteyiz. Kullanılan araçların büyük bir kısmı az da olsa ısı ve belli miktarda karbondioksit (CO₂) açığa çıkarmaktadır. Doğa da meydana gelen kirlilikler belli bir zaman aralığında temizlenmekte ise de insanların ürettikleri cihazlardan ve sorumsuzluluklarından dolayı ortaya çıkan atıklar telafi edilememektedir [35,40].

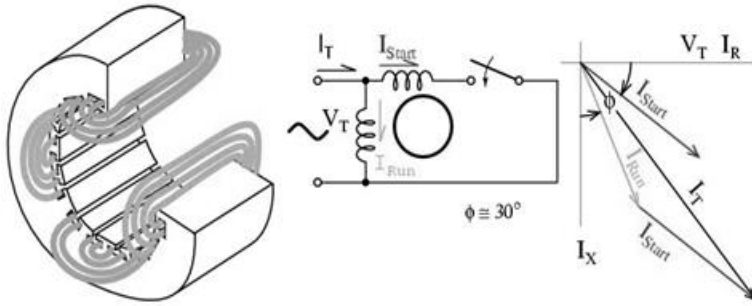


Resim 4.26. Akım ölçer

Soğutucu cihazlar seçilirken mutlaka konfor şartlarına olan etkisi ve harcamış olduğu elektrik sarfiyatı dikkate alınmalıdır. Bütün bu kriterler gerçekleştirmiş olduğumuz deney için önem arz etmektedir. Klimamızın dış ünitesi içerisinde bulunan kompresörün kalkış anındaki ve deney esnasındaki çekmiş olduğu akımı Resim 4.26'daki ampermetre veya Resim 4.27'deki pens ampermetre gibi aletlerle ölçülerek belirlenir. Cihazın zaman içerisinde çektiği akıma bakıldığında arıza olup olmadığının tespiti yapılabilir.

4.8.1. Klimanın kompresör kalkış akımı

Kompresör içerisinde bulunan stator sargılar elektrik enerjisi ile bir dönme hareketi gerçekleştirerek emme basma etkisi yaratır. Bu da kompresör içerisinde bulunan soğutucu akışkanın sistem içerisinde dolaşımını sağlar. Kompresörün ilk çalışması anında ve devam eden çalışmasında harcamış olduğu güç birbirinden farklıdır. Pasif durumdaki kompresörün harekete karşı ortaya koyduğu güç basma hattı tarafındaki basıncın oluşturduğu kuvvet çalışma anında daha çok güce ihtiyaç duyar. Kompresör imalatçıları sargıları bu güce uygun olarak seçtiklerinde sürekli çalışma halinde aşırı bir yük oluşturacağını bildikleri için iki ayrı sargılı motor geliştirmişlerdir [35].



Şekil 4.6. Kompresör ana ve yardımcı sargısı [35].

Kalkış anında, ana ve yardımcı sargı birlikte devreye girdikten sonra yardımcı sargı röle kullanılarak devreden çıkarılır. Ardından kompresör ana sargı ile hareketine devam eder. Kompresör içerisindeki motor üzerinde bulunan ana ve yardımcı sargı kısa bir süre devrede kalır. Bu esnada normal çalışma sırasında çektiği akımdan daha fazla akım çeker.

Akım ölçer ayarlanarak kompresöre enerji verilir. Gerekli ölçümler yapıldığında akım değerlerinin sürekli olarak değişkenlik gösterdiği görülür. Buna bağlı olarak ampermetre üzerinde ölçülen en yüksek değer kayıt altına alınır.



Resim 4.27. Ampermetre ile kompresör ilk kalkış akımı ölçümü [35].

Kalkış esnasındaki akım oldukça yüksek çıkıyorsa, düşünülen değerden daha fazla olduğu düşünülüyorsa içerisinde bulunan gazın basıncının dengelenmesi için belli bir süre beklenmelidir. Kompresörün kalkış anındaki değerlerine bakılarak bir değerlendirme yapmak çok sağlıklı değildir. Ancak sürekli olarak devreye girip ve çıkan soğutma sistemlerinde elektrik sarfiyatı yüksektir. Büyük kapasiteli motorların birim zamanda çektikleri akım yüksek olduğu için sistem içindeki enerji seviyelerinin düşük olmasına sebep olur. Bunun için mutlaka yönetmelikte belirlenen kurallara uyulması gerekir. Klima kompresörlerinin büyük bir kısmında kalkış anında ve devamında kapasitör kullanılmaktadır. Bu kapasitörler cihazın büyüklüğüne göre değişkenlik gösterir. Ancak üreticinin kutusundan çıkmasa dahi özellikle daimi kapasitör kullanılmalıdır. Kullanılan kompresörün gücüne göre seçilecek olan daimi kapasitör hem çekilen akımın, hem de kısa zamanlı çalışıp duran sistemlerdeki kalkış akımının azaldığı görülecektir [35,36].

4.8.2. Klimanın kompresör daimi akımı

Kompresörün daimi akımı ilk kalkış esnasında devreye giren yardımcı sargının kısa bir süre sonra devreden çıkması sonucunda oluşan akımdır. Daimi akım, sistemin çalışmasında verimi büyük ölçüde etkileyen unsurdur [35].

Soğutucuların enerji sınıflandırılmasının daha kolay anlaşılması için A++, A+, A, B, C, D gibi harfler kullanılmaktadır. Bu sınıflandırmadaki değerler arasında farklılıklar olduğu görülse de anlaşılması gereken A++ sınıfı enerji tüketen cihazların diğerlerine göre daha az enerji tüketimi gerçekleştirdiğini söyleyebiliriz. Çalışma anındaki gerilim tüm Türkiye’de aynı olduğuna göre, çekilen akım miktarını azaltmanın yolu tüketimden geçer [35,36].

Soğutma sistemlerinde kullanacağımız cihazı oluştururken içinde bulunan parçaların soğutmayı daha hızlı yapması için büyük olarak seçilmesi elektrik sarfiyatını artıracak gibi verimi de olumsuz yönde etkileyecektir. Kompresör kalkış esnasında yardımcı sargıyı da devreye sokarak gerçekleştirir. Daha sonra yardımcı sargı devreden çıkarak ana sargı ile çalışmaya devam eder. Yardımcı sargı devre dışı kaldığı için kompresör motoru daha az elektrik sarfiyatı yapacak. Sistemde kullanılacak olan motorun gücüne bağlı olarak kalkış anındaki değerler birbirinden farklı olacak şekilde gerçekleşebilir.



Resim 4.28. Ampermetre ile kompresör daimi akımı ölçümü [35]

Adıyaman ilinde özel olarak tasarlanan cihaz ile haziran ayı içerisinde belli zaman aralıklarında gerçekleştirilen deneylerde kalkış anındaki akım değerleri ölçülmüştür.

4.8.3. Klimanın elektrik tüketim miktarı

Öncelikle bilinmesi ve anlaşılması gereken nokta klimaların kapasiteleridir. Klimaların kapasiteleri BTU (British Thermal Unit) birimine göre belirlenir. Dolayısıyla BTU/h değeri yüksek bir klima, düşük olanlara göre birim zamanda daha fazla miktarda havayı ısıtabileceği ya da soğutabileceği gibi, daha fazla da elektrik tüketmiş olacaktır. Buna göre faturalarımıza yansıyan miktar da değişir.



Resim 4.29. Elektrik sayacı

Yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması ve aktarılmaması sonucunda klimanın ne kadar elektrik harcadığını Resim 4.29'daki sayaç ile belirli zaman aralıklarında ölçerek karşılaştırdık.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

9000 btu inverter split klimanın soğutma modunda çalışırken iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması sonucunda enerji tüketimi, ortama üfleme sıcaklığı, iç ünite emme sıcaklığı, dış ünite üfleme sıcaklığı, kompresör gaz çıkış basıncı, evaporatör gaz giriş ve çıkış basıncı açısından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir.

Sistemde kompresör, genleşme valfi, evaporatör(buharlaştırıcı) ve kondenser(yoğuşturucu) gibi ana elemanlar ile elektrik sayacı, sıcaklık sensörleri ve manometrelerden faydalanılmıştır. Soğutucu akışkan olarak R410A gazı kullanılmıştır. Soğutulan mekanın yüksekliği 2,8 m, toplam alanı ise 20 m²' dir. Deney setinde kullanılan klimanın bağlantı borularının çapı basma hattı için 1/4" emme hattı için ise 3/8" olarak seçilmiştir.

