

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

BUZ ÇÖZME ÇEVİRİMİ (DEFROST CYCLE)

BİTİRME PROJESİ

TANERCAN YİĞİT
(II. ÖĞRETİM)

HAZİRAN 2021

TRABZON

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

BUZ ÇÖZME ÇEVİRİMİ (DEFROST CYCLE)

TANERCAN YİĞİT
(II. ÖĞRETİM)

DANIŞMAN : Prof. Dr. Mehmet Emin ARICI

BÖLÜM BAŞKANI : Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

HAZİRAN 2021

TRABZON

ÖNSÖZ

Günümüzde ısı pompalarının kullanımı oldukça yaygın olup neredeyse her evde bulunmaktadır. Isı pompası, dışarıdan enerji verilmesi ile düşük sıcaklıktaki bir ortamdan aldığı ısıyı yüksek sıcaklıktaki ortama veren bir makinedir. Kışın ısıtma maksadı ile kullanılan ısı pompası, yazın da soğutma için kullanılabilir. Bu çalışma kapsamında ısı pompası ile ilgili genel bir problemi çözmek hedeflenmiştir. Bu süreçte benden desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Mehmet Emin ARICI ' ya teşekkürlerimi sunmaktayım.

ÖZET

Isı pompaları 4 çevrimden oluşur. Yoğuşturucu , Genişleme vanası (Kısılma vanası olarak da rastlanabilir.) , Buharlaştırıcı (Evaporatör) ve Kompresör. Isı pompalarında buharlaştırıcı kısmında buzlanma meydana gelir. Bu buzlanma ısı pompasında bazı problemlere yol açabilir. Biz bu çalışmamızda buzlanmayı önlemek için düşündüğümüz tasarımı sunacağız.

Anahtar Kelimeler: (Isı pompası, Kompresör, Yoğuşturucu, Genişleme vanası, Buharlaştırıcı)

SUMMARY

Heat pumps consist of 4 cycles. Condenser, Expansion valve (It can also be found as a throttling valve), Evaporator (Evaporator) and Compressor. In heat pumps, icing occurs in the condenser part. This icing can cause some problems with the heat pump. In this study, we will present the design we consider to prevent icing.

Keywords: (Heat pump, Compressor, Condenser, Expansion valve, Evaporator)

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	II
ÖZET.....	III
SUMMARY.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
TABLolar DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VIII
1.GENEL BİLGİLER.....	1
1.1.GİRİŞ.....	5
1.2.KISITLAR VE KOŞULLAR.....	7
2.YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	8
2.1.TASARIMDA KULLANILAN MALZEMELER.....	9
3.HESAPLAMALAR.....	10
4.SONUÇLAR.....	11
5.KAYNAKLAR.....	12

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil -1. Hava/Su Isı Pompasına ait basınç-entalpi diyagramı

