

MEVCUT SOĞUTUCU AKIŞKANLAR VE ALTERNATİFLERİ

Uğur ÇAKIR
Kemal ÇOMAKLI

ÖZET

Yaşam standartlarını yükselten diğer bütün teknolojik uygulamalar gibi, soğutma işlemi de insanoğlunun vazgeçemediği gereksinimleri arasında yerini almıştır. Bu amaçla en çok kullanılan sistemler ise buhar sıkıştırımlı soğutma çevrimleridir. Bir soğutma çevriminde ısının bir ortamdan alınıp başka bir ortama nakledilmesinde iş akışkanı olarak yararlanılan soğutucu akışkanlar, ısı alışverişini genellikle sıvı halden buhar haline (Soğutucu - evaporatör devresinde) ve buhar halinden sıvı haline (Yoğuşturucu - Kondenser devresi) dönüşerek sağlarlar. Bir soğutucu akışkanın soğutma işlemini gerçekleştirebilmesi için sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler ve bu özelliklerin soğutma sisteminin bileşenleri ile olan uyumu çok önem arz etmektedir. Bununla beraber soğutucu akışkanın çevresel etkileri de göz ardı edilmemelidir.

Soğutucu akışkanlarda aranan özellikler, uygulama ve çalışma şartlarının durumuna göre değişmektedir. Soğutucu akışkanın çalışma durumuna ve şartlarına göre bazı özellikleri daha önemli olur ve bu durumda diğer özellikler göz ardı edilebilir. Bir soğutucu akışkanda olması gereken özelliklerin hepsini birden yerine getirebilen bir soğutucu akışkan yoktur.

Bu çalışmada mevcut soğutucu akışkanların yerine yeni ve temiz soğutucu akışkanların kullanılması durumunda dikkat edilmesi gereken kriterler belirlenmiştir. Bunun yanında mevcut soğutma sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanlar ile alternatif soğutucu akışkanların daha ekonomik bir şekilde değiştirilmesi için nasıl bir yol izlenmesi gerektiği araştırılmış ve deneysel bir çalışma ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelime: Soğutucu akışkanlar, Alternatif soğutucu akışkanlar, Soğutma sistemleri, Soğutucu akışkanlarda aranan özellikler

ABSTRACT

Cooling processes and applications raises the living standards of humanity like all the other technological applications, which are indispensable requirements of human beings. Vapor-compression refrigeration cycles, are the most used cooling systems over the world for that purpose. Working fluids that named as Refrigerants are used to transport the heat energy from low area with low temperature to the high temperature area. Refrigerant vaporizes in the evaporator by getting heat energy form cooling space, and gives the heat energy to the high temperature are by turning in to the liquid phase. The refrigerants that used in the refrigeration cycles are have to perform some physical and chemical features and have to be compatible with the components of refrigeration system. In addition, the environmental impacts of the refrigerant should not be ignored. Desired and required properties of refrigerants can be varying according to type of cooling applications and working conditions. There is no refrigerant type yet that can meet all of the requirements and desired properties which are wanted by the refrigeration sector.

In this study the criteria are determined to take into account while changing conventional refrigerant with the alternative refrigerants. In addition more economical refrigerant changing ways are

researched and studied by the help of a experimental work with a air to water heat pump system and four different refrigerants.

Key Words: Refrigerants, Alternative refrigerants, Refrigeration systems, Required properties of refrigerants

1. GİRİŞ

Küresel ısınmanın temel aktörlerinden olan ve sera gazları olarak bilinen zararlı bileşenlerin temel kaynağının fosil yakıtlı enerji dönüşüm sistemleri ve ısıtma-soğutma sistemleri olduğu bilinmektedir. Söz konusu zararlı gazların oluşumu ve salınılmasının temel sebeplerinin başında, fosil yakıt kullanan güç üretim sistemleri ve halojen yapıllı soğutucu akışkan kullanan buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleri/ısı pompaları gelmektedir. Fosil yakıtlı enerji dönüşüm sistemleri tarafından salınan sera gazlarının azaltılması yönünde yapılan çalışmalar genellikle yanma işleminin daha verimli hale getirilmesi, egzoz gazlarının yapısının arıtıcı sistemlerle değiştirilmesi, yeni ve temiz enerji kaynaklarının kullanılması üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak buhar sıkıştırımlı soğutma sistemleri tarafından doğaya salınan sera gazlarının azaltılması için yapılabilecek tek şey çevreye duyarlı, doğayla arkadaş ve daha verimli soğutucu akışkanların kullanılmasıdır. Mevcut halojen yapıllı soğutucu akışkanların yerini alabilecek alternatif ve daha çevreci olan soğutkanların kullanılması, sistem performansını belirleyici gereksinimlerinin, bu akışkanlar tarafından uzun dönem için karşılanabilmesine bağlıdır. Bu gereksinimler kısaca soğutucu-yağlayıcı etkileşimi, enerji verimliliği, güvenlik, sistem bileşenleriyle olan uyumluluk ve bulunabilirlik başlıkları altında toplanabilir [1].