Çizelge 5.1. A++ 9000 btu inverter split klimanın teknik özellikleri

Teknik Özellikler		
Soğutma		
	İç Ünite	Dış Ünite
Güç Kapasite (kW)	2,6	
Güç Beslemesi (V)	220	220
Güç Sarfıyatı (W)	100-1240	
Soğutucu Akışkan	R410A	R410A
Ses Seviyesi (dBA)	40/34/30	55,5
Boyut (mm)	715x194x285	770x300x555
Ağırlık (kg)	6,8/8,9	25,2/27,4
Çalışma Sıcaklığı (°C)	10-46	-15/18
Kondenser Fanı (kW)		0,047
Evaporatör Fanı (kW)	0,022	
Kompresör (kW)		0,6

Çizelge 5.2. 9000 btu inverter split klamanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları¹

Deney No	1
İl	Adıyaman
İlçe	Merkez
Sıcaklık	T: 37 °C
Nem(iç ortam-dış ortam)	27-20%
Bulutluluk	Yok
Rüzgar Hızı ve Yönü	9 km/sa-Güney
Tarih	25.6.2019
Klima İç Ünite Sıcaklık Ayarı	17 °C
Fan Kademe Hızı	1.Kademe
Odanın Cephesi	Güneybatı
Odanın Alanı	20 m ²
Başlama Saati	13:30
Bitiş Saati	14:30

Başlangıç Değerleri		Bitiş Değerleri	
Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 11593	Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 12576
Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 21,2 Bar TCg: 36 °C	Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 24,5 Bar TCg: 42 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 18,2 Bar TEg: 30,2 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,2 Bar TEg: 10,8 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 18,2 Bar TEç: 30,2 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 8,8 Bar TEç: 6 °C
İç Ortam Sıcaklığı	To: 32 °C	İç Ortam Sıcaklığı	To: 28 °C
İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 32 °C	İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 29,8 °C
İç Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 29,3 °C	İç Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 8,6 °C
Dış Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 39,5 °C	Dış Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 37 °C
İç Ünite En Düşük ve En Yüksek Üfleme Sıcaklık Aralığı			(8,2-29,3) °C

¹ 25 Haziran 2019'da günün en sıcak zamanlarından olan saat: 13:30-14:30 arasında iç ünite yoğuşma suyunun dış üniteye aktarılması ile yapılmıştır.

Çizelge 5.3. 9000 btu inverter split klimanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları²

Deney No	2
İl	Adıyaman
İlçe	Merkez
Sıcaklık	T: 37 °C
Nem(iç ortam-dış ortam)	23-20%
Bulutluluk	Yok
Rüzgar Hızı ve Yönü	9 km/sa-Güney
Tarih	25.6.2019
Klima İç Ünite Sıcaklık Ayarı	17 °C
Fan Kademe Hızı	1.Kademe
Odanın Cephesi	Güneybatı
Odanın Alanı	20 m ²
Başlama Saati	14:30
Bitiş Saati	15:30

Başlangıç Değerleri		Bitiş Değerleri	
Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 12576	Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 13585
Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 24,5 Bar TCg: 42 °C	Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 25,2 Bar TCg: 44 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,2 Bar TEg: 10,8 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10 Bar TEg: 10 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 8,8 Bar TEç: 6 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 8,6 Bar TEç: 5,7 °C
İç Ortam Sıcaklığı	To: 28 °C	İç Ortam Sıcaklığı	To: 26 °C
İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 29,8 °C	İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 27,6 °C
İç Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 8,6 °C	İç Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 9,5 °C
Dış Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 37 °C	Dış Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 39,2 °C
İç Ünite En Düşük ve En Yüksek Üfleme Sıcaklık Aralığı			(8,1-9,7) °C

² 25 Haziran 2019'da günün en sıcak zamanlarından olan saat: 14:30-15:30 arasında iç ünite yoğuşma suyunun dış üniteye aktarılması ile yapılmıştır.

Çizelge 5.4. 9000 btu inverter split klimanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları³

Deney No	3
İl	Adıyaman
İlçe	Merkez
Sıcaklık	T: 37 °C
Nem(iç ortam-dış ortam)	27-20%
Bulutluluk	Yok
Rüzgar Hızı ve Yönü	9 km/sa-Güney
Tarih	26.6.2019
Klima İç Ünite Sıcaklık Ayarı	17 °C
Fan Kademe Hızı	1.Kademe
Odanın Cephesi	Güneybatı
Odanın Alanı	20 m ²
Başlama Saati	13:30
Bitiş Saati	14:30

Başlangıç Değerleri		Bitiş Değerleri	
Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 13590	Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 14578
Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 21,2 Bar TCg: 36 °C	Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 26,4 Bar TCg: 45 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 18,2 Bar TEg: 30,2 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,3 Bar TEg: 11 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 18,2 Bar TEç: 30,2 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 9,2 Bar TEç: 8,5 °C
İç Ortam Sıcaklığı	To: 32 °C	İç Ortam Sıcaklığı	To: 28,6 °C
İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 32 °C	İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 30,4 °C
İç Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 29,3 °C	İç Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 8,8 °C
Dış Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 39,6 °C	Dış Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 38 °C
İç Ünite En Düşük ve En Yüksek Üfleme Sıcaklık Aralığı			(8,3-29,3) °C

³ 26 Haziran 2019'da günün en sıcak zamanlarından olan saat:13:30-14:30 arasında iç ünite yoğuşma suyunun dış üniteye aktarılmadan yapılmıştır

Çizelge 5.5. 9000 btu inverter split klamanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları⁴

Deney No	4
İl	Adıyaman
İlçe	Merkez
Sıcaklık	T: 37 °C
Nem(iç ortam-dış ortam)	23-20%
Bulutluluk	Yok
Rüzgar Hızı ve Yönü	9 km/sa-Güney
Tarih	26.6.2019
Klima İç Ünite Sıcaklık Ayarı	17 °C
Fan Kademe Hızı	1.Kademe
Odanın Cephesi	Güneybatı
Odanın Alanı	20 m ²
Başlama Saati	14:30
Bitiş Saati	15:30

Başlangıç Değerleri		Bitiş Değerleri	
Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 14578	Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 15610
Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 26,4 Bar TCg: 45 °C	Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 27 Bar TCg: 47,1 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,3 Bar TEg: 11 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,2 Bar TEg: 10,8 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 9,2 Bar TEç: 8,5 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 8,9 Bar TEç: 6,2 °C
İç Ortam Sıcaklığı	To: 28,6 °C	İç Ortam Sıcaklığı	To: 27 °C
İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 30,4 °C	İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 28,6 °C
İç Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 8,8 °C	İç Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 9,7 °C
Dış Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 38 °C	Dış Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 40,1 °C
İç Ünite En Düşük ve En Yüksek Üfleme Sıcaklık Aralığı			(8,2-9,8) °C

⁴ 26 Haziran 2019'da günün en sıcak zamanlarından olan saat:14:30-15:30 arasında iç ünite yoğuşma suyunun dış üniteye aktarılmadan yapılmıştır.

Çizelge 5.6. 9000 btu inverter split klamanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları⁵

Deney No	5
İl	Adıyaman
İlçe	Merkez
Sıcaklık	T: 39 °C
Nem(iç ortam-dış ortam)	25-16%
Bulutluluk	Yok
Rüzgar Hızı ve Yönü	4 km/sa-Kuzeydoğu
Tarih	27.6.2019
Klima İç Ünite Sıcaklık Ayarı	17 °C
Fan Kademe Hızı	1.Kademe
Odanın Cephesi	Güneybatı
Odanın Alanı	20 m ² Atölye
Başlama Saati	13:30
Bitiş Saati	14:30

Başlangıç Değerleri		Bitiş Değerleri	
Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 15638	Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 16636
Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 23 Bar TCg: 39 °C	Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 29 Bar TCg: 49,8 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 18 Bar TEg: 30 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10 Bar TEg: 10 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 18 Bar TEç: 30 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 9,1 Bar TEç: 8,4 °C
İç Ortam Sıcaklığı	To: 34 °C	İç Ortam Sıcaklığı	To: 31 °C
İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 34 °C	İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 32,8 °C
İç Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 31,2 °C	İç Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 9,4 °C
Dış Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 42 °C	Dış Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 37,2 °C
İç Ünite En Düşük ve En Yüksek Üfleme Sıcaklık Aralığı			(9-31,2) °C

⁵ 27 Haziran 2019'da günün en sıcak zamanlarından olan saat:13:30-14:30 arasında iç ünite yoğuşma suyunun dış üniteye aktarılması ile yapılmıştır.

Çizelge 5.7. 9000 btu inverter split klamanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları⁶

Deney No	6
İl	Adıyaman
İlçe	Merkez
Sıcaklık	T: 39 °C
Nem(iç ortam-dış ortam)	21-16%
Bulutluluk	Yok
Rüzgar Hızı ve Yönü	4 km/sa-Kuzeydoğu
Tarih	27.6.2019
Klima İç Ünite Sıcaklık Ayarı	17 °C
Fan Kademe Hızı	1.Kademe
Odanın Cephesi	Güneybatı
Odanın Alanı	20 m ² Atölye
Başlama Saati	14:30
Bitiş Saati	15:30

Başlangıç Değerleri		Bitiş Değerleri	
Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 16636	Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 17686
Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 29 Bar TCg: 49,8 °C	Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 29,4 Bar TCg: 50 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10 Bar TEg: 10 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,3 Bar TEg: 11 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 9,1 Bar TEç: 8,4 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 8,9 Bar TEç: 6,2 °C
İç Ortam Sıcaklığı	To: 31 °C	İç Ortam Sıcaklığı	To: 29,4 °C
İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 32,8 °C	İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 31 °C
İç Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 9,4 °C	İç Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 10 °C
Dış Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 37,2 °C	Dış Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 40,1 °C
İç Ünite En Düşük ve En Yüksek Üfleme Sıcaklık Aralığı			(9-10,7) °C

⁶ 27 Haziran 2019'da günün en sıcak zamanlarından olan saat:14:30-15:30 arasında iç ünite yoğuşma suyunun dış üniteye aktarılması ile yapılmıştır.