Şekil -2. Yapılan tasarıma ait perspektif görünüm

TABLULAR DİZİNİ

Tablo –1. Tasarıma ait malzeme listesi

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

COP: Performans Katsayısı

Q : Buzu eritmek için gereken ısı miktarı

q_b: Buzun ergime özgül ısısı

A: Soğutma yüzeyi alanı

t₀: Donmuş buzun sıcaklığı

t_{oda}: Oda sıcaklığı

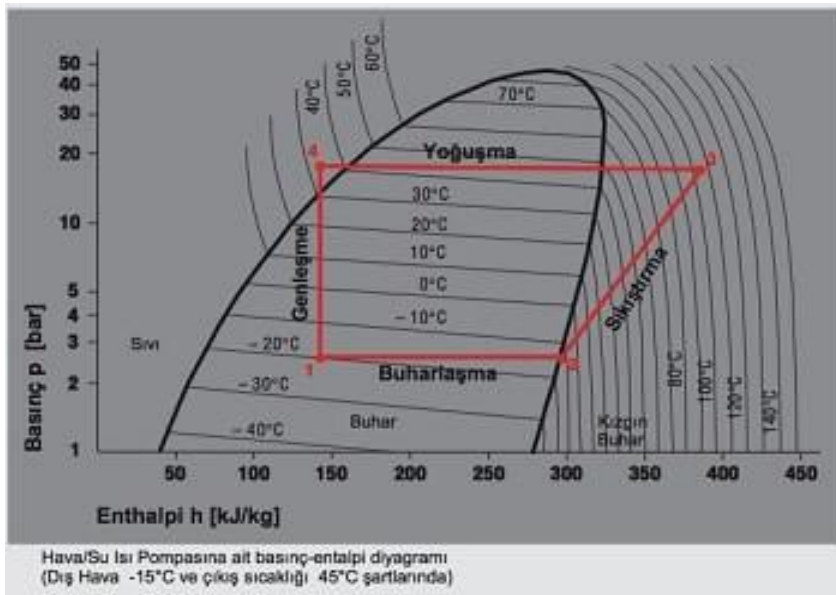
c_b: Buzun ısınma ısısı

q_d: Buzlaşma özgül ısısı

1. GENEL BİLGİLER

Isı pompası, ısı enerjisini bir ortamdan diğer bir ortama taşıma prensibine dayanan ve elektrikle beslenen bir sistemdir. Gerekli şartlar sağlandığında yüksek miktarlarda enerji düşük maliyetlerle kullanıma sunulabilir.

Çoğu insan için ısı pompası yeni bir terimdir. Oysaki evlerimizde ısı pompası çalışma prensibi ile aynı mantığın ürünü olan buzdolabı, klima ve derin dondurucu gibi cihazlar kullanılmaktadır. Söz konusu cihazların çalışma mantığı ısıyı taşıma prensibine dayandığından bu cihazlar, ısı pompası başlığı altında toplanabilirler. Isı pompasının yakın bir gelecekte ülkemizde de yaygınlaşması kaçınılmaz bir sonuçtur. Nicolas Leonard Sadi Carnot tarafından 1824 yılında ortaya atılan teori ısı pompasının temel teorisidir. Buhar makinesinin ürettiği mekanik güç, dışarıdan verilerek sıcak – soğuk çevrim sağlanabilir. bu durumda sistem bir buhar makinesi olmaktan çıkarak; sıcak ortamdan soğuk ortama enerji aktaran bir soğutma makinesi veya soğuk ortamdan sıcak ortama enerji aktaran bir ısıtma makinesi olarak çalışacaktır. Carnot döngüsü olarak bilinen bu çevrim ısı pompası ve termodinamik için temel prensiptir.



Şekil -1. Hava/Su Isı Pompasına ait basınç-entalpi diyagramı

Soğutamadığı sürece ısıtan bir yapıya sahip ısı pompası sisteminin çalışabilmesi için ısıtılacak ortam ve soğutulacak ortam birlikte gereklidir. Isıtılacak ortam genellikle eviniz olacağından, soğutulacak ortam hava, su ya da toprak olacaktır. 26 yıl sonra 1850 yılında Lord Kelvin'in soğutma cihazlarının ısıtma maksadı ile kullanılabilceğini ileri sürmesiyle ısı pompası uygulamaya girdi. II. Dünya Savaşından önce ısı pompasının geliştirilmesi ve kullanılabilir hale getirilebilmesi için birçok mühendis ve bilim adamı bu alanda araştırmalar ve çalışmalar yaptı. Savaş yıllarında endüstri, imkanları daha acil problemlere yönelttiği için ara verilen bu çalışmalara savaştan sonra tekrar başlandı. Isı pompası endüstrinin 1950'ler de sahip olduğu potansiyel, yüksek kurulu maliyeti, doğalgaz ve petrole dayanan enerjinin ucuzlaması nedeniyle ısı pompasına olan güven 1960'lı yıllarda azaldı. Isı pompalarının bu duraklamadan sonra önem kazanması 1973'teki enerji krizinden sonra olmuş ve bu tarihten sonra birçok çalışma yapılmıştır.

Isı pompası endüstrisinin 1950'lerde sahip olduğu potansiyel, yüksek kuruluş maliyeti, doğalgaz ve petrole dayanan enerjinin ucuzlaması nedeniyle ısı pompasına olan güven 1960'lı yıllarda azaldı. Isı pompalarının bu duraklamadan sonra önem kazanması 1973'teki enerji krizinden sonra olmuş ve bu tarihten sonra birçok çalışma yapılmıştır.