Konvansiyonel soğutucu akışkanlar çok uzun yıllardan beri klasik buhar sıkıştırımlı sistemlerde, kendilerinden daha eski soğutuculara göre verimli, daha kullanışlı olmalarından dolayı ve daha iyi termodinamik ve termofiziksel özelliklere haiz oldukları için kullanılmaktadırlar. Bununla beraber bugün kullanılmakta olan mevcut soğutma sistemleri de bu türdeki soğutucu akışkanlara göre dizayn edilmişlerdir.

Mevcut soğutucu akışkanların kullanımının engellenmesi ve çevreye duyarlı, daha verimli olan alternatif soğutucu akışkanlar ile değiştirilmesi çalışmalarının ilk adımları, 1974 yılında M.J. Molina ve F.S. Rowland'ın, CFC'nin yüksek frekanslı mor ötesi ışık altında ozonu katalitik olarak ayrıştırma yeteneğine sahip olduğunu kanıtlayan bir laboratuvar çalışması yayınlaması ile başlamıştır. Bu çalışmanın, soğutucu akışkanların çevreye zararlı etkilerinin olabileceği üzerine yapılan ilk çalışmalardan biri olduğu bilinmektedir. Daha ileri seviyedeki çalışmalar ile CFC yapıllı bileşiklerin 60 yıl içerisinde ozon tabakasını %7 oranında aşındıracağı öngörülmüştür. Bu çalışmaların sonucuna dayanılarak, 1978 yılında Amerika'da aerosol spreylerde CFC kullanımı yasaklanmıştır. Bu adım ekolojik dengeye zararlı soğutucu gazların etkilerinin engellenmesi adına ülke yönetimleri nazarında atılan adımların başlangıcı olmuştur.

Zamanla diğer ülkeler de aerosollarda CFC kullanımını yasaklamaya başlamıştır. Ancak, sanayide CFC'nin soğutucu akışkan olarak kullanımına getirilen sınırlamalara karşı çıkmıştır. 1985 yılında Farman, Gardinar ve Shanklin tarafından Nature dergisinde yayınlanan bir makale ile birlikte bu durum değişmiştir. Makalede, İngiliz Antartik Araştırma Grubu tarafından toplanan ve ozon konsantrasyonunun Antartika'da Ocak ayı normal seviyesinin %10 değerinin altına düştüğünü gösteren verilerin üzerinde yapılan çalışma ve bu çalışmanın bulguları açıklanmıştır [2].

Soğutucu akışkanların çevremize vermiş olduğu zararların engellenmesi adına dünya çapında yapılan ilk çalışma 1987 yılı Eylül ayında Kanada'nın Montreal şehrinde, yirmi dört ülke ve Avrupa Ekonomik Topluluğunun (AB) katılımı ile yapılmıştır. Söz konusu çalışmada ilgili ülkeler arasında bir protokol yapılmıştır. Bu protokolda zararlı soğutucu akışkanların kullanımının kontrol altına alınması amaçlanmıştır. Protokolü imzalayan ülkeler dışında diğer ülkeler de bu maddelerin ihracat, ithalat ve üretimi konusunda yeni yasal düzenlemeler yapmışlardır. Ayrıca CFC yapıllı soğutucu akışkanların belirli zaman içinde kullanımının azaltılması ve hatta tamamen yasaklanması karara bağlanmıştır. Bu uygulama ve anlaşmalar ilerleyen yıllarda hem ülkelerin katılımı ve kararların genişlemesi bazında

devam etmiştir. Sonuç olarak hem bilimsel çalışmalar açısından hem de ticari uygulamalar açısından mevcut soğutucu gazların yeni, daha temiz ve çevreci soğutucu gazlar ile değiştirilmesi yönünde araştırmalar yapılmaya başlanmıştır [3].

2. SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN ÇEVRESEL ETKİLERİ

2.1. Ozon Tabakasının Aşınması

Ozon tabakasının aşınması sorununun temelinde, CFC'nin doğası gereği sahip olduğu ve onu bir soğutucu akışkan olarak avantajlı kılan "kararlılık" özelliği yatmaktadır. Parçalanmaları son derece zor olduğundan, CFC'ler stratosfere geçene kadar uzun yıllar boyunca atmosferde kalmakta ve burada, yoğun mor ötesi solar radyasyonun varlığı ile moleküller sonunda parçalanmakta ve klor iyonu açığa çıkmaktadır. Sonuç olarak serbest haldeki klor iyonları ozon moleküllerini oksijen moleküllerine dönüştürmektedir



Tepkimedden görüleceği gibi, klor işlem boyunca katalizör işlevi yapmaktadır. Sonuç olarak, klor tepkimesinin sonsuza kadar devam etmesini sağlayacak şekilde serbest kalmaktadır. Serbest haldeki bir klor atomunun, hidrojen klorür (HCl) gibi tepkimeye girme kabiliyeti daha az olan bir bileşiğe dönüştükten sonra su buharı tarafından emilip atmosferden ayrılmasına kadar, yaklaşık 100.000 ozon molekülünü oksijene dönüştürdüğü tahmin edilmektedir. Klor içeren bir bileşik, atmosfere salındığında ozon tabakasının aşınmasına katkıda bulunup bulunmayacağı iki etkene bağlıdır; içerdiği klor miktarı ve bileşimin kararlılığı. Kararsız ve tepkimeye girme kabiliyeti olan bileşikler stratosfere geçmeden önce atmosferde uzun bir süre kalmadıkları için daha az zarar verme potansiyeline sahiptirler.