Çizelge 5.8. 9000 btu inverter split klimanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları⁷

Deney No	7
İl	Adıyaman
İlçe	Merkez
Sıcaklık	T: 39 °C
Nem(iç ortam-dış ortam)	25-16%
Bulutluluk	Yok
Rüzgar Hızı ve Yönü	4 km/sa-Kuzeydoğu
Tarih	28.6.2019
Klima İç Ünite Sıcaklık Ayarı	17 °C
Fan Kademe Hızı	1.Kademe
Odanın Cephesi	Güneybatı
Odanın Alanı	20 m ²
Başlama Saati	13:30
Bitiş Saati	14:30

Başlangıç Değerleri		Bitiş Değerleri	
Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 17691	Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 18698
Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 23 Bar TCg: 39 °C	Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 29,2 Bar TCg: 49,9 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 18 Bar TEg: 30 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,3 Bar TEg: 11 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 18 Bar TEç: 30 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 9,2 Bar TEç: 8,7 °C
İç Ortam Sıcaklığı	To: 34 °C	İç Ortam Sıcaklığı	To: 31,4 °C
İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 34 °C	İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 33,2 °C
İç Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 31,2 °C	İç Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 9,6 °C
Dış Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 42 °C	Dış Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 39,6 °C
İç Ünite En Düşük ve En Yüksek Üfleme Sıcaklık Aralığı			(9-31,2) °C

⁷ 28 Haziran 2019'da günün en sıcak zamanlarından olan saat:14:30-15:30 arasında iç ünite yoğuşma suyunun dış üniteye aktarılmadan yapılmıştır.

Çizelge 5.9. 9000 btu inverter split klimanın iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerine aktarılması sonucu oluşan deney sonuçları⁸

Deney No	8
İl	Adıyaman
İlçe	Merkez
Sıcaklık	T: 39 °C
Nem(iç ortam-dış ortam)	21-16%
Bulutluluk	Yok
Rüzgar Hızı ve Yönü	4 km/sa-Kuzeydoğu
Tarih	28.6.2019
Klima İç Ünite Sıcaklık Ayarı	17 °C
Fan Kademe Hızı	1.Kademe
Odanın Cephesi	Güneybatı
Odanın Alanı	20 m ²
Başlama Saati	14:30
Bitiş Saati	15:30

Başlangıç Değerleri		Bitiş Değerleri	
Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 18698	Elektrik Sayacı (w/h)	ET: 19800
Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 29,2 Bar TCg: 49,9 °C	Yüksek Basınç Manometresi [Kondenser Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PCg: 31,8 Bar TCg: 53 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,3 Bar TEg: 11 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Giriş Basıncı ve Sıcaklığı]	PEg: 10,4 Bar TEg: 11,2 °C
Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 9,2 Bar TEç: 8,7 °C	Alçak Basınç Manometresi [Evaporatör Çıkış Basıncı ve Sıcaklığı]	PEç: 8,9 Bar TEç: 6,2 °C
İç Ortam Sıcaklığı	To: 31,4 °C	İç Ortam Sıcaklığı	To: 30,4 °C
İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 33,2 °C	İç Ünite Emme Sıcaklığı	Tevap1: 31,9 °C
İç Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 9,6 °C	İç Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tevap2: 10,4 °C
Dış Ünite Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 39,6 °C	Dış Ünite En Son Üfleme Sıcaklığı	Tcon: 41,3 °C
İç Ünite En Düşük ve En Yüksek Üfleme Sıcaklık Aralığı			(9,2-11,6) °C

⁸ 28 Haziran 2019'da günün en sıcak zamanlarından olan saat:14:30-15:30 arasında iç ünite yoğuşma suyunun dış üniteye aktarılmadan yapılmıştır.

Çizelge 5.1'deki teknik özellikler deneylerde kullanılan A++ 9000 BTU inverter split klimate aittir. Bu özellikler klimateyi üreten yetkili firma tarafından belirlenmiştir.

Ülkemizde klimalar özellikle Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu gibi sıcak iklim bölgelerinde fazla elektrik sarfiyatı tüketmektedirler. Buna bağlı olarak da klimaların performanslarında belli bir düşüş meydana gelmektedir. Klima iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne üzerine aktararak yüksek enerji tüketimini azaltmak ve klimate performans parametrelerini elde etmek için Çizelge 5.2, Çizelge 5.3, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5, Çizelge 5.6, Çizelge 5.7, Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9'da belirtilen özelliklere göre deneysel çalışmalar yapılmıştır.

Adıyaman ilinde Haziran 2019 ayı içerisinde dış hava sıcaklığının 37 °C ile 39 °C olduğu günlerde klimate performansını karşılaştırmak için deneyler dış havadaki nemin %16 ile 20 arasında ve iç havadaki nemin %21 ile 27 arasında olduğu şartlarda gerçekleştirilmiştir. Çizelgelerde elektrik tüketim değerleri, iç ünite üfleme sıcaklığı, dış ünite üfleme sıcaklığı, alçak ve yüksek basınç değerleri gibi belirleyici değerler yer almaktadır. Bu değerler kullanılarak verimlilik ve performans üzerindeki etkiler analiz edilmiştir.

5.1. Elektrik Sarfiyatının Değerlendirilmesi

Çizelge 5.10. Sistemin sulu ve susuz olarak çalıştırılması sonucunda harcamış olduğu elektrik sarfiyatı tablosu

Gün	Hava Sıcaklığı: 37 °C			
	Saat: 13:30/14:30		Saat: 14:30/15:30	
	Sulu Sistem Elektrik Tük. (W)	Susuz Sistem Elektrik Tük. (W)	Sulu Sistem Elektrik Tük. (W)	Susuz Sistem Elektrik Tük. (W)
1.Gün	ET: 983		ET: 1009	
2.Gün		ET: 988		ET: 1032
Fark (Susuz-Sulu)	5		23	

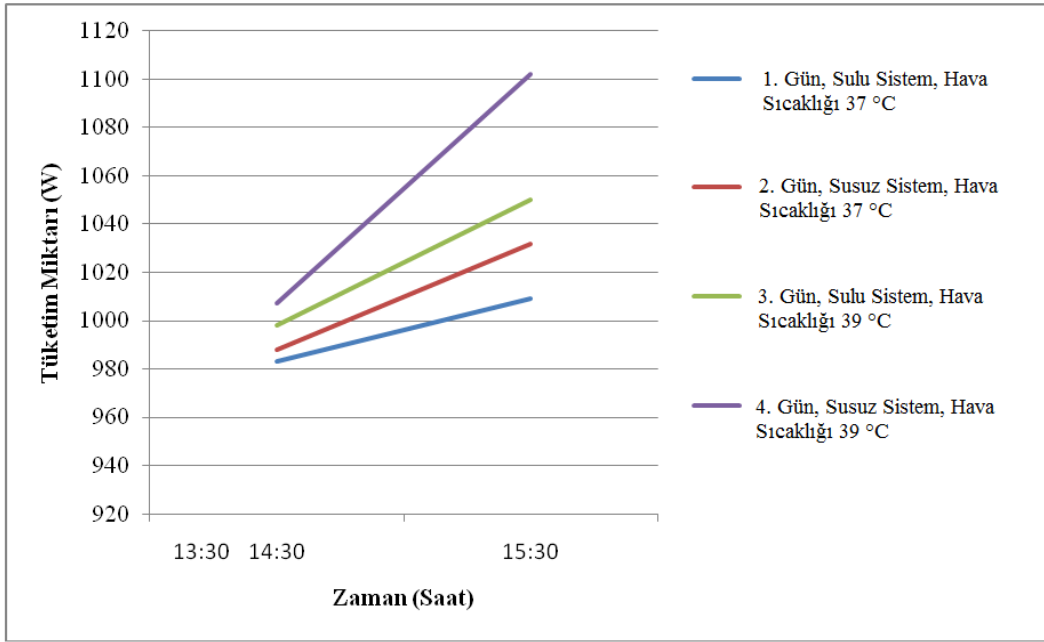
Çizelge 5.11. Sistemin sulu ve susuz olarak çalıştırılması sonucunda harcamış olduğu elektrik sarfiyatı tablosu

Gün	Hava Sıcaklığı: 39 °C			
	Saat: 13:30/14:30		Saat: 14:30/15:30	
	Sulu Sistem Elektrik Tük. (W)	Susuz Sistem Elektrik Tük. (W)	Sulu Sistem Elektrik Tük. (W)	Susuz Sistem Elektrik Tük. (W)
3.Gün	E _T : 998		E _T : 1050	
4.Gün		E _T : 1007		E _T : 1102
Fark (Susuz-Sulu)	E _T : 9		E _T : 52	

Çizelge 5.10 ve 5.11’de klima iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması ile yapılan deneye sulu sistem, aktarılmadan yapılan deneye ise susuz sistem denilmiştir. Çizelge 5.10’da hava sıcaklığının 37 °C olduğu 25 Haziran 2019 ile 26 Haziran 2019 günlerinde saat: 13:30 ile 14:30 arasında gerçekleştirilen çalışmalarda sulu ve susuz sistem olarak yapılan deneylerde ilk veriler, saat: 14:30 ile 15:30 arasında yapılan deneylerde ise ikinci veriler elde edilmiştir.