Avrupa ve Amerika'da özellikle 1990'lı yıllardan itibaren kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ve her geçen gün kullanıcı sayısı artmıştır.

Ancak ülkemiz her konuda olduğu gibi bu teknolojiyle tanışma konusunda da geç kalmış ve ısı pompasının sunduğu bütün avantajlara rağmen hala ciddi sayıda kullanıcı sayısına ulaşamamıştır. Türkiye'de ısı pompası uygulamaları ilk olarak 1990'ların ortalarında gerçekleşmiştir. Türkiye'deki ısı pompası kullanıcıları genel olarak yurt dışında bu sistemle tanışmış, avantajlarını görmüş belki de bizzat yaşamış ve Türkiye'ye dönünce bu sistemi kendileri talep ederek kullanmaya başlamış kişilerdir.

Fosil yakıtların tükenmekte olması ve her geçen gün bu yakıtların fiyatlarında ciddi artışlar yaşanması ayrıca çevre bilincinin gelişmesi gibi birçok sebepten ısı pompasının çok yakın bir gelecekte ülkemizde de yaygınlaşması kaçınılmaz bir sonuçtur.

ISI POMPASI TOPLAM VERİMLİLİK

Isı pompalarının toplam verimliliği birçok etkene bağlıdır. Bunlardan bazıları:

1. Kaynak stabilitesi ve kaynağın verime etkisi :

Isı pompasında kaynak dediğimiz enerjini alındığı ortamdır. Kaynaklar hava, toprak yada sudur. Günümüzde Türkiye’de en fazla kullanılan kaynak türü havadır. Havayı enerji kaynağı olarak kullanan ısı pompalarına hava kaynaklı ısı pompası denir. Hava kaynaklı ısı pompaları da havadan suya yada havadan havaya şeklinde olabilir. Isıtma sistemlerinde çoğunlukla havadan suya ısı pompaları kullanılır. Hava kaynaklı ısı pompası kaynağın stabil olmaması nedeni ile sürekli değişken COP değerlerinde çalışır. Yani hava sıcaklığı (kaynak) değişmesi ile harcanan elektrik azalır yada artar.

2. Sistemde alınan enerjinin kullanım şekli :

Isı pompasından elde edilen enerji suya aktarıldıktan sonra bina içerisindeki sisteme gönderilir ve sürekli bir devir daimle çalışır. Bina içerisindeki sistem aynı zamanda ısı pompası verimini de etkiler. Isı pompaları düşük sıcaklık üretiminde yüksek verime sahip cihazlardır. Düşük sıcaklıkla çalışan sistemler yerden ısıtma yada duvardan ısıtmadır. Yerden ısıtmada düşük sıcaklığa göre tasarlanmış olmalıdır. Yerden ısıtma hesaplamaları 35-40 C ye göre yapılmalıdır.

3. Kullanılan ısı pompasının dizayn şekli ve ısı pompasının performansı :

Isı pompası yerden ısıtma, duvardan ısıtma, radyatör, tavandan ısıtma, tavandan soğutma, fancoil, yer tipi fan coil cihazlarında tek başına yada ek ısıtma maçlı olarak kullanılır. Isı pompası izafi olarak düşük sıcaklıktaki bir ortamdan (Hava, toprak yada sudan) ısı çeken ve bunu yüksek sıcaklıktaki bir ortama veren makineye ısı pompası denir .Isı pompası ile soğutma makinasının çalışma prensibi aynıdır. Soğutma makinasında maksat, bir mahallin soğutulması; ısı pompasında maksat ise, bir mahallin ısıtılmasıdır. Isı pompası kışın dışarıdaki soğuk havadan ısısını çekerek binaya vermek suretiyle odayı ısıtabileceği gibi, yaz boyunca odadan ısı çekerek dışarı atmak suretiyle odayı soğutmakta da kullanılabilir.

Bu işlemler için bina içinde firmamız tarafından uygulanan yerden ısıtma, duvardan ısıtma ya da fancoil cihazları kullanılır.