Bir maddenin ozona zarar verme riski, "Ozon Aşındırma Potansiyeli" (ODP) adı verilen sayısal bir terim ile ifade edilmektedir. Değerler, ODP'si 1 olarak kabul edilen R11 molekülü referans alınarak ifade edilir [2].

2.2. Küresel Isınma

Sera etkisi tanımı ilk olarak 1896 yılında İsveç'li kimyacı Svante Arrhenius tarafından ortaya atılmıştır. Sera etkisi, atmosferin alt kısımları ve troposferin belirli "sera gazları" nedeni ile doğal olarak ısınmasıdır. Bu gazlar, yeryüzüne gelen kısa dalgalı güneş radyasyonunun taşıdığı ısı enerjisini geçirerek bu enerjinin atmosferin alt kısımları ile yeryüzü tarafından emilmesine olanak vermekte ve bununla birlikte, yeryüzünden yayılan uzun dalga boyuna sahip radyasyonu geçirmeyerek ve bu enerjinin atmosferin alt kısmında tutulmasına neden olmaktadır. Sera etkisinin hiç olmaması durumunda, bütün radyasyonun atmosfere geri döneceği ve ortalama sıcaklığın 0°C olacağı tahmin edilmektedir. Bu durumun da yeryüzünü soğuk ve yaşanılmaz hale getireceği ileri sürülmektedir. İnsanlığın karşı karşıya kaldığı sorun sera etkisinin gittikçe çoğalması, yani küresel ısınmadır. Bu etkiye neden olduğu bilinen, aralarında su buharı (H₂O), karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), azot oksit (N₂O), kloroflorokarbon (CFC), hidrokloroflorokarbon (HCFC) ve florokarbon'un (HFC) da bulunduğu birçok gaz vardır [4].

2.3. Toplam Çevresel Isıtma Etkisi (TEWI)

Neredeyse bütün hava koşullandırma donanımlarında CFC, HCFC ve HFC gibi soğutucu akışkanlar kullanılır. Devrelerde kaçak olması durumunda, soğutucu akışkan atmosfere sızar ve küresel ısınmaya katkıda bulunur. Soğutucu akışkanların global ısınmaya doğrudan neden olma potansiyeline sahip oldukları söylenebilir. Bir hava koşullandırma fabrikası için Toplam Çevresel Isınma Etkisi'ne olan doğrudan ve dolaylı katkının göreceli önemini belirlemek amacı ile birçok çalışma yapılmıştır. Gopalnarayanan (1999) R22 yerine kullanılacak sekiz değişik soğutucu akışkan üzerinde deneme

yaptı. Deneme sonuçları, denenen bütün akışkanlar için normal çalışma koşullarında soğutucu akışkanın doğrudan Küresel Isıtma Potansiyeli'nin (GWP), Toplam Çevresel Isıtma Etkisi'nin (TEWI) %7'sinden az olduğunu ortaya çıkardı. (Bu çalışmalarda, 1 yıl içinde kullanılan soğutucu akışkanın %4'ünün sızıntı nedeni ile kaybedildiği varsayıldı). Bu demektir ki, Toplam Küresel Isıtma Etkisi'nin belirlenmesinde, sistemin enerji veriminin dolaylı etkisi soğutucu akışkanın doğrudan Küresel Isıtma Potansiyeli'nden 13 kat daha önemlidir. Değişik yöntem ve varsayımlar birbirinden, az da olsa, farklı sonuçlar verse de mesaj çok açıktır. Neredeyse bütün hava koşullandırma sistemlerinde, küresel ısınma etkisini azaltmak için çabalar sistemin enerji verimini arttırmak yolundaki çalışmalar üzerine yoğunlaştırılmalıdır. Soğutucu akışkan seçimi, sistem verimini etkilediği için önemlidir. Soğutucu akışkanın doğrudan küresel ısıtma potansiyeli ise ikinci derecede önemlidir.

Hava koşullandırma sistemlerinin küresel ısınmaya etkisini etkin bir şekilde değerlendirmek için doğrudan ve dolaylı etkileri birlikte dikkate almak gerekir. Buradan hareketle, araştırmacılar Toplam Çevresel Isıtma Etkisi (TEWI) kavramını geliştirmişlerdir. TEWI aşağıda açıklandığı gibi tanımlanır [5];

$$TEWI = (GWP \cdot L \cdot n) + \left[(GWP \cdot m) (1 - \alpha_{\text{geri kazanım}}) \right] + (n \cdot E_{\text{yillik}} \cdot B) \quad (2)$$

Burada GWP Küresel Isıtma Potansiyeli (CO₂ ile ilişkili), L kg olarak yıllık sızıntı miktarının Sistemin yıl olarak çalışma ömrünü, m kg olarak soğutucu akışkan miktarını, $\alpha_{\text{geri kazanım}}$ geri dönüşüm faktörünü, E_{yillik} kWh cinsinden yıllık enerji tüketimini ve son olarak da B = kWh elektrik başına CO₂ emisyonunu temsil etmektedir.