Çizelge 5.10’daki değerlere baktığımızda sulu sistemde yapılan deneylerin elektrik tüketimi üzerinde az da olsa etkisinin olduğu görülmüştür. Saat: 13:30 ile 14:30 arasında yapılan sulu sistem deneyi, susuz sisteme göre 5 W daha az enerji harcayarak % 0,51’lik tasarruf sağlamış, deneylere devam edildiğinde ise saat: 14:30 ile 15:30 arasında alınan sonuçlarda 23 W’lık bir fark oluşarak % 2,23’lük bir tasarruf elde edilmiştir. Çizelge 5.11’de hava sıcaklığının 39 °C olduğu 27 Haziran 2019 ile 28 Haziran 2019 günlerinde sulu ve susuz sistem olarak saat: 13:30 ile 14:30 arasında yapılan deneylerde ise sulu sistem susuz sisteme göre 9 W daha az enerji harcayarak % 0,89’luk tasarruf sağlamış, deneylere devam edildiğinde ise saat: 14:30 ile 15:30 arasında alınan sonuçlarda da 52 W’lık bir fark oluşarak % 4,72’lik bir tasarruf elde edilmiştir.

Her iki deneye bakıldığında iç ünite yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörü üzerindeki etkisi ve buna bağlı olarak da elektrik sarfiyatındaki azalma görülmüştür.



Şekil 5.1. Elektrik sarfiyatı çizgi grafiği

Şekil 5.1’de hava sıcaklığının 37 °C ve 39 °C olduğu günlerde saat:13:30 ile 15:30 arasında klima iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılacak ve aktarılmadan yapılan deneyler sonucunda harcamış olduğu elektrik sarfiyatı görülmektedir. Bu deneyler Çizelge 5.2, Çizelge 5.3, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5, Çizelge 5.6, Çizelge 5.7, Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9’da yer alan şartlar doğrultusunda yapılmıştır. Şekil 5.1’deki grafiğe baktığımızda deney seti saat: 13:30’da hava sıcaklığının en yüksek olduğu zaman diliminde çalıştırılmış, saat: 14:30’da ise elektrik tüketimi bakımından ilk veriler elde edilmiştir. İç ünite eşanjörü üzerindeki yoğuşma suyu geç olduğu için ilk bir saatlik dilimde fazla bir verim elde edilememiştir. Bunun akabinde saat:14:30 ile 15:30 arasında yapılan deneyde yoğuşma suyundaki artıştan dolayı elde edilen verim artmıştır.

Şekil 5.1’deki grafik detaylı bir şekilde incelendiğinde sulu ve susuz sistem olarak yapılan deneylerdeki elektrik tüketimi zamana bağlı olarak değişmektedir. Klima iç ünite eşanjöründe oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması sonucunda elde edilen veriler zamana bağlı olarak değişkenlik gösterdiği için yoğuşma suyu ile elektrik sarfiyatının birbirinden bağımsız olmadığını göstermektedir.

Akdeniz ve Ege Bölgelerimizdeki nem miktarı Güneydoğu Anadolu Bölgesine göre daha fazla olduğu için yoğuşma suyundaki artışa bağlı olarak elektrik sarfiyatının da azalacağı tahmin edilmektedir.

5.2. İç Ünite Üfleme Sıcaklıklarının Değerlendirilmesi

Çizelge 5.12. Sulu sistemde iç ünite üfleme sıcaklık değerleri

Tarih	Saat: 13:30/15:30		
	Dış Hava Sıcaklığı T: 37 °C		
	Zaman (Dk)	En Düşük Üfleme Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Üfleme Sıcaklığı (°C)
25.06.2019	0- 5	9,8	29,3
25.06.2019	5-10	9,1	10,4
25.06.2019	10-15	9,2	9,6
25.06.2019	15-20	9,1	9,7
25.06.2019	20-25	8,8	9,5
25.06.2019	25-30	9	9,5
25.06.2019	30-35	9,1	9,6
25.06.2019	35-40	8,2	9,2
25.06.2019	40-45	8,4	9,4
25.06.2019	45-50	8,8	9,2
25.06.2019	50-55	8,7	9,2
25.06.2019	55-60	8,2	9,2
25.06.2019	60-65	8,9	9,5
25.06.2019	65-70	9,1	9,7
25.06.2019	70-75	9	9,5
25.06.2019	75-80	9,1	9,7
25.06.2019	80-85	8,7	9,5
25.06.2019	85-90	8,3	9,6
25.06.2019	90-95	9,3	9,7
25.06.2019	95-100	8,6	9,7
25.06.2019	100-105	8,1	8,6
25.06.2019	105-110	8,2	8,8
25.06.2019	110-115	8,2	9,6
25.06.2019	115-120	8,8	9,5

Çizelge 5.13. Susuz sistemde iç ünite üfleme sıcaklık değerleri

Tarih	Saat: 13:30/15:30		
	Dış Hava Sıcaklığı T: 37 °C		
	Zaman (Dk)	En Düşük Üfleme Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Üfleme Sıcaklığı (°C)
26.06.2019	0- 5	9,8	29,3
26.06.2019	5-10	9,1	10,5
26.06.2019	10-15	9,2	9,6
26.06.2019	15-20	9,1	9,8
26.06.2019	20-25	8,8	9,5
26.06.2019	25-30	9	9,5
26.06.2019	30-35	9,2	9,7
26.06.2019	35-40	8,4	9,5
26.06.2019	40-45	8,4	9,4
26.06.2019	45-50	9	9,5
26.06.2019	50-55	9,1	9,5
26.06.2019	55-60	8,3	9,5
26.06.2019	60-65	9,1	9,5
26.06.2019	65-70	9,1	9,7
26.06.2019	70-75	9,3	9,6
26.06.2019	75-80	9,1	9,8
26.06.2019	80-85	9,2	9,6
26.06.2019	85-90	9,1	9,7
26.06.2019	90-95	9,5	9,8
26.06.2019	95-100	9,2	9,8
26.06.2019	100-105	9,2	9,5
26.06.2019	105-110	9,2	9,7
26.06.2019	110-115	8,2	9,6
26.06.2019	115-120	9	9,8

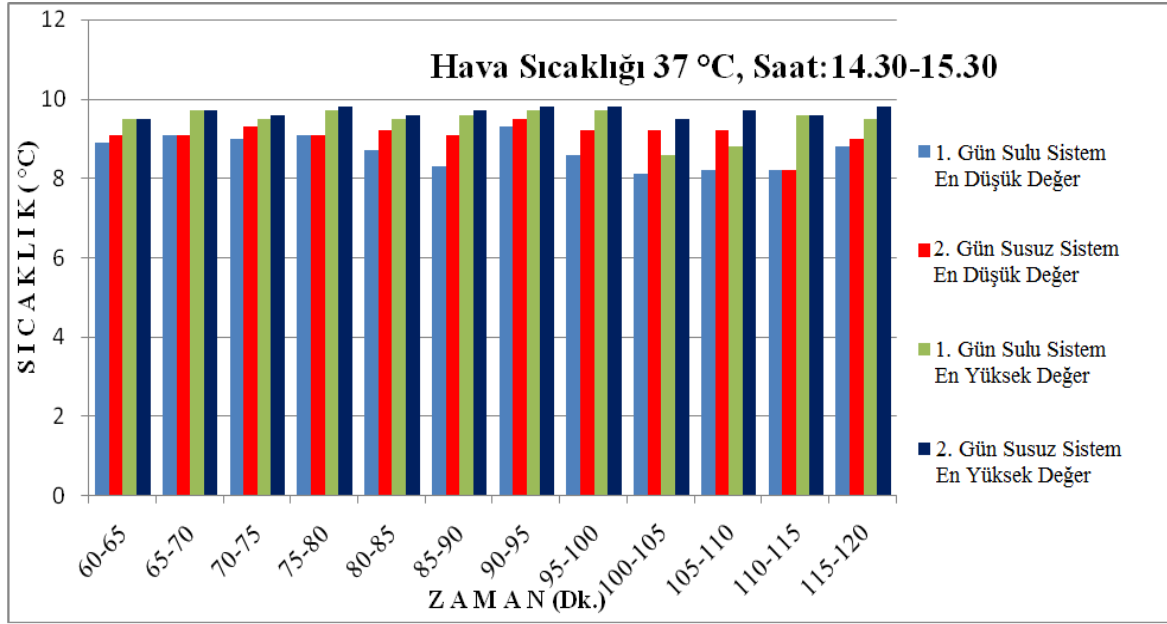
Çizelge 5.14. Sulu sistemde iç ünite üfleme sıcaklık değerleri