ISI POMPASI NASIL ÇALIŞIR

Isı pompası enerjiyi bir kaynaktan diğer kaynağa aktaran cihazlardır. Enerji alınan kaynak hava, su ya da topraktır. Isı pompası enerji aldığı kaynağı ısıtma konumunda çalışırken soğutur, serinletme yaparken ise ısıtır. Yapılan işlem gazın faz değişimi ile enerji alma ve bu enerjiyi taşımadır. Bu taşıma ve faz değişimi sırasında bir miktar enerji harcanır. Isı pompaları kaynaktan ısıtılan yada soğutulan ortama enerji taşımaları esnasında bir miktar elektrik enerjisi harcarlar , harcanan elektrik 1 kw alınan toplam ısı enerjisi 4.5 Kw ise bu cihazın COP değeri 4.5 olmaktadır.

Bütün ısı pompaları aynı prensiple çalışır. Elde edilen ısı, soğutma işleminin bir sonucudur. Evinizdeki buzdolabını bir düşünün. Buzdolabı içindeki yiyecekleri ve dolabın içindeki havanın ısısını alan akışkan, buzdolabının içini soğuturken odaya ısı vermektedir. Buzdolabının arkasındaki boruların her zaman sıcak olmasının sebebi budur. Buzdolabının yapısındaki kompresör dolabın içinden aldığı enerjiyi 3-4 kat arttırarak, ısı olarak arka tarafa iletir. Bu buzdolabının çalışmasıyla ilgili gerçektir. Asıl amaç soğutma olduğu halde,

soğutma işleminin sonucu olarak ısı açığa çıkar. Yani her zaman bir ortamı soğutuyorsanız, başka bir ortamı ısıtıyorsunuzdur. Bilindiği gibi enerji vardan yok, yoktan var olmaz, sadece ya biçim değiştirir ya da bir yerden bir yere taşınır. Isı pompası da adını, ısı enerjisini bir ortamdan diğer bir ortama “pompalama” veya “taşıma” kabiliyetinden alır. Eğer amaç soğutmak yerine ısıtmak olursa buzdolabınız bir ısı pompasıdır.(Hava-hava ısı pompası.) Bu örnekte kaynak: buzdolabının içindeki hava; ısının iletildiği ortam: buzdolabının arkasındaki havadır.

Sonuç olarak ısı pompalı sistemlerde ihtiyacınız olan ısı enerjisinin 3/4 ‘ünü doğada depolanmış güneş enerjisinden yani doğal termal enerjiden (toprak, su, hava), 1/4 ‘ ünü ise elektrik enerjisinden karşılırsınız.

Toprak, su ve hava ücretsiz, yenilenebilir ve tükenmez enerji kaynaklarıdır.

Ayrıca ısı pompaları çoğunlukla kışın ısınmak amacıyla kullanılabildikleri gibi yazın ise aynı ortamı serinletmek amacıyla da kullanılabilirler.

Su- su ve hava-su ısı pompaları, ısıtma ve serinletme hizmetini aynı anda sunabilirler. Diğer ısı pompalarında serinletme için düşük bir ek maliyet yeterlidir.

1.1. GİRİŞ

Isı pompalarında hava soğutucu olarak çalışan evaporatörlerin yüzey sıcaklıklarının 0 derecenin altına düştüğü durumlarda, havadaki nemin yüzey üzerinde kar ve buz halinde toplanması, havadan yüzeye ısı transferini yavaşlatır. Tedbir alınmayan durumlarda, uzun süre sonra soğutma kapasitesinin ve hava geçişinin kesit daralması nedeniyle azalması gibi sorunlar meydana gelir. Defrost (buz eritme) işlemi biriken buz ve karın bertaraf edilmesini sağlar. Soğutma yükü hesaplarında defrost kayıpları genellikle ele alınmaz. Buna karşılık soğutucu seçiminde emniyet açısından bir miktar ek kapasite ön görülür. Defrost sırasında odaya yayılan defrost ısı oranı % 80'e kadar çıkabilir. Oda sıcaklığının dar toleranslar arasında sabit kalması gerekiyorsa bu işlemin hassasiyetle takip edilmesi ve sağlanması gerekir. Birden fazla hava soğutucu bulunan depolarda soğutucuları değişimli olarak defrosta almak suretiyle sıcaklık dalgalanmasının önüne geçilebilir. Tek bir cihaz olması halinde defrost işleminin seyrek aralıklarla yapılması ve mümkün mertebe kısa sürmesi istenir. Bu bakımdan hava soğutucu tasarımında ve tesisat projelemesinde bazı konulara dikkat edilmesi gerekir.

