

ALTERNATİF EVSEL KLİMA SİSTEMLERİNİN KLASİK BUHAR SIKIŞTIRMALI SİSTEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Ali KECEBAS¹, Muhammet KAYFECİ²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Afyon

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta
alikecebas@aku.edu.tr, mkayfeci@stud.sdu.edu.tr

Özet

Klasik buhar sıkıştırma sistemleri yüksek verimli ve düşük satın alma maliyeti gibi avantajlara sahip olmasına karşın, bu sistemlerde kullanılan soğutucu akışkanların ozon tabakasına verdiği zararlar ve küresel ısınmaya neden olduğundan dolayı çeşitli alternatif iklimlendirme sistemleri ve doğal soğutucu akışkanlara bir yönelme başlamıştır. Bu çalışmada evsel iklimlendirme uygulamalarında klasik buhar sıkıştırma, termoelektrik, absorpsiyon ve metal-hidrid ısı pompası sistemleri çevre, verim ve satın alma maliyetleri yönünden karşılaştırmaları yapılmıştır. Soğutma ve ısıtma verimleri yönünden buhar sıkıştırma sistemlerin avantajlıdır. Fakat çevresel etkileri nedeniyle dezavantajları vardır. Termoelektrik sistemler çevreye zararsız, basit ve güvenilirdir. Fakat hala günümüzde çok pahalıdır. Ayrıca termoelektrik soğutmalar güç tüketimi düşük, güvenli ve emniyetli yerlerde kabin soğutucusu olarak kullanılabilir. Absorpsiyonlu sistemler genellikle hantal, karmaşık ve pahalıdır. Fakat ısı enerjisi ile çalıştığı için işletme tüketimi düşüktür. Metal hidrat esaslı sistemler çevreye zararlı gazlar kullanırsa da ağırlık ve hidrojen şarj-deşarj sıcaklıklarının yüksek olması kullanımlarını sınırlamaktadır.

Anahtar kelimeler: *Alternatif iklimlendirme, Termoelektrik, Absorpsiyon, Metal-Hidrid, Verim*

Abstract

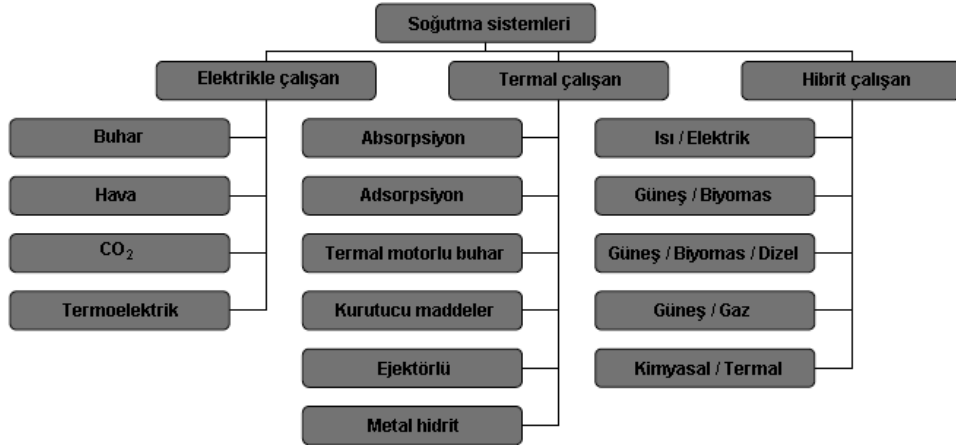
Although the conventional vapor compression air conditioning systems have the advantages as high efficiency and lower purchasing cost, the various alternative air conditioning systems and natural refrigerants were tended to cause the damages done to the ozone layer from the refrigerants used in these systems and global warming. In this study, it was made to compare the environment, efficiency and purchasing costs between the conventional vapor compression, thermoelectric, absorption and metal hydride heat pump systems at the domestic air conditioning applications. The vapor compression systems have the advantage on heat and cooling efficiencies. But they have the disadvantages on their environmental impacts. Thermoelectric systems are environment friendly, easy to use and safe. But they are currently also expensive. Besides they are lower power consume, safe, and they can be used as cabin cooler in a safe places. Absorption systems are usually bulky, complex and expensive. But they decrease the energy consumption of operating with heat energy. Although metal hydride systems have not released harmful gases into environment, their weight and temperature rise during the hydrogen charge-discharge process restricted their use.