Tarih	Saat: 13:30/15:30		
	Dış Hava Sıcaklığı T: 39 °C		
	Zaman (Dk)	En Düşük Üfleme Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Üfleme Sıcaklığı (°C)
27.06.2019	0- 5	9,6	31,2
27.06.2019	5-10	9,2	9,7
27.06.2019	10-15	9,1	9,7
27.06.2019	15-20	9,1	9,6
27.06.2019	20-25	9,2	9,6
27.06.2019	25-30	9,1	9,6
27.06.2019	30-35	9,5	9,9
27.06.2019	35-40	9	10,1
27.06.2019	40-45	9,2	10,4
27.06.2019	45-50	9,2	9,7
27.06.2019	50-55	9,1	10,5
27.06.2019	55-60	9,3	10,1
27.06.2019	60-65	9,3	9,7
27.06.2019	65-70	9,2	9,7
27.06.2019	70-75	9,2	9,6
27.06.2019	75-80	9,2	10,1
27.06.2019	80-85	9	10,2
27.06.2019	85-90	9,1	10,2
27.06.2019	90-95	9,2	10,4
27.06.2019	95-100	9	10,5
27.06.2019	100-105	9,2	10,7
27.06.2019	105-110	9,1	10,2
27.06.2019	110-115	9,3	10,4
27.06.2019	115-120	9,2	10,1

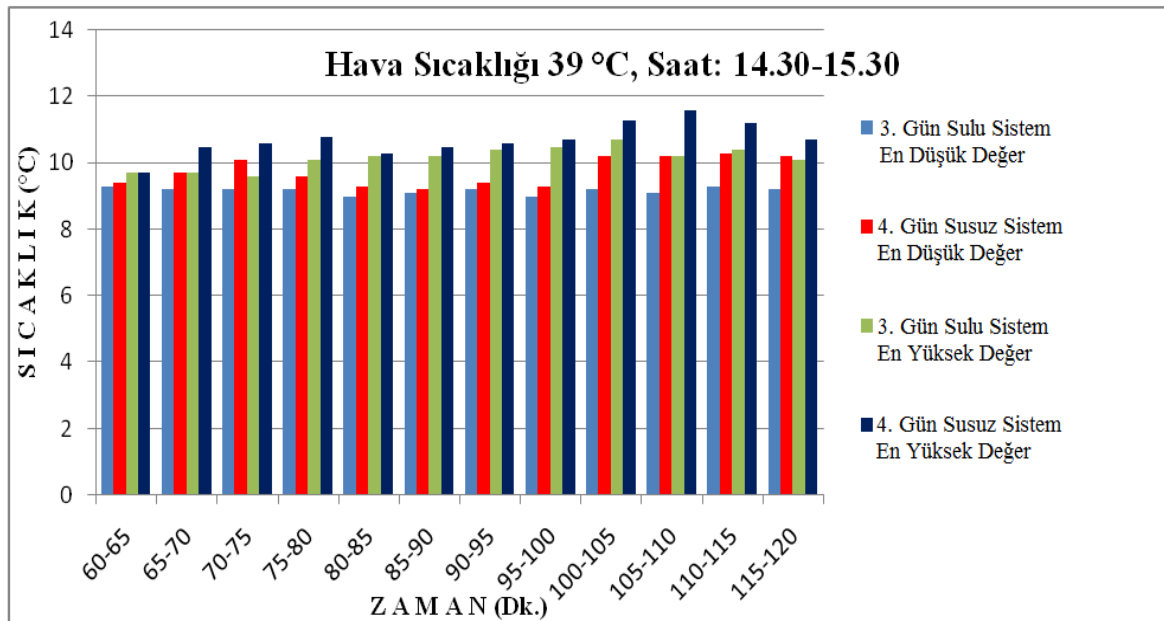
Çizelge 5.15. Susuz sistemde iç ünite üfleme sıcaklık değerleri

Tarih	Saat: 13:30/15:30		
	Dış Hava Sıcaklığı T: 39 °C		
	Zaman (Dk)	En Düşük Üfleme Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Üfleme Sıcaklığı (°C)
28.06.2019	0- 5	9,6	31,2
28.06.2019	5-10	9,2	9,7
28.06.2019	10-15	9	9,8
28.06.2019	15-20	9,2	9,6
28.06.2019	20-25	9,2	9,7
28.06.2019	25-30	9,1	9,6
28.06.2019	30-35	9,6	10,2
28.06.2019	35-40	9,3	10,4
28.06.2019	40-45	9,7	10,7
28.06.2019	45-50	9,6	10,5
28.06.2019	50-55	9,3	10,7
28.06.2019	55-60	9,4	10,7
28.06.2019	60-65	9,4	9,7
28.06.2019	65-70	9,7	10,5
28.06.2019	70-75	10,1	10,6
28.06.2019	75-80	9,6	10,8
28.06.2019	80-85	9,3	10,3
28.06.2019	85-90	9,2	10,5
28.06.2019	90-95	9,4	10,6
28.06.2019	95-100	9,3	10,7
28.06.2019	100-105	10,2	11,3
28.06.2019	105-110	10,2	11,6
28.06.2019	110-115	10,3	11,2
28.06.2019	115-120	10,2	10,7

Çizelge 5.12, 5.13, 5.14 ve 5.15’de, deney setinde kullandığımız klimanın iç ünite içerisindeki radyal fanın önüne yerleştirilen sıcaklık sensörü ile elde edilen üfleme sıcaklık değerleri bulunmaktadır. Bu değerler Çizelge 5.2, Çizelge 5.3, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5, Çizelge 5.6, Çizelge 5.7, Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9’daki şartlar doğrultusunda gerçekleştirilen deneyler sonucunda elde edilmiştir.



Şekil 5.2. İç ünite üfleme sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi



Şekil 5.3. İç ünite üfleme sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi

Şekil 5.2’de hava sıcaklığının 37 °C, Şekil 5.3’de de hava sıcaklığının 39 °C olduğu günlerde iç ünite eşanjöründe oluşan yoğunlaşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması ve aktarılmaması sonucunda gerçekleştirilen 1, 2, 3 ve 4.gün deneylerde en düşük ve en yüksek iç ünite üfleme sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi görülmektedir. Saat: 13:30 ile 15:30 arasında gerçekleştirilen deneyler 5’er dakika arayla kaydedilerek Çizelge 5.12, 5.13, 5.14 ve 5.15’de belirtilmiştir. Saat: 13:30 ile 14:30 arasındaki değerler 0-60 dakika, 14:30 ile 15:30 arasındaki değerler ise 60-120 dakika olarak girilmiştir.

Çizelge 5.12, 5.13, 5.14 ve 5.15’te iç ünite üfleme sıcaklıkları sürekli değişkenlik göstermektedir. Hava sıcaklığının 39 °C olduğu günlerde yapılan deneylerde nemin düşük olmasından dolayı iç ünite üfleme sıcaklık değerleri, havanın 37 °C olduğu günlerde yapılan deneylerden daha yüksek olduğu Çizelge 5.12, 5.13, 5.14 ve 5.15’e bakıldığında görülmektedir. Ayrıca, saat:13:30 ile 14:30 arasında sulu ve susuz yapılan deneylerdeki değerlerde iç ünite üfleme sıcaklıkları arasındaki farkın fazla olmadığı da görülmektedir. Bundan dolayı Şekil 5.2 ve Şekil 5.3’deki grafik, saat:14:30 ile 15:30 arasındaki değerler ışığında oluşturulmuştur. Şekil 5.2’de yer alan grafikte mavi renkli sütunlar hava sıcaklığının 37 °C olduğu sulu sistemdeki en düşük üfleme sıcaklık değerlerini, kırmızı renkli sütunlar susuz sistemdeki en düşük üfleme sıcaklık değerlerini göstermektedir. Yeşil renkli sütunlar hava sıcaklığının 39 °C olduğu sulu sistemdeki en yüksek üfleme sıcaklık değerlerini ve lacivert renkli sütunlar da susuz sistemdeki en yüksek üfleme sıcaklık değerlerini göstermektedir. Buna göre aynı ortam ve şartlarda gerçekleştirilen mavi sütun ile kırmızı sütun, diğer aynı ortam ve şartlarda gerçekleştirilen yeşil sütun ile lacivert sütun karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Şekil 5.2 ve Şekil 5.3’de saat: 14:30 ile 15:30 arasında klima iç ünite eşanjörü üzerindeki yoğunlaşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması sonucu oluşan üfleme sıcaklık değerleri, susuz sisteme göre daha düşük sıcaklıkta seyir etmiştir. Bunu grafiğe baktığımızda mavi sütunun kırmızı sütundan, yeşil sütunun da lacivert sütundan düşük olmasından anlayabiliriz. Çizelge 5.2’e bakıldığında sulu sistem ile soğutulan odanın sıcaklığı ilk olarak 28 °C’a, ardından Çizelge 5.3’de ise 26 °C’a kadar düşürülmüştür. Çizelge 5.4’e bakıldığında ise susuz sistem ile soğutulan odanın sıcaklığı ilk olarak 28,6 °C’a, ardından Çizelge 5.5’de ise 27 °C’a kadar düşürülmüştür. Çizelge 5.6’ya bakıldığında sulu sistem ile soğutulan odanın sıcaklığı ilk olarak 31 °C’a, ardından Çizelge 5.7’de ise 29,4 °C’a kadar düşürülmüştür. Çizelge 5.8’e bakıldığında ise susuz sistem ile soğutulan odanın sıcaklığı