SOĞUK DEPOLARDA KULLANILAN KLASİK BORU-KANAT-FAN TÜRÜ HAVA SOĞUTUCULARDA BUZLANMA VE BUNA KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

0 derecenin altındaki sıcaklıktaki düzlemsel yüzeyler üzerinden nemli hava akımında buz birikimi konusunda bazı araştırmalar yapılmış zamanla artan ve azalan buz kalınlıkları ile ilgili parametreler ve, oluşan buzun yüzeyindeki pürüzlülük, buzun iletkenliği tayin edilmeye çalışılmıştır. Sabit nemdeki havanın düzlemsel levha üzerinden akışında buz birikiminin giriş kısmında ilerideki buz kalınlığından sadece % 4 kadar fazla olduğu, birikimden bir süre sonra yüzey sıcaklığı arttığında buz kalınlığının azaldığı görülmüştür. Buzun yoğunluğu hava hızı ile birlikte artmaktadır. Yüzeyin özelliklerinin buz oluşumuna etkisi de araştırma konusu olmuştur. Hidrofilik (kontakt açısı - contact angle- küçük) yüzeylerde buz oluşumu ve defrost sonucu eriyen suyun uzaklaşması yavaşlamakta, hidrofobik (kontakt açısı büyük) yüzeylerde buz oluşumu ve suyun uzaklaşması hızlanmaktadır. Sonuçta normal yüzeylere göre fark hidrofobik yüzeylerde % 10,8 hidrofilik yüzeylerde % 3,5 civarında kalmaktadır.

Aktif Önlemler

Soğutucu yüzeyler üzerinde kar-buz birikimi hem ısı transferini yavaşlatır hem de hava akış kesitlerini daraltarak hava debisinin düşmesine neden olur. Bu nedenle hava soğutucu tasarımında buzlanma dolayısıyla olabilecek değişimler göz önünde bulundurulmalıdır. Sistem tasarımı sırasında soğutucu kapasitelerinin işletme şartlarına karşı nasıl değişebileceği göze alınmalı ve yedek kapasite bırakılmalıdır. Soğutucuların oda içindeki yerleşme durumları, defrost yöntemleri bellibaşlı faktörlerdir. İsbetli kontrol ve zamanlamalar enerji ve emniyet açısından büyük faydalar sağlar. İlk karlanma ve buzlanmalar ve en çok birikim soğutucunun çoğu transfer yüzeyini oluşturan borukanatlardan oluşan paketin hava giriş tarafında başlar. Giren havanın sıcaklığı, nemi ve yüzey sıcaklığı buzlanma hızını etkiler. Kanatçıklar arası uzaklık az ise, hava girişinde kısa zamanda biriken kardan dolayı hava akış kesiti ve buna bağlı olarak hava debisi düşer. Bunun için, bilhassa donmuş muhafaza odalarındaki soğutucularda girişteki kanatçık mesafeleri daha yüksek alınır. +4 dereceden sıcak odalarda soğutucu kanatçık mesafesi 3-5 mm, dondurucularda kanatçıklar arası mesafe

10-16 mm ye kadar değişir. Genel olarak, oda sıcaklığı azaldıkça kanat aralığı arttırılır. Kanat aralığı azaldıkça defrost sıklığı artmak zorundadır.