Keywords: *Alternative air conditioning, Thermoelectric, Absorption, Metal-hydride, Efficiency*

1. GİRİŞ

Binaların soğutulması için kullanılan geleneksel sistemler, fosil yakıtlarla üretilen enerjinin büyük çoğunluğunu tüketir. Bu da atmosfere salınan sera gazlarının büyük miktarlarda olmasına neden olmakta ve küresel ısınma, çevresel kirlilik ve insan sağlığı üzerine zararlı etkileri ile ciddi meseleler ortaya çıkar. Dünya ve ülkemizde Kyoto zirvesi ile sera gazı emisyonlarını kontrol etme girişimleri yapılmaktadır. Bu nedenle yeni ve çevreye uyumlu teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

İklimlendirme sistemlerinde 60 yıldan fazla süredir soğutucu akışkan olarak kloroflorokarbon (CFC) kullanılmaktadır. Fakat bu soğutucular ozon tabakasına zarar verdiği ve küresel ısınmaya neden olduğu bilinmektedir [1]. Bu nedenle araştırmacılar geleneksel buhar sıkıştırma sistemlere alternatif olacak yeni teknolojilere yönelmişlerdir. Bina soğutulması için birçok alternatif soğutma sistemleri vardır. Bu sistemler çalıştırılmasında kullanılan enerjiye göre üç ana başlıkta sınıflandırılabilir. Bunlar, Şekil 1'de görüldüğü gibi elektriksel, termal ve hibrit sistemlerdir [2]. Elektriksel sistemlerin çalışması için elektrik kullanılmaktadır. Termal sistemlerde itici kuvvet olarak termal enerjinin herhangi bir çeşidi kullanılır. Hibrit sistemler de ise enerji kaynağında daha bir denge sağlamanın yanında sistemin verimini arttırmak için birlikte kullanılan birçok enerji biçiminin karışımıdır. Son zamanlarda termal sistemler ticari ve araştırmada büyük bir ilgi olmaktadır.



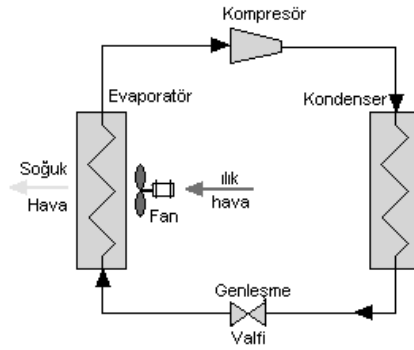
Şekil 1. Soğutma sistemlerinin çalışmasında kullanılan enerjiye göre sınıflandırılması [1].

Bu çalışmada iklimlendirme işlemleri için klasik sistemlere genel bir bakış yapılmış, genel çalışma prensipleri ve uygulamaları da ele alınmıştır. Bu amaçla evsel iklimlendirme uygulamalarında klasik buhar sıkıştırmalı, termoelektrik, absorpsiyon, ve metal-hidrid ısı pompası sistemleri çevre, verim ve satın alma maliyetleri yönünden karşılaştırmaları yapılmıştır.

2. İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

2.1. Buhar Sıkıştırma Isı Pompaları

İklimlendirme uygulamalarında en fazla kullanılan sistemdir. Çalışma prensibi, soğutucu akışkan buharının basıncı kompresörde artırılır. Kondenserde yüksek basınç ve sıcaklıkta ısı vererek yoğunlaşır. Yoğunlaşan soğutucu akışkan genişleme valfinden geçerek basıncı düşürülür. En sonunda düşük sıcaklıktaki soğutulacak ortamdaki ısı çekerek buharlaşır ve kompresöre girer. Dört yollu vana kullanılarak sistemin tersine de çalışması sağlanır. Buhar sıkıştırma ısı pompası çevrimi Şekil 2’de gösterilmiştir.