3. MEVCUT SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN ALTERNATİFLERİ İLE DEĞİŞTİRİLMESİ

Soğutma sistemlerinde kullanılan mevcut soğutucu akışkanların alternatif soğutucu akışkanlar ile değiştirilmesi konusunda kimyasal yapının uyumluluğu, güvenlik, çevresel duyarlılık ve termal performans gibi çeşitli kriterler dikkate alınmaktadır. Ancak birçok alternatif soğutucu uygulama ve araştırmasında ele alınan akışkanlar ilk üç kriter gereklilikten elenmektedir. Kimyasal yapının uyumluluğu soğutucu akışkanın sistemde kullanılan bileşenleri ve yağlayıcı ile olumsuz etkileşiminin olmamasını gerektirmektedir. Güvenlik kriteri ile amaçlanan akışkanın yanma, patlama ve zehirleyici olma durumlarının göz önüne alınmasıdır. Soğutucu akışkanın çevreye olan duyarlılığı ise bir önceki bölümde bahsedilen çevreye olan olumsuz etkilerinin olmaması ya da çok az olması kastedilmektedir. Bu ilk üç kriter gereklilikten uygun bulunan akışkanlar için, termodinamik performans kriterlerine göre incelenerek karar verilmektedir.

Termodinamik performans değerlendirmelerinin içinde bulunan kriterlerinden biri arzulanan çevrim performansının elde edilmesidir. Bu konu üzerine yapılan analizler çoğunlukla tipik olarak kompresör verimlerini (izentropik ya da politropik) içermekte ancak ısı değiştiricilerinin performansını içermemektedir. Diğer bileşenler için gerekli inceleme yeni akışkanla elde edilebilecek COP değerinin belirlenmesi esnasında yapılmaktadır. Çünkü ısı değiştiricilerinde (evaporatör ve kondenser) soğutucu akışkandan beklenen davranışla beraber dış etkenlerde dikkate alınmaktadır. Basınç düşümünü haricinde soğutucu akışkandan beklenen diğer etkiler ısı değiştiricisi üzerinde ve dış akışkanın bazı özellikleri yardımıyla elde denebilir. Örneğin düşük termodinamik özellikli yüksek yoğunluklu bir akışkan için, ısı değiştiricisinin boyutları ve dış akışkanın sıcaklığı, debisi ayarlanarak istenilen sonuçlara ulaşılabilmektedir.

Kalorimetre testleri de gerçek kompresörle yapılan termodinamik analizlere karşılık olarak kullanılabilir. Bu test yardımıyla ortalama sabit bir buharlaştırma ve yoğunlaştırma sıcaklığı için, soğutma kapasitesi ve kompresörün özgül termal veriminin belirlenmesi mümkün olmaktadır. Buradan elde edilen veriler yardımı ile ideal sistem için ortalama COP değeri de tahmin edilebilmektedir. Bu test yardımıyla ısı değiştiricilerinin performansının ve dizayn kriterlerinin belirlenebilmesi mümkün değildir [6].

Bu aşamadan sonraki adım, ısı değiştiricilerinin de dahil edildiği daha ayrıntılı ve sofistike bir inceleme yapılarak soğutucu akışkanın özelliklerinin tahmin edilmeye çalışılması adımıdır. Bu inceleme dâhilinde ısı değiştiricilerinin boyutları, dış akışkanın termodinamik özellikleri ve akış karakteristikleri de incelemeye dahil edilmektedir.

Bir önceki, kısımda alternatif akışkanın mevcut akışkanlarla kıyaslanması durumunda, yardımından faydalanabilecek farklı termodinamik özelliklerin belirlenmesi yolu ile verimlilik değerlerinin ve uyumluluğun sağlanıp sağlanamayacağını araştırılması gerektiği belirtilmiştir. Ancak pratik uygulamalarda ve gerçek soğutma sistemlerinde mevcut soğutucu akışkanın alternatifi ile değiştirilebilmesi için sistem elemanları ile de uyumlu olması gerekmektedir. Örneğin R22 akışkanına göre dizayn edilmiş ve kurulmuş olan bir soğutma sisteminde farklı bir soğutmanın kullanılabilmesi için sistem üzerinde bulunan her bir bileşenle uyumlu olması gerekmektedir. Çünkü ısı değiştiricileri, kompresör ve diğer bileşenler de bir soğutma sisteminin performansı üzerinde en az soğutucu akışkanın özellikleri kadar önemlidir. Ancak sistem bileşenlerinin özellikleri ve yapısı kullanılması amaçlanan soğutucu akışkanın özelliklerine belirlenmektedir.