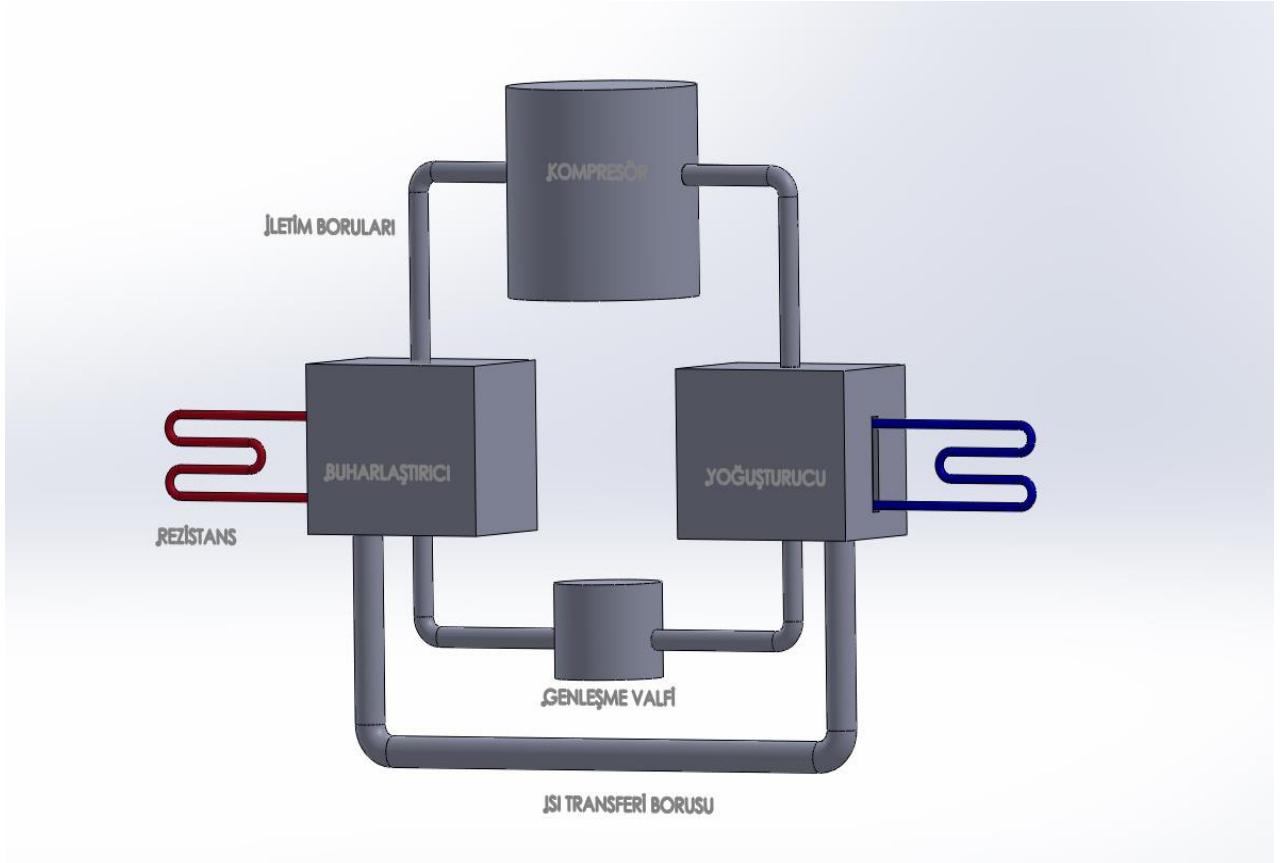
Isı Pompalarında Buz Çözme

Hava-su tipi ısı pompalarında, donma noktasına yakın veya bunun altında olan çevre sıcaklıklarında dış havanın bağlı nem durumuna bağlı olarak buzlanmalar meydana gelir. Bu durumlarda cihaz otomatik olarak, sıcak gaz sirkülasyonu durumuna geçer. Ancak, dış sıcaklığın -15 dereceye kadar düştüğü bölgelerde defrost için, daha komplike olan başka çözümler uygulamak gerekir. Hava-hava ısı pompalarında da soğuk dış havada bulunan evaporatör; (aynı şekilde konutlarda kullanılan klima adı verilen cihazların ısıtma modunda dış ortamdaki kondenser/evaporatör) benzer şekilde defrost edilir.