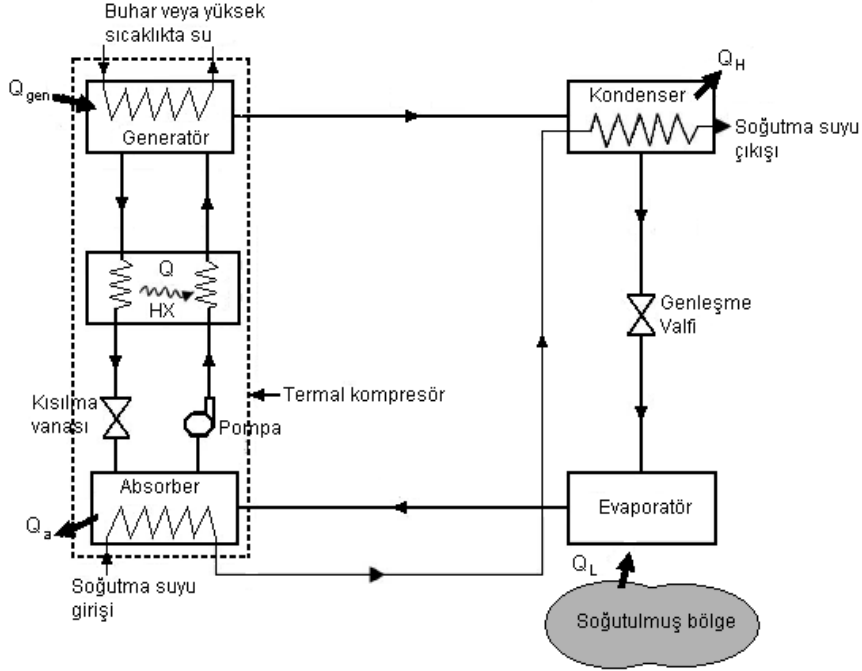


Şekil 2. Buhar sıkıştırma ısı pompası çevrimi.

2.2. Termoelektrik Isı Pompaları

Termoelektrik soğutma, N ve P tipi yarı iletken metal çiftlerinden oluşmuş modüllerden oluşmaktadır. Şekil 3’te N ve P tipi yarı iletken meydana gelmiş bir termoelektrik modül gösterilmiştir. Bu elemana doğru akım kaynağının bağlanması, elektronların yarı iletken nesneden geçmesini sağlar. Maddenin soğuk tarafında, elektron hareketi sayesinde ısı soğurular ve sıcak uca gönderilir. Sıcak olan uca ısı transfer elemanı bağlandığı için, ısı, ısı transfer elemanından çevreye verilir. Elektrik akımın yönü değiştirildiğinde sistem tersinir olarak çalışmaktadır. Bu nedenle ısı pompası olarak kullanılabilir.

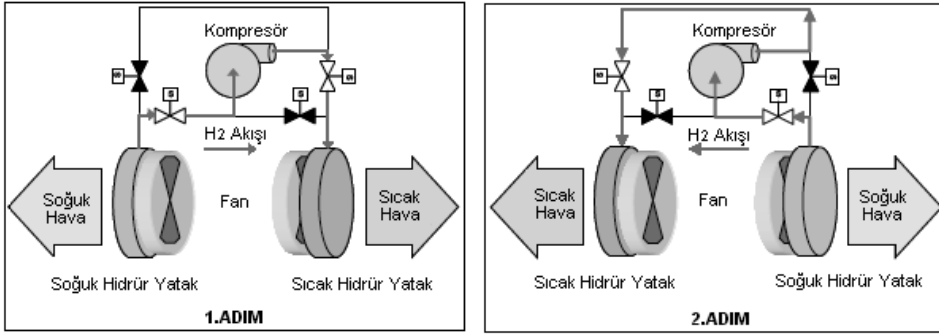
gitmeden önce absorpayıcı akışkan buharının büyük bir kısmı yoğuşturularak saflık artırılır. Pratikte $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ ve $\text{LiBr}/\text{H}_2\text{O}$ karışımları kullanılmaktadır.