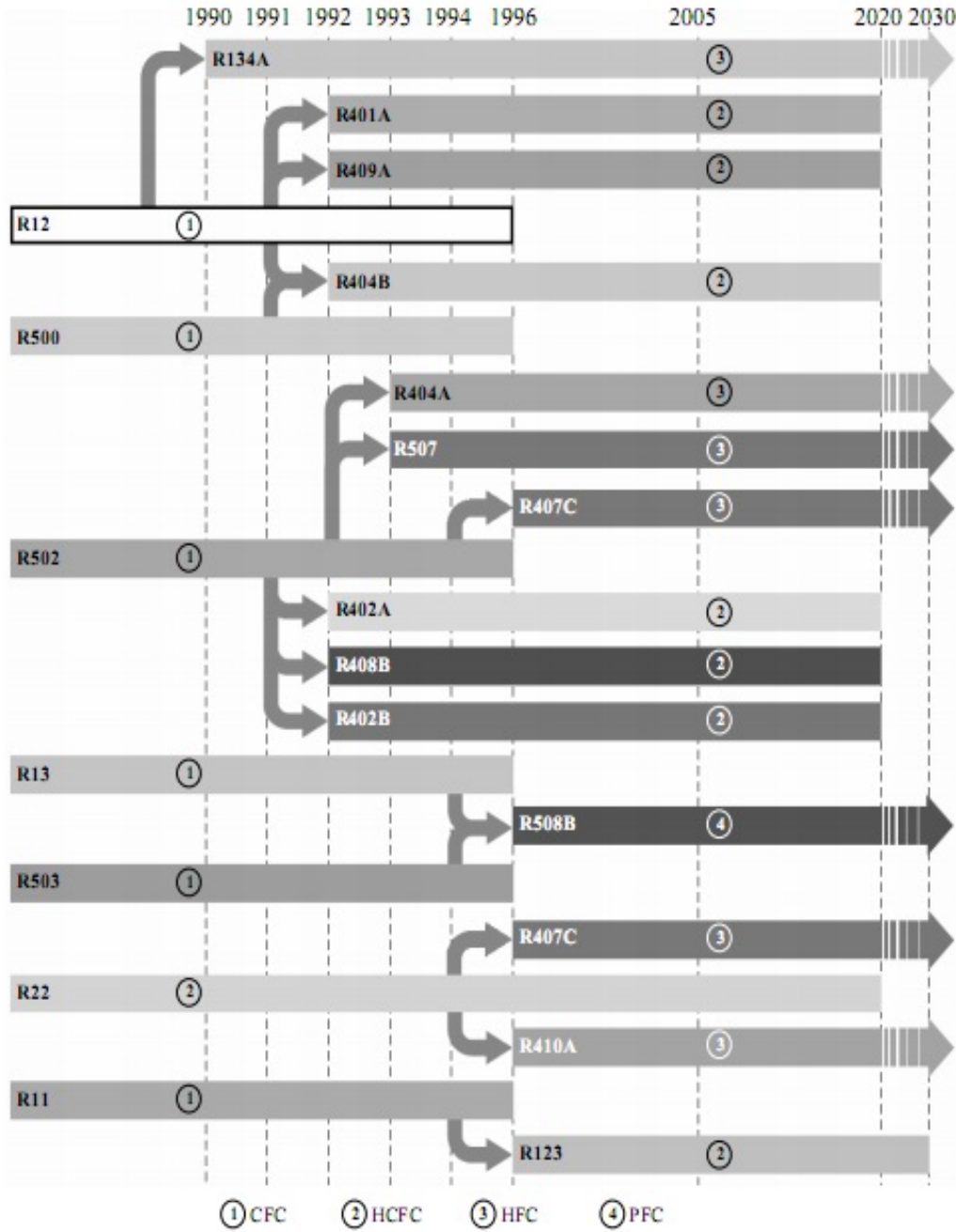
Kullanılmakta olan konvansiyonel bir soğutma sisteminde kullanılan soğutucu akışkanın değiştirilmek istenmesi durumunda da birçok mühendislik probleminde olduğu gibi uygulamanın ekonomik olması çok önemlidir. Fakat en önemli parametre sistemin mevcut kapasite ve etkinliğinin düşürülmemesi hatta mümkünse artırılmasıdır. Bu amaçla yapılmak istenen değişiklik sonucunda sistemin yapısı ve bileşenlerinin üzerinde hiç değişiklik yapılmaması ya da mümkün olduğu kadar az değişiklik yapılması amaçlanmalıdır. Soğutucu akışkanların değiştirilmesi uygulamalarında en çok değiştirilen bileşenin kısımla vanası olduğu bilinmektedir.

Sunulmuş olan bilgiler ışığında mevcut soğutucu akışkanların yenileri ile değiştirilmesi durumunda dikkate alınması gereken ve üzerinde durulması önemli olan soğutucu akışkan özelliklerinden bazıları aşağıda maddeler halinde sunulmuştur [8].