1.2. KISITLAR VE KOşULLAR

Tasarlanacak sistem geliştirilme aşamasında olduğu için ve yüksek maliyetten kaçınmak için ikinci el bir klima üzerinde test edilecektir. Tasarımda buharlaştırıcıda oluşan ince film tabakasını kaldırmak amaçlı doğal taşınım yoluyla ısı transferi gerçekleştirilecektir. Doğal taşınım ile gerçekteleceği için ısı borusu yalıtımlıdır. Sistemin herhangi bir güvenlik sorunu oluşturmadan çalışması ve zararlı çevresel etkilerinin olmaması esas alınacaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR



Şekil -3. Yapılan tasarıma ait perspektif görünümü

2.1. TASARIMDA KULLANILAN MALZEMELER

SIRA NO	MALZEME ADI	ADET
1	REZİSTANS	2
2	GENLEŞME VALFİ	1
3	KOMPRESÖR	1
4	BUHARLAŞTIRICI	1
5	YOĞUŞTURUCU	1
6	İLETİM BORULARI	1
7	YALITKAN BORU	1

Tablo –1. Tasarıma ait malzeme listesi

Yapmış olduğumuz bu tasarımda havanın -5 derecenin altında olduğu zamanlarda buharlaştırıcının üzerinde oluşan buzlanma veya donma sorununu çözmek için ve ısı transferini gerçekleştirmek için kullandığımız yalıtımlı boru ile doğal taşınımlı ısı transferi gerçekleştirerek buharlaştırıcı üzerindeki buzlanmayı engellemeyi sağlayabiliriz.

Bu sayede çevreye zarar vermeden ve buzlanmadan kaynaklı gecikmeleri engelleyerek sorunu ortadan kaldırmış oluruz.

2.2. HESAPLAMALAR

Genel anlamda donmuş haldeki buz eritmek için gereken ısı miktarı: Q , q_b [KJ/m³], buzun ergime özgül ısısı: c_b [kJ/m³ K], buzun ısınma ısısı, t_{oda} oda sıcaklığı, t_0 donmuş buzun sıcaklığı ile ifade edilirse, aşağıdaki formüllere göre hesaplanmalıdır : $Q = (A \times t \times q_b)$ kJ , $q_b = q_d + c_b \times (t_{oda} - t_0)$ kJ/m³

Burada t_0 defrost başlangıcından hemen önceki buharlaşma sıcaklığı olarak alınabilir.

Buz Oluşum Kayıpları:

A : soğutma yüzeyi,[m²] t kaplanan ortalama buz kalınlığı [m] ve q_d [kJ/m³] buzlaşma özgül ısısı, COP soğutma sisteminin performans katsayısı ise, buzlaşma nedeni ile kaybedilen enerji: K [kJ] (soğutma kompresörünün bu kaybı karşılamak için fazladan harcadığı enerji) bu formüle göre hesaplanabilir.

$$K = (A \times t \times q_d)/COP \text{ kJ}$$

3. SONUÇLAR

Yapmış olduğumuz bu tasarımda ısı pompalarında genel bir sorun olan buzlanma problemini ortadan kaldırma amacıyla çalışma yürütülmüştür. Daha önce çeşitli firmalar bazı farklı çözümler üretmiştir. Biz bu çalışmamızda hazır olan ısı pompasına ek olarak yaptığımız tasarımı ekleyerek buzlanma problemine çözüm bulmuş olduk. Doğal taşınım yoluyla ısı geçişi sağlayarak buzu çözmüş olup çevreye zarar verilmeden çevre dostu olarak projemizi bitirmiş bulunmaktayız.

4 . KAYNAKLAR

[1] ASHRAE Equipment Handbook, Chapter 8, “Forced-Circulation Air Coolers and Defrosting” 1983

[2]GUOYUAN, M.,QINHU, C., Yi, J. “Experimental investigation of air-source heat pump for cold regions”, International Journal of Refrigeration 26 (2003) 12-18

[3] A.B.D. Patent Ofisi, 8 Aralık, 1998 tarih ve 5845502 nolu patent onayı "Geliştirilmiş Defrost Sistemli İsi Pompası".

[4] <https://www.tesisatmarket.com/buzlanmayan-isi-pompasi-sistemi>