Şekil 5. Absorpsiyonlu ısı pompası [5].

2.4. Metal Hidrid Isı Pompaları

Metal hidridler geniş miktarlarda hidrojen absorbe eder ve hidrojen depolama için kullanılabilir. Çalışma prensibi Şekil 6'da görüldüğü gibidir. Hidrid tarafından hidrojen absorbe edildiğinde, bir ekzotermik reaksiyon meydana gelir ve ısı serbest bırakılır. Bu ısı su ısıtma veya diğer ısıtma uygulamaları gibi özel uygulamalarda kullanılabilir. Hidridten hidrojen gazı alındığında, endotermik bir reaksiyon meydana gelir ve bu esnada soğutma meydana gelir. Bu soğutma etkisi soğutucu, dondurma makinesi, klima veya ısı pompası için soğutma üretmek için kullanılabilir. Şekil 7'de bu sistemin kullanıldığı iklimlendirme cihazı görülmektedir.



Şekil 6. Metal-hidrid ısı pompası tesisatı [6].



Şekil 6. Metal-hidrid iklimlendirme cihazı (Ergenics) [7].

3. İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

İklimlendirme sistemleri kullanıcının iklimsel konfor koşullarını sağlamada doğal kaynaklardan maksimum yararlanarak minimum enerji tüketecek ve enerjinin etkin sürdürülebilir olduğu bir çevre oluşturmada etkili olmalıdır. Burada farklı evsel iklimlendirme uygulamalarında klasik buhar sıkıştırma, termoelektrik, absorpsiyon, ve metal-hidrid ısı pompası sistemlerinin Tablo 1'de teknik özellikleri ve aşağıdaki bölümlerde bu sistemlerin avantaj ve dezavantajları verilmiştir.

Tablo 1. Farklı ev tipi iklimlendirme cihazları çalışma verileri

Parametre		Buhar sıkıştırma	Absorpsiyonlu (tek etkili)	Termoelektrik	Metal-Hidrid
Soğutma	Soğutma kapasitesi (kW)	2,5-4,5	$15-2 \times 10^4$	0,015-0,56	2-2,4
	Elektrik tüketimi (kW)	0,75-1,67	1,8-54	0,036-1,495	0,485
	$COP_{soğ}$	2,6-3	0,6-0,7	0,38-0,45	2,83
	Çalışma sıcaklıkları (°C)	18-45	N/A	0-70	
Isıtma	Isıtma kapasitesi (kW)	2-8	$58-4,4 \times 10^3$	N/A	
	Elektrik tüketimi (kW)	0,75-2,9	N/A	N/A	
	COP_{sic}	2,6-3	0,86-0,92	N/A	
	Çalışma sıcaklıkları (°C)	-5-18	Çevre sıcaklıkları	Çevre sic.	
Gürültü (Db)		35-48	N/A	N/A	N/A
Boyutları		Orta	Büyük	Küçük	Küçük
Toplam çalışma ömrü (Yıl)		10-12	15	23	
Maliyet		Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek

3.1. Buhar Sıkıştırılmalı Isı Pompalarının Avantaj ve Dezavantajları

Günümüzde buhar sıkıştırılmalı ısı pompaları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Avantajları [8];

- Performans katsayılarının (COP) yüksek olması,
- Kompakt bir yapıya sahip olması,
- Kontrol sistemlerinin geliştirilmiş olması ve mikroişlemciler sayesinde daha kolay kontrol edilebilmesi,
- İstenilen duruma hızlı bir şekilde ulaşması,
- Diğer ısı pompalarına göre maliyetinin düşük olması ve çalışma prensibinin yaygın olarak bilinmesi.