1. Buharlaştırma gizli ısı: Soğutucu akışkanın yüksek gizli ısıya sahip olması tercih sebebi olmaktadır. Kullanılan soğutucuların büyük çoğunluğu, kompresöre sıvı halden buhar hale dönüşerek geldiğinden, bu hal değiştirme sırasında soğutulan ortamdan her birim ağırlığı başına belli miktarda ısı enerjisi almaktadır, bu enerji buharlaştırma ısı olarak bilinmektedir. Soğutucunun daha yüksek latent ısı kapasitesi, daha az sıkıştırma gerektirmektedir. Akışkanın özgül ısı, sıvı ve gaz haldeki yoğunlukları, gibi faktörler küçük üniteler için daha az dikkate alınmaktadır.
2. Yoğunlaşma sıcaklığındaki kondanser basıncı: Aşırı yüksek basınçlardan kaçınılması gerekmektedir. Çünkü soğutucu basıncının kondanser girişindeki basınca çıkarılabilmesi için kompresörün daha fazla enerji tüketmesi gerekmektedir.
3. Soğutucu akışkanın donma sıcaklığı: Soğutucunun donma sıcaklığının evaporatör sıcaklığından düşük olması gerekmektedir.
4. Soğutucu akışkanın kritik sıcaklığı: Yüksek basınç tarafında oluşan sıcaklıklarda etkili çalışan diyagramlar verebilmesi için kritik sıcaklığın yeterince yüksek olması gerekmektedir.
5. Alev alma ve patlama ihtimali: Bu ihtimal çok iyi termodinamik soğutma özelliklerini gösteren birçok akışkanın kullanılması olanağını ortadan kaldırmaktadır. Amonyak, metil ve etil klorürler yanmakta ve uygun olmayan koşullarda patlayabilmektedirler. SO₂, CO₂, azot, azot oksit ve fluorokarbon soğutucular yanmaz ve patlamaz yapıdadırlar. Soğutucu akışkanların hidrokarbon grupları yüksek oranda alevlenebilme özelliğine sahiptirler.
6. Kararlı Davranış Göstermesi: Soğutucu akışkanlar kullanılan sıcaklıklarda stabil olmalıdır.
7. Sistem Üzerindeki Kaçaklar: Farklı soğutucu akışkanların sızdırmazlık özellikleri de farklı olmaktadır. Mevcut sistemin bağlantı noktaları elemanları kullanılan soğutucu akışkana göre ayarlanmış olabilmektedir. Sistemdeki kaçaklar (leak) kolaylıkla saptanabilmelidir. Soğutucu akışkan kaçaklarının tespitinde
8. Soğutucu akışkanın kimyasal davranışı: Kullanılan soğutucu akışkan sistem malzemesi, ara parçalara, gıdaya ve yağlayıcıya kimyasal ve duyuşsal etkide bulunmamalıdır.
9. Kaynama Noktası: Soğutucu akışkan atmosfer basıncında yüksek kaynama noktasına sahip olmalıdır.
10. Ucuzluk: Soğutucu akışkan ucuz olmalı ve kolay bulunabilmelidir. Özellikle büyük çaplı sistemlerde ucuzluk önemlidir.

11. Zehirlilik ve Korozite: Soğutucu akışkanın toksik ve korrozif olmaması ve kimyasal olarak stabil olması gerekmektedir. CO₂, azot, azot oksit ve fluorokarbon soğutucular, normal soğutma sıcaklıklarında çok düşük zehir etkisine sahip olduklarından tercih edilmektedirler. CO₂, R12, R22 zehirsiz ve tahriş etmeyen özellikleri nedeniyle deniz araçlarındaki soğutma sistemlerinde kullanılmaktadır [7].

Bu kısımda verilmiş olan bilgilerden hareketle çevreye zarar verdikleri için kullanımı durdurulan veya durdurulması planlanan soğutucu akışkanlar ile yerlerini alacak olan akışkanların yıllara bağlı olarak değişimleri Şekil 1’de verilmiştir [3].



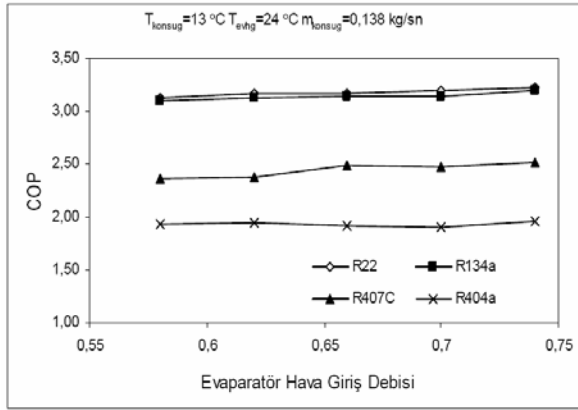
Şekil. 1 Soğutucu Akışkanların Yıllara Göre Yer Değişimi [3].