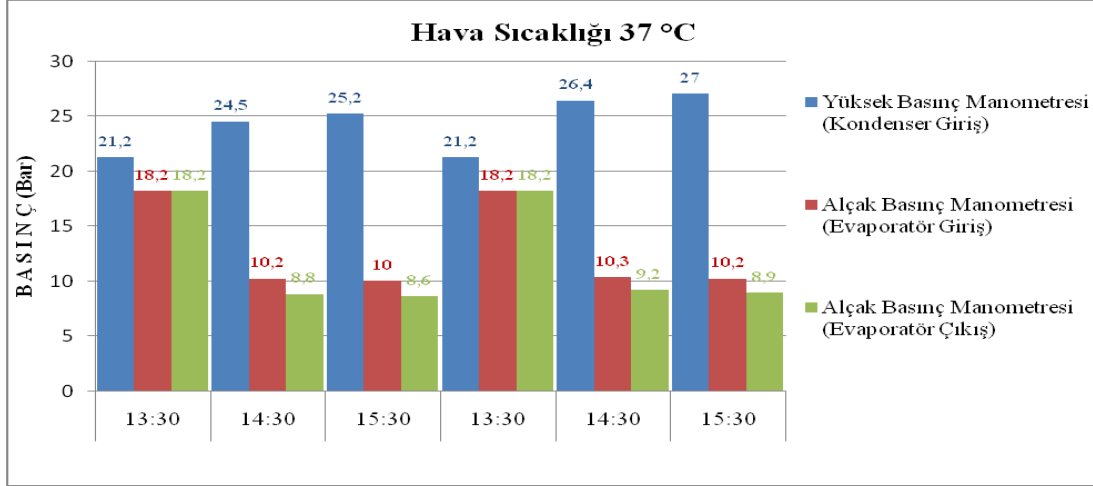
ilk olarak 31,4 °C'a, ardından Çizelge 5.9'da ise 30,4 °C'a kadar düşürülmüştür. En son olarak iç ünite üfleme sıcaklıkları karşılaştırıldığında sulu sistemdeki odanın sıcaklığı diğerinden 1 °C daha düşük olduğu görülmektedir. Bu da gösteriyor ki iç ünite eşanjöründe oluşan yoğunlaşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması, iç ünite üfleme sıcaklığını pozitif yönde etkilemektedir.

5.3. Alçak ve Yüksek Basınç Değerlerinin Değerlendirilmesi

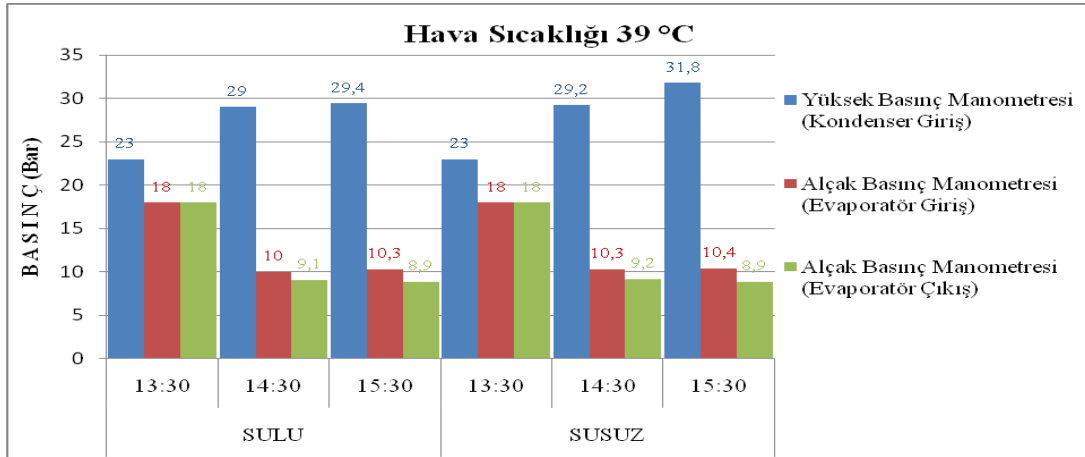
Çizelge 5.16'da deney setinin sulu ve susuz olarak çalıştırılması sonucunda belli zamanlar içerisinde oluşan basınç değerleri görülmektedir. 1, 2, 3 ve 4. deneylerde alçak ve yüksek basınç manometrelerindeki değişiklikler tablo halinde verilmiştir.

Çizelge 5.16. Sistemin sulu ve susuz olarak çalıştırılması sonucunda zaman içerisindeki basınç değerleri

Sistemin Çalışma Hali	Tarih	Saat	P= Basınç (Bar)		
			Yüksek Basınç Manometresi (Kondenser Giriş) PCg	Alçak Basınç Manometresi (Evaporatör Giriş) PEg	Alçak Basınç Manometresi (Evaporatör Çıkış) PEç
Sulu	25.06.2019	13:30	21,2	18,2	18,2
		14:30	24,5	10,2	8,8
		15:30	25,2	10	8,6
Susuz	26.06.2019	13:30	21,2	18,2	18,2
		14:30	26,4	10,3	9,2
		15:30	27	10,2	8,9
Sulu	27.06.2019	13:30	23	18	18
		14:30	29	10	9,1
		15:30	29,4	10,3	8,9
Susuz	28.06.2019	13:30	23	18	18
		14:30	29,2	10,3	9,2
		15:30	31,8	10,4	8,9



Şekil 5.4. Yüksek basınç, alçak basınç değerlerinin zamana göre değişimi



Şekil 5.5. Yüksek basınç, alçak basınç değerlerinin zamana göre değişimi

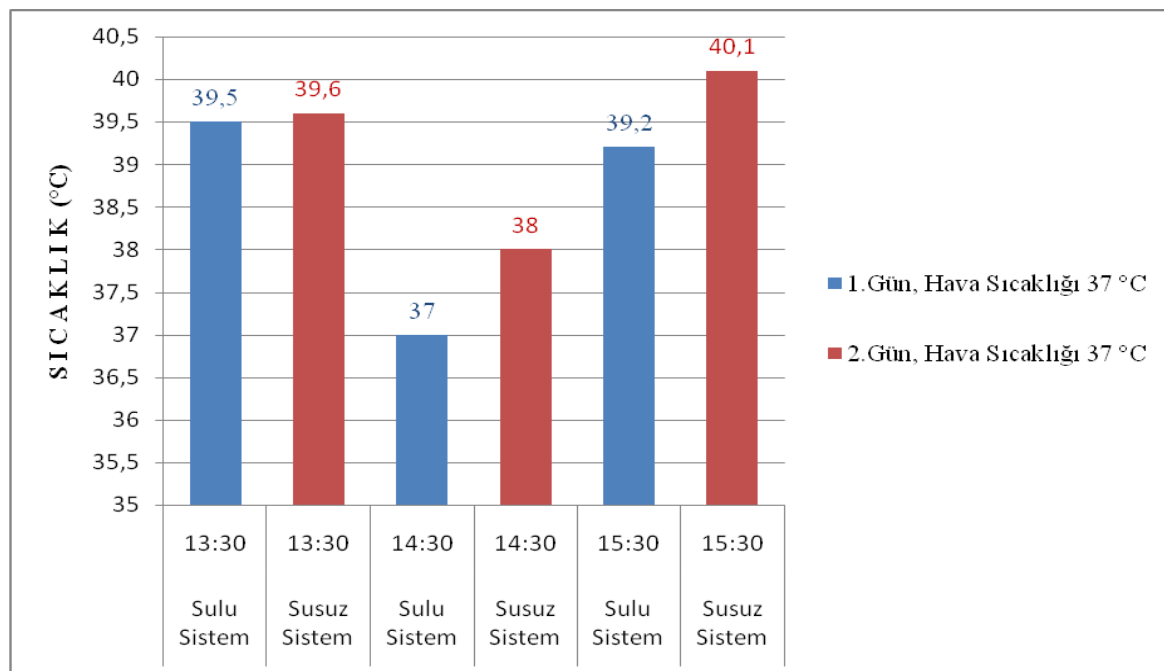
Şekil 5.4’de hava sıcaklığının 37 °C olduğu günlerde klima iç ünite eşanjörü üzerindeki yoğunlaşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması sonucu 1. deney, aktarılmadan ise 2. deney yapılmıştır. Şekil 5.5’te ise hava sıcaklığının 39 °C olduğu günlerde klima iç ünite eşanjörü üzerindeki yoğunlaşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılması sonucu 3. deney, aktarılmadan ise 4. deney yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda saat: 13:30, 14:30 ve 15:30’da yüksek basınç manometresi (kondenser giriş), alçak basınç manometresi (evaporatör giriş) ve alçak basınç manometresi (evaporatör çıkış)’nde okunan değerler Şekil 5.4 ile 5.5’te sütun grafiğine dönüştürülmüştür. Bu grafiğe baktığımızda sululu ve susuz sistem olarak çalışan deney setinde, manometrelerdeki farkın saat:14:30 ile 15:30’da olduğu görülmektedir. Sıcaklık ile basınç doğru orantılı olduğundan basınçlardaki değişim üfleme sıcaklıklarındaki değişimi etkilemektedir.