Dezavantajları [8];

- HCFC gazı gibi çevreye zararlı çalışma akışkanlarının kullanılması,
- Birincil enerji kaynaklarından doğrudan yararlanılmamasından dolayı birincil enerji verimlerinin düşük olması,
- Elektrik enerjisinin pahalı olduğu yerlerde işletim maliyetinin yüksek olması ,
- Elektrik enerjisinin olmadığı yerlerde çalışmaması ve ekstra cihazlara ihtiyaç duyulması (jeneratör gibi),
- Gürültülü ve sarsıntılı çalışması,
- Genellikle büyük sistemlerin sık periyotlarla bakım ve servise ihtiyaç duyması.

3.2. Absorpsiyonlu Isı Pompalarının Avantaj ve Dezavantajları

Soğutma alanında absorpsiyonlu ısı pompaları, buhar sıkıştırılmalı ısı pompaları kadar bilinen sistemlerdir. Son yıllarda sürdürülebilir enerji kaynaklarından daha fazla faydalanılması ve atık ısıların değerlendirilmesi ile bu tür ısı pompalarının kullanımı üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Avantajları [8];

- Doğrudan termal ısı kaynakları ve birincil enerji kaynakları ile çalışması,
- Sürekli çalışabilme prensibine sahip olması,
- Buhar sıkıştırılmalı ısı pompaları kadar hareketli parçalar içermemesi,
- Çalışma akışkanı olarak çevreye ve insan sağlığına zarar verici kimyasal (HCFC gibi..) maddeler kullanılmaması,
- Sarsıntısız ve gürültüsüz çalışması,
- Sistemin çalışma prensibinin yaygın olarak bilinmesi.

Dezavantajları [8];

- Performans katsayılarının düşük olması,
- Üçüncü ısı kaynağının sıcaklığının yüksek olması (150 °C'nin üstü),
- Elektrik enerjisinin ucuz olduğu yerlerde bu tip cihazların kullanımının cihaz maliyetlerinden dolayı tercih edilmemesi,
- Cihazların ağır ve hacimli olması yüzünden yaşanan yerleştirme problemleri,
- Soğutmada istenen yeni duruma sistemin yavaş ulaşması,
- Korozyona neden olan kimyasallar kullanıldığından cihaz ömrünün sınırlı olması,
- Absorbentin 4-5 yıl gibi kısa bir kullanım ömrünün olmasıdır.

3.3. Termoelektrik Isı Pompalarının Avantaj ve Dezavantajları [9]

Avantajları [9];

- Hareketli herhangi bir parçası yoktur. Dolayısıyla az bakıma ihtiyaç vardır,

- Uzun ömürlüdürler. Ömür testlerinde sürekli rejimde 100000 saat çalışabildikleri görülmüştür,
- Termoelektrik soğutucu, CFC'ler gibi herhangi bir soğutucu akışkan içermez. Dolayısıyla çevre ve doğa dostudurlar,
- Termoelektrik soğutucu, ısı pompası olarak tam tersinirdir. Isının yönü DC akımının yönü değiştirilerek kolayca değiştirilebilir,
- Çok hassas sıcaklık kontrolü sağlanabilir ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyet),
- Termoelektrik soğutucular, pozisyona bağımlı cihazlar değildir. Dikey veya yatay her konumda çalışabilirler. Yerçekimsiz ortamlarda da çalışır,
- Çok hassas, sıkı ve küçük ortamlarda çalışabilirler.

Dezavantajları [9];

- Soğutma ve ısıtma performans katsayıları çok düşüktür. 0,3–0,7 arasındadır. Oysa klasik soğutma çevrimlerinde bu değer 2–4 arasındadır,
- Yüksek soğutma ve ısıtma yükleri için uygun değildir. Buhar sıkıştırma iklimlendirme sistemleri ile rekabet etmeleri mümkün görülmemektedir,
- Şu an için hala pahalıdır,
- DC besleme gerekir.