4. DENEYSEL ÇALIŞMA

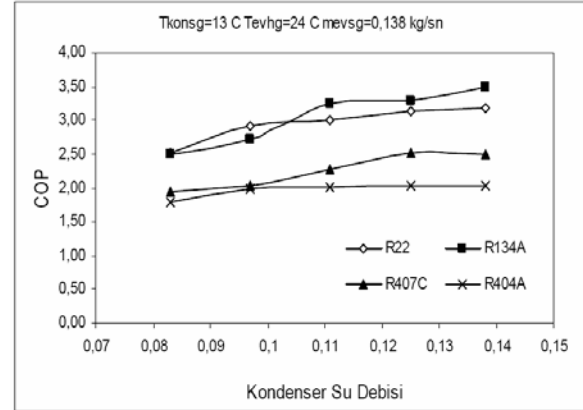
Yapılan deneysel çalışmada havadan suya çalışan bir ısı pompası deney düzeneği üzerinde incelemeler yapılmıştır. R22 soğutucu soğutkanı yerine alternatif olarak kullanılabilen üç farklı soğutkan aynı sistemde ve sistem üzerinde hiçbir değişiklik yapılmadan kullanılmıştır. Bu uygulama ile sistem elemanları üzerinde hiçbir değişiklik yapılmaması durumunda alternatif akışkanların nasıl bir performans sergileyeceğinin belirlenmesi amacı güdülmüştür. Sistem elemanları üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmamasının ekonomik yönünden daha avantajlı olacağı aşikârdır. Çizelge 1'de R22 soğutkanının ve Alternatif olarak düşünülen soğutkanların kimyasal bileşimleri gösterilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere alternatif olarak sunulan soğutkanlar Cl içermemekte ve bu yüzden alternatif olarak tercih edilmişlerdir.

Tablo1. R22 Akışkanının ve Önerilen Alternatif Soğutkanların Kimyasal Yapıları

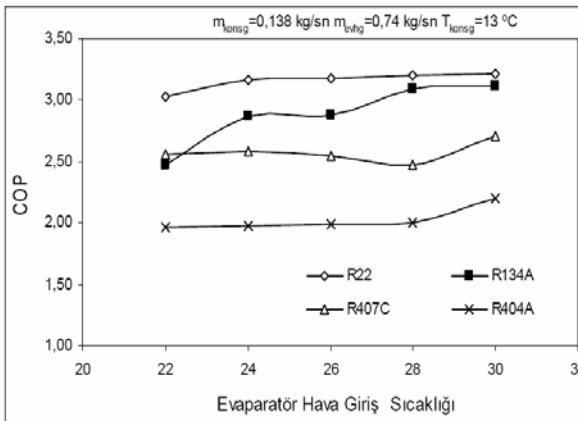
R22	CF_2ClH
R134a	CF_3CFH_2
R407C	R32/R125/R134a 23/25 wt%
R410A	R32/R125 50/50 wt%
(R125: $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{H}$ ve R32: CH_2F_2)	



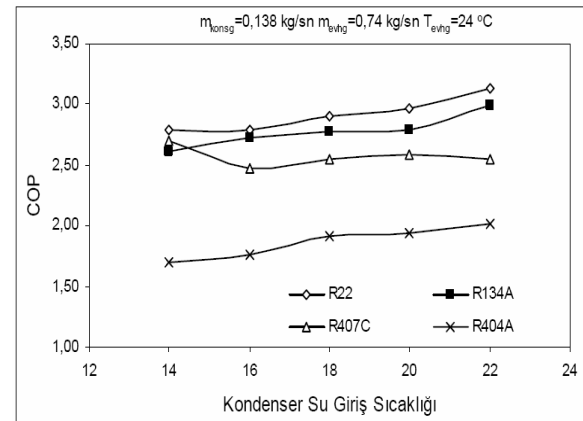
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 2 a). Kullanılan soğutucu akışkanlar için performans katsayısının evaporatör havası debisine göre değişimi, b) Şekil 4.33. Kullanılan soğutucu akışkanlar için performans katsayısının kondenser su debisine göre değişimi c) Şekil 4.34. Kullanılan soğutucu akışkanlar için performans katsayısının evaporatör hava sıcaklığına göre değişimi

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında mevcut sistemlerde kullanılan soğutucu akışkanların alternatif soğutucu akışkanlar ile değiştirilmesi için dikkate alınması gerekli kriterler araştırılmış ve sunulmuştur. Kullanılmakta olan bir soğutma sisteminde kullanılan soğutucu akışkanın yenisi ile değiştirilmesinin uygun olup olmayacağı belirlenmesi için öncelikle akışkanların termofiziksel özelliklerinin ve performans değerlerinin kıyaslanmasının gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu özelliklerin arasından en önde gelenlerin de soğutucu akışkanların COP ideal ve VRC (Volumetric refrigerant capacity) değerleri olduğu bilgisi elde edilmiştir.

Kullanılması düşünülen alternatif akışkanların çevreye olan duyarlılığının (ozon tüketme faktörü, küresel ısınma etkisi, v.s) yeterince iyi olması gerektiği, güvenli ve zehirsiz olmasının istendiği bildirilmiştir.