5.4. Dış Ünite Üfleme Sıcaklıklarının Değerlendirilmesi

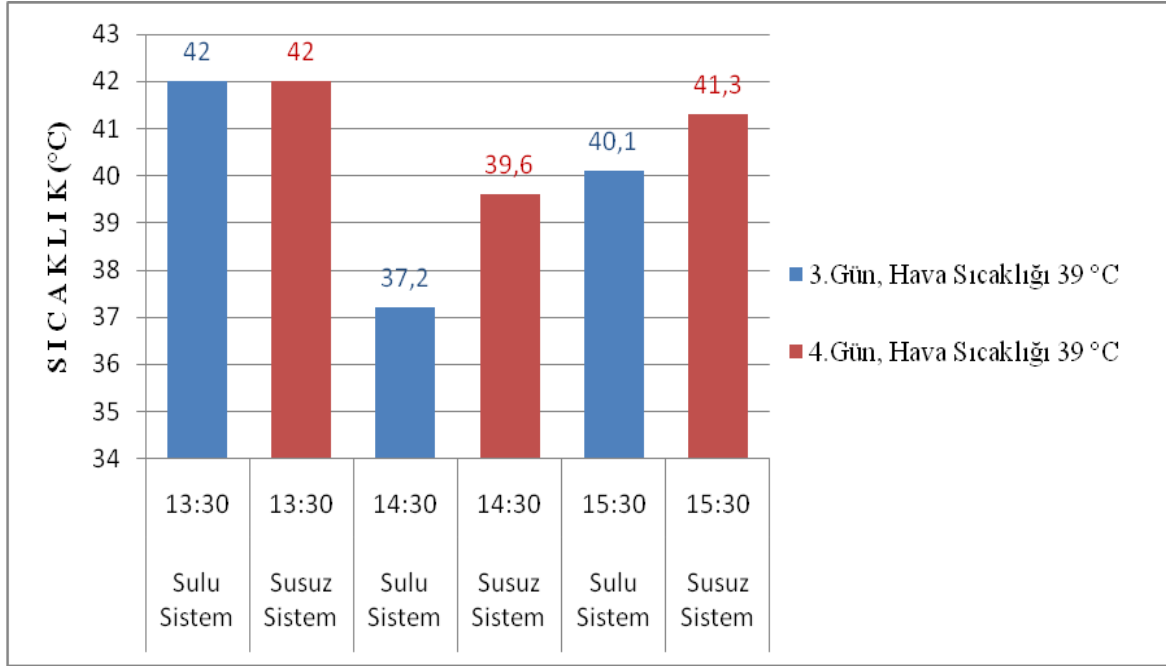
Çizelge 5.17. Sulu ve susuz sistemdeki klimanın dış ünite üfleme sıcaklık değerleri

Sistemin Çalışma Hali	Tarih	Saat	Dış ünite Üfleme sıcaklığı (°C) T_{Con}
Sulu	25.06.2019	13:30	39,5
		14:30	37
		15:30	39,2
Susuz	26.06.2019	13:30	39,6
		14:30	38
		15:30	40,1
Sulu	27.06.2019	13:30	42
		14:30	37,2
		15:30	40,1
Susuz	28.06.2019	13:30	42
		14:30	39,6
		15:30	41,3

Çizelge 5.17’de deney setinin sulu ve susuz sistem olarak çalıştırılması sonucunda belli zamanlar içerisinde oluşan sıcaklık değerleri görülmektedir. 1, 2, 3 ve 4. deneylerde saat: 13:30, 14:30 ve 15:30’da dış ünite üfleme sıcaklıklarında ölçülen değerler tablo halinde verilmiştir.



Şekil 5.6. Dış ünite üfleme sıcaklığının zamana göre sütun grafiği



Şekil 5.7. Dış ünite üfleme sıcaklığının zamana göre sütun grafiği

Şekil 5.6'da hava sıcaklığının 37 °C olduğu, Şekil 5.7'de ise hava sıcaklığının 39 °C olduğu günlerde sulu ve susuz sistem olarak yapılan deneylerde dış ünite üfleme sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi verilmiştir. Şekil 5.6'ya baktığımızda sulu sistemdeki dış ünite üfleme sıcaklık değerleri susuz sisteme göre daha düşüktür. Aynı şekilde Şekil 5.7'de de sulu sistemdeki dış ünite üfleme sıcaklık değerleri susuz sisteme göre daha düşüktür. Buradan da anlaşılacağı gibi klima iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğunlaşma suyu dış ünite eşanjörüne aktarıldığında dış ünitenin üfleme sıcaklık değerleri buna bağlı olarak düşmektedir. Böylece, yapmış olduğumuz deney seti ile dış ünite eşanjörünün sıcaklığı bir miktarda olsa düşürülmüştür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında split klimaların dış ünite eşanjörü içerisinde bulunan soğutucu akışkanın sıvı hale dönüşmesini kolaylaştırmak ve elektrik tüketimini azaltmak için literatür araştırmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde diğerlerinden farklı olarak iç ünite eşanjörü üzerinde oluşan yoğuşma suyunun dış ünite eşanjörüne aktarılmasını sağlayan deney seti tasarlanmıştır. Adıyaman Mimar Sinan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nin imkanları ve Viessmann-Arçelik-Airfel Yetkili Servis elemanlarından oluşan öğrencilerimizin desteğiyle deney setimiz imal edilmiştir. Klima etiketi üzerinde yer alan özelliklere göre hazırlanan deney setinin düzgün çalışıp çalışmadığı, farklı gün ve şartlarda çalıştırılarak test edilmiştir. Test sonucunda elde edilen veriler ile cihazın deneylerde kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. Büyük bir özveri ile tasarlanan ve hazırlanan deney seti çalıştırılmadan önce mutlaka göstergeler kontrol edilerek kayıt altına alınmalıdır.

Yapılan bu hazırlıklar sonucunda Adıyaman ilinde Haziran 2019 ayı içerisinde dış hava sıcaklığının 37 °C ile 39 °C olduğu günlerde klimanın performansını karşılaştırmak için deneyler dış havadaki nemin %16 ile 20 arasında ve iç havadaki nemin %21 ile 27 arasında olduğu şartlarda gerçekleştirilmiştir. Enerji tüketimi, ortama üfleme sıcaklığı, dış ünite üfleme sıcaklığı, kompresör gaz çıkış basıncı, evaporatör gaz giriş ve çıkış basıncı gibi veriler elde edilmiş, daha sonra bu ölçümler tablo ve grafik haline getirilmiştir.

Ülkemizde hava sıcaklığının ve nemin yüksek olduğu bölgelerimizdeki klimaların dış ünite eşanjöründeki ısılarını yoğuşma suyu ile atmalarına yardımcı olduğumuz takdirde elektrik tüketimi ve iç ünite üfleme sıcaklığı üzerinde az da olsa verim elde edebildiğimizi gördük. Bu da gösteriyor ki fazla bir maliyet harcamadan oluşturulacak klimalar ile enerji verimliliğine katkı sunulacaktır.

Ayrıca; dış ünite üzerinde oluşan sıcaklığın yoğuşma suyuyla daha hızlı bir şekilde düşürülmesi sağlanarak, küresel ısınmanın pozitif yöndeki eğilimi az miktarda olsa yavaşlatılmış olacaktır.