3.4. Metal-Hidrid Isı Pompaları Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları;

- Metal hidrid sistemler toplamda birkaç parçadan oluşur ve klasik tip buhar sıkıştırma klima sistemlerinde olduğu gibi kompresör ve buharlaştırıcı kullanılmadığı için bu sistemlere oranla daha az hareketli parçaya sahiptirler,
- Hidrid klima sistemlerinin bakım maliyetleri klasik tip sistemlere oranla daha düşüktür,
- Daha az yer kaplarlar,
- Soğutma için ozon tabakasına zarar veren soğutucu akışkanlar kullanılmamaktadır.

Dezavantajları;

- Performans Katsayısının(COP) düşük olması,
- Mevcut metal hidrid kompozisyonlarının düşük hidrojen depolama kapasitelerinin olması,
- Metal hidrid alaşımlarının yüksek absorpsiyon ve desorpsiyon sıcaklıklarına sahip olmaları.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İklimlendirme sistemlerinin çevreye uygunluğunun ve verimlerinin araştırılması giderek artmaktadır. Ayrıca yeni termodinamik çevrimlerin geliştirilmesiyle alternatif sistemler ortaya çıkmaktadır. Yeni teknolojilerin gelişmesi, iklimlendirmenin yapılabilmesi için gidecek enerji maliyetini, negatif çevresel faktörleri ve kurulumdaki yatırım maliyetinin azalmasını sağlayacaktır. Düşük ücretlerle birlikte verimin artmasıyla iklimlendirme sistemlerinin kullanımı artacaktır. Burada soğutma ve ısıtma verimleri yönünden buhar sıkıştırma sistemlerin avantajlı olduğunu gösterse de çevresel etkileri nedeniyle dezavantajları vardır. Termoelektrik klimalar çevreye zararsız, basit ve güvenilirdir. Fakat hala günümüzde çok pahalıdır. Fakat termoelektrik soğutmalar güç tüketimi düşük, güvenli ve emniyetli yerlerde kabin soğutucusu olarak kullanılabilir. Absorpsiyonlu klimalar genellikle hantal, karmaşık ve pahalıdır. Fakat ısı enerjisi ile çalıştığı için işletme tüketimi düşüktür. Metal hidrid esaslı klima sistemleri çevreye zararlı gazlar kullanmasa da ağırlık ve hidrojen şarj-deşarj sıcaklıklarının yüksek olması kullanımlarını sınırlamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Afonso, F.A., "Afonso Recent advances in building air conditioning systems", Applied Thermal Engineering, 26, 1961–1971, 2006.
2. Afonso, F.A., "Refrigeration systems; classification, research and development", 2. IBERAVACR, Encontro Ibérico de Climatización y Refrigeración de las Escuelas de Ingeniería de Portugal y España, Málaga, Espanha, 2005.
3. Riffat, S.B. and Qiu, G., Comparative investigation of thermoelectric air-conditioners versus vapour compression and absorption air-conditioners, Applied Thermal Engineering 24, 1979–1993, 2004.
4. <http://www.melcor.com>, Erişilme tarihi 07.08.2008
5. Zoontjens, L., Howard, C., Zander, A. and Cazzolato, B., Feasibility Study of an Automotive Thermoacoustic Refrigerator, Proceedings of ACOUSTICS, 9-11 November, Busselton, Western Australia, 2005.
6. Magonetto, D., Mola, S., DaCosta, D.H., Golben, M. and Rosso, M., A Metal Hydride Mobile Air Conditioning System, SAE International, 01–1235, 2006.
7. <http://www.ergenics.com>, Erişilme tarihi 08.08.2008
8. Demir, H., Mobedi, M. ve Ülkü, S., Adsorpsiyonlu Isı Pompaları, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, 535-545
9. Bulut, H., Termoelektrik Soğutma Sistemleri, Soğutma Dünyası, 31, 9-16, 2005.