Çalışmamızın son kısmında ise günümüzde yaygın olarak kullanılan ve çevreye zararlı olan soğutucu akışkanlarının yerlerine yenileri önerilmiştir. Mevcut soğutkanların yerlerine alternatif olan soğutkanların belirlenmesinde bazıları için ısı pompasında deneyler yapılarak karar verilmiş, bazıları için de literatürden faydalanılmıştır. Bunun yanında alternatif olarak sunulan soğutucu akışkanların sistem üzerinde değişiklik yapılmadan kullanılması durumunda ortaya koyacağı performans deneysel olarak araştırılmıştır.

Evaporatör ve kondenser akışkanlarının hava-su olduğu ısı pompasında yapılan deneyler sonucunda, farklı çalışma şartlarında elde edilen COP değerleri Şekil 2’de verilmiştir. Isı pompasının hava-su esaslı çalışması halinde yapılan tüm deneysel çalışmalar göz önüne alındığında, en yüksek COP değerine R22’nin, en düşük COP değerine ise R404A’nın sahip olduğu görülmüştür. R22 ile elde edilen performans değerlerine en yakın değerlere R134a ile ulaşıldığı, ikinci sırada ise R407-C gazı ile elde edilen COP değerinin olduğu belirlenmiştir. Aynı sistem elemanları ile çalışılması ve R22 yerine R410a kullanılması durumunda sistem performansının nerede ise yarı yarıya düştüğü gözlenmiştir. R22 ile elde edilen performans değerlerine en yakın sonuçlara R134a ile ulaşıldığı sonucu grafiklerden çok açık şekilde görülmektedir.

Günümüzde mevcut olan ve kullanılan soğutma sistemlerin çoğunda kullanılan soğutucu akışkanların kullanımı zaman içinde yasaklanmış olmakta ya da yakın bir tarihte yasaklanacaktır. Ancak çağımızın yaşam biçimi ve ihtiyaçları gereğince, soğutma sistemlerinin kullanımına devam etmek durumundayız. Bu nedenle alternatif soğutucu akışkanların araştırılması, geliştirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması son derece önemli olan ve üstünde durulması gereken bir konu olmaya devam etmektedir. Bu nedenle alternatif ve temiz soğutucu akışkanların kullanımı desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Mohanraj M., Jayaraj, S., Muraleedharan, C., Environment friendly alternatives to halogenated refrigerants-A review, 2009. International Journal of Greenhouse Gas Control 3(2009)108-119
- [2] Şimşek, F. Zeotropik gaz karışımları kullanan ısı pompalarının enerji ve ekserji verimlerinin araştırılması, 2009, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [3] Kızılkın, Ö., 2008. Alternatif soğutucu akışkanlı değişken hızlı kompresörlü bir soğutma sisteminin teorik ve deneysel incelenmesi. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [4] Keogh, A., 2005. Soğutucu akışkan seçimi ve su soğutma grubu tasarımı, Paket tip su soğutma gruplarında R410A kullanımı, Alarko Teknik Bülten, 4.
- [5] Özkol, N., 1999. Uygulamalı Soğutma Tekniği, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 115, 112-145.
- [6] Douglas, J.D., Braun, J.E., Groll, E.A., Tree, D.R. A cost based method for comparing alternative refrigerants applied to R-22 systems, 1999. International Journal Of Refrigeration 22 (1999) 107-125

- [7] Comaklı, K., Çakır, U, Ozyurt, O., Bakirci K., Refrigerant mixtures used heat pump systems and their environmental effects, 10th REHVA World Congress 2010 - Sustainable Energy Use in Buildings, Antalya, Abstract book pages: 418-419
- [8] <http://forum.sogutma.net/sogutucu-akiskanlar/10247-sogutucu-akiskan-secimi.html>
- [9] Uğur Çakır and Kemal Çomaklı, Alternatif Soğutucu Akışkanlar ve Mevcut Soğutma Sistemlerinde Kullanılmaları, Termodinamik Dergisi, Temmuz 2010, Sayı :215, ISSN:1302-8065, Sayfa :68

ÖZGEÇMİŞ

Uğur ÇAKIR

1981 yılında ülkemizin güzel şehri Ordu'da doğmuştur. 2003 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 2007 yılında Yüksek Mühendis unvanını almış olup aynı yıl doktora eğitimine başlamıştır. 2005–2009 Yılları arasında Atatürk Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmış olup 2009 yılından bu yana bu görevine Bayburt Üniversitesinde devam etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji verimliliği üzerine çalışmaktadır

Kemal ÇOMAKLI

1972 yılı Erzurum doğumludur. 1994 yılında Karadeniz teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2003 yılında Atatürk Üniversitesinde Doktor Mühendis unvanını almış olup aynı yıl yardımcı doçentliğe atanmıştır.2010 yılında doçentlik unvanını alan Dr. Çomaklı yenilenebilir enerji kaynaklar, enerji verimliliği, ısıtma soğutma sistemler ve ekserji konuları üzerine çalışmaktadır