Bu çalışma neticesine bağlı olarak daha sonra yapılacak olan çalışmalara aşağıdaki oneriler yapılabilir;

- Yapmış olduğumuz deney nem oranının yüksek olduğu yerlerde yapılırsa verime olan etkisi karşılaştırılabilir.
- Farklı kapasiteli inverter klimalar kullanılarak elektrik tüketimi ve i ünite üfleme sıcaklığındaki değişiklikler karşılaştırılabilir.
- R410A soğutucu akışkan dışında farklı bir gaz kullanılarak elde edilecek parametreler ile soğutucu akışların mekanik soğutma çevriminde göstermiş olduğu farklılıklar karşılaştırılabilir.
- Fan devri 1.kademe dışında çalıştırılarak elektrik tüketimi ve i ünite üfleme sıcaklığındaki değişiklikler karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

1. Karaçaylı, İ. (2018). *Su Soğutmalı Soğutma Makinasında Isı Değiştiricisinin Enerji ve Ekserji Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 4.
2. Erşahin, Y. (2017). *Evaporatör ve Kondenser Sıcaklıklarının Soğutma Yüküne Bağlı Kontrolü İle Bir Soğutma Grubunun Veriminin Değişiminin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4.
3. Yıldız, A. (2013). *Soğutma Sistemlerinde Soğutma Kapasitesinin Adyabatik Nemlendirme Yöntemi Kullanılarak İyileştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 4.
4. Akçay, A. (2004). *Mekanik Soğutma Sistemlerinde Kondenser Sıcaklık Kontrolü İle Değişik Soğutma Kapasitelerinin Sağlanması*, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 4.
5. Ökmen, M. A. (1999). *Soğutma Etkinliğinin Artırılması İçin Soğutma Ortamında Farklı Hava Hızları Meydana Getirilerek Meyvelerin İç Sıcaklık Değişimlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4.
6. Özkaymak, M. (1998). *Buhar Sıkıştırma Soğutma Sisteminin Aşırı Kızdırma ve Aşırı Soğutma Eşanjörlerinin Termoekonomik Optimizasyonu*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4.
7. Küçüka, S. (2011). *Scroll ve Pistonlu Tip Soğutma Sistem Kompresörlerinin Kapasite ve Verimliliklerinin Çalışma Şartları ile Değişimlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 4.
8. Acül, H. (2008). *Kanatlı Borulu Tip Hava Soğutmalı Kondenseler ve Sistem Enerji verimliliğine Etkileri*, *Ege Soğutma Sanayicileri ve İş Adamları Derneği Dergisi*, 4.
9. Kılıçaslan, E. Acar, B. ve Arıcioğlu, M. (2016). *Ev Tipi Soğutucuda Yağ Hazneli Kondenselerin Sistem Performansı Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4,475-485.
10. Bayboz, B. (1991). *Soğutma Sistemlerinde, Hava Soğutucu Kanatlı Borulu Evaporatörün Soğutma Kapasitesine Etki Eden Faktörlerin Deneysel Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 4.
11. Akkoyunlu, T. (1991). *Adsorpsiyonlu Bir Soğutma Sisteminin Tasarımı ve Deneysel İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 4.
12. Özkan, O. (2015). *Küçük Ölçekli Absorpsiyonlu Soğutma Cihazları İçin Gözenekli Seramik Borulardan Oluşan Bir Rektifiye Aparatının Tasarımı ve Sistemsel Olarak Modellenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4.

13. Hürdoğan, E. (2010). *Desisif Soğutma İle İklimlendirme*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 4.
14. Kuru, F. (2010). *Split İklimlendirme Sistemlerindeki Isı Değiştirgecinin Hava Tarafındaki Isı Transferi Performansının Sayısal İncelemesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 4.
15. Ravul H. B. (2017). *İklimlendirme Uygulamaları İçin Optimum Absorbsiyonlu Soğutucu Dizayn ve İmalatı*, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 4.
16. Gemici, Z. (1999). *İklimlendirme Cihazı Isı Değiştiricilerinin Teorik ve Deneysel Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4.
17. Türkakar, G. (2016). *Minyatür Bir Buhar Sıkıştırma Soğutma Çevriminde Kullanılan Mikro-Evaporatör ve Mikro Kondenser Bileşenlerinin Tasarım, Optimizasyon Ve Testleri*, Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4.
18. Dirgin, E. (2002). *Ev Tipi Buzdolaplarında Kullanılan Hava Soğutmalı Kondenserlerin Deneysel Olarak Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4.
19. Arıcıoğlu, M. (2015). *Ev Tipi Bir Soğutucuda Kondenser Kapasitesinin Sistem Performansı Üzerine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 4.
20. Hurmuzi, A. A. (2015). *Split Klima Tahliye Hattı Ön Soğutması İçin Evaporatif Soğutma Üzerine Deneysel Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 4.
21. Koyun, T., Koyun, A. ve Acar, M. (2005). Soğutma Sistemlerinde Kullanılan Soğutucu Akışkanlar ve Bu Akışkanların Ozon Tabakası Üzerine Etkileri, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Sayı:88, 46-53.
22. Mesleki ve Teknik Eğitim Öğretim Materyalleri (2015). Erişim adresi <http://www.megep.meb.gov.tr/?page=moduller>, Ankara, 3-24, 54-62.
23. Karma bilgi fen bilimleri animasyon kaynağı (2012). Erişim adresi <http://www.karmabilgi.net/oteleme-ve-titresim-hareketi/>.
24. Mesleki ve Teknik Eğitim Öğretim Materyalleri (2014). Erişim adresi <http://www.megep.meb.gov.tr/?page=moduller>, Ankara, 3-24, 54-62.
25. Şahin, C. K. (2003). *Vrv Sistem Klima Cihazlarının, Split Klima Ve Merkezi Klima Sistemi İle Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3,8,10-15.
26. Budak, E., Cansevdi, B. ve Güngör, A. (2013). Su Soğutma Cihazlarında Enerji Verimliliği ve Isı Geri Kazanım, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 5-15.

27. Isının yayılma yolları animasyon kaynağı (2017). Erişim adresi <http://webders.net/507/isinin-iletim-yoluyla-yayilmasi.html>.
28. Isının yayılma yolları animasyon kaynağı (2015). Erişim adresi <https://bilgifenerim.com/konveksiyon-nedirnasil-olusur/>.
29. Isının yayılma yolları animasyon kaynağı (2014). Erişim adresi <https://slideplayer.biz.tr/slide/1983924/>.
30. Kocatürk, M. (2004). *Otomobil Klima Sisteminde Performansa Etki Eden Parametrelerin Deneysel Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 8-15.
31. Airfel Yetkili Servis Split Klima İç ve Dış Ünite Katalogu (2018). Erişim adresi <http://www.airfel.com.tr/tr/k/urunler/klimalar.html>.
32. Kılıçaslan, E., Acar, B. ve Arıcıoğlu, M. (2016). Ev Tipi Soğutucuda Yağ Hazneli Kondenserin Sistem Performansı Üzerine Etkisinin İncelenmesi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 475-485.
33. Demircioğlu, A. (2010). *R22 ve Alternatifleri Olan R407C İle R410A Olarak Belirlenen Soğutucu Akışkanların Isı Pompasında Sistemlerindeki Performanslarının Teorik Olarak İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4.
34. Chen, W. (2008). A Comparative Study On The Performance Andenvironmental Characteristics Of R410a and R22 Residential Airconditioners, *Applied Thermal Engineering Journal*, 1–7.
35. Mesleki ve Teknik Eğitim Öğretim Materyalleri (2014). Erişim adresi <http://www.megep.meb.gov.tr/?page=moduller>.
36. Mesleki ve Teknik Eğitim Öğretim Materyalleri (2015). Erişim adresi <http://www.megep.meb.gov.tr/?page=moduller>.
37. Onat, A., İmal, M. ve İnan, A. T. (2004). Soğutucu Akışkanların Ozon Tabakası Üzerine Etkilerinin Araştırılması ve Alternatif Soğutucu Akışkanların Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 32-34.
38. Koyun, T., Koyun, A. ve Acar, M. (2005). Soğutma Sistemlerinde Kullanılan Soğutucu Akışkanlar ve Bu Akışkanların Ozon Tabakası Üzerine Etkileri, *Makine Mühendisleri Dergisi*, Sayı:88, 46-53.
39. Kızıllkan, Ö., Şencan, A. ve Yakut, A. K. (2006). R410A Soğutucu Akışkanının Termodinamik Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları Metoduyla Sistemsel Bir Şekilde Modellenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 21, No 2, 395-400.

40. Söğüt, M. Z., Bulgurcu, H. ve Yalçın, E. Soğutma Sektöründe Kullanılan Soğutucu Akışkanlara Bağlı Emisyon Değerleri Envanteri, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Sayı 137 Eylül/Ekim.
41. Lee, S. F. ve Sherif, S. A. (2001). *Second Law Analysis Of Various Double Effect Lithium Bromide/Water Absorption Chillers*, ASHRAE Transactions, AT-01-9-5, 664–673.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı : Abdulkadir ŞENER
 Uyruğu : T.C.
 Doğum Yeri ve Tarihi: Akçaabat – 27/07/1981
 Medeni Hali : Evli
 Telefon : 0541 855 03 61 – 0505 913 56 89
 e-Mail : akadirsener61@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/Makine Eğitimi	Devam Ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi/Tesisat Öğretmenliği	2004
Lise	Akçaabat İmam Hatip Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2017-Halen	Adıyaman Mimar Sinan M.T.A.L.	Öğretmen
2014-2017	Ceyhan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Variyenli, H. İ., Khanlari, A., Gürbüz, E. Y. ve Şener, A. (2020). Soğutma sistemlerindeki kondenseri yoğuşma suyu ile soğutarak performansın artırılması: Adıyaman ili örneği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8-2073-2083.

Hobiler

Yüzme, Basketbol, Masa Tenisi, Satranç



GAZİ GELECEKTİR..