

Isı Pompaları Hakkında Genel Bilgiler

Bülent Vural
Mak. Yük. Müh.
TTMD Kurucu Üyesi

Giriş

Isı pompaları, düşük sıcaklıktaki bir ısı kaynağından, daha yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı aktarabilen (pompa-layabilen) cihazlardır.

Termodinamiğin 2. yasasına göre düşük sıcaklıktaki bir ortamdan, daha yüksek sıcaklıktaki bir ortama enerji aktarılabilmesi ancak başka bir enerji kaynağının kullanılmasıyla mümkün olmaktadır.

Günümüz ısı pompalarının büyük bir bölümü gaz sıkıştırılmalı (kompresörlü) tipte olup, kompresörün çalıştırılması elektrik enerjisi ile sağlanmaktadır.

Isı pompaları ısıyı çektikleri (toprak, su, hava vb.) ve ısıyı aktardıkları (hava, su, vb) ortamlara göre isimlendirilmektedir.

Isının aktarıldığı ortam hava ise bu tür cihazlara piyasada “ısı pompası fonksiyonlu klima” ismi de verilmektedir. “Havadan havaya”, “sudan havaya” veya “topraktan havaya” çalışan ısı pompalarıdır bunlar aslında.

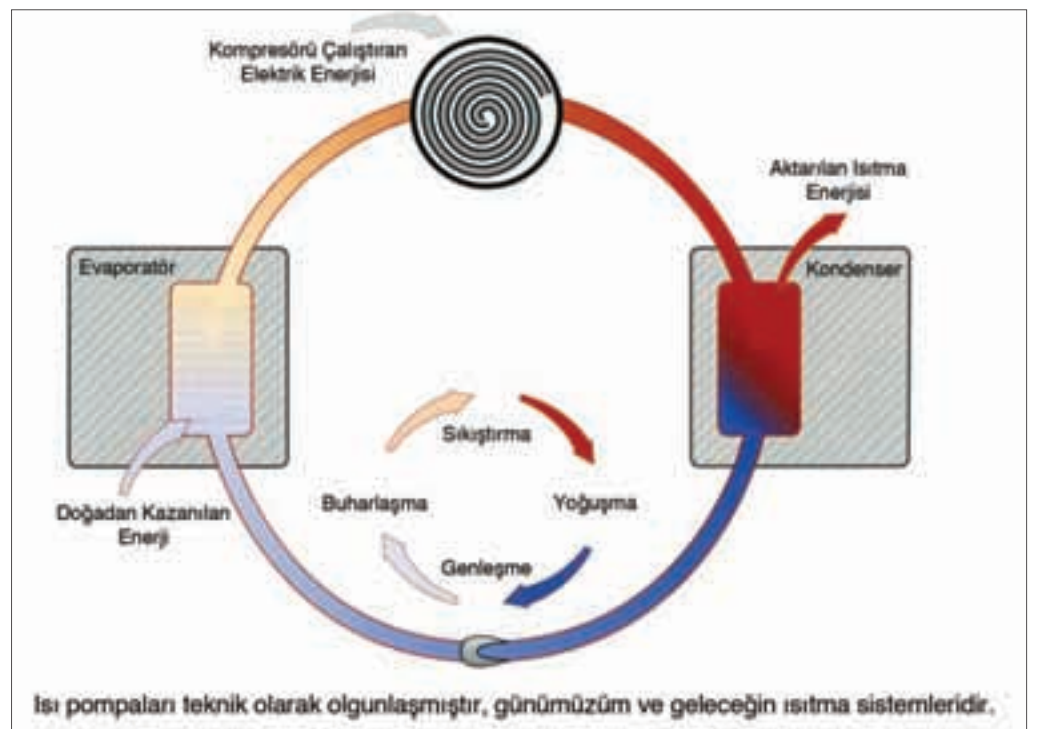
Isının aktarıldığı ortam su ise bu tür cihazlara piyasada sadece “ısı pompası” ismi verilmektedir. Bunlar “havadan suya”, “sudan suya” veya “topraktan suya” çalışan ısı pompalarıdır.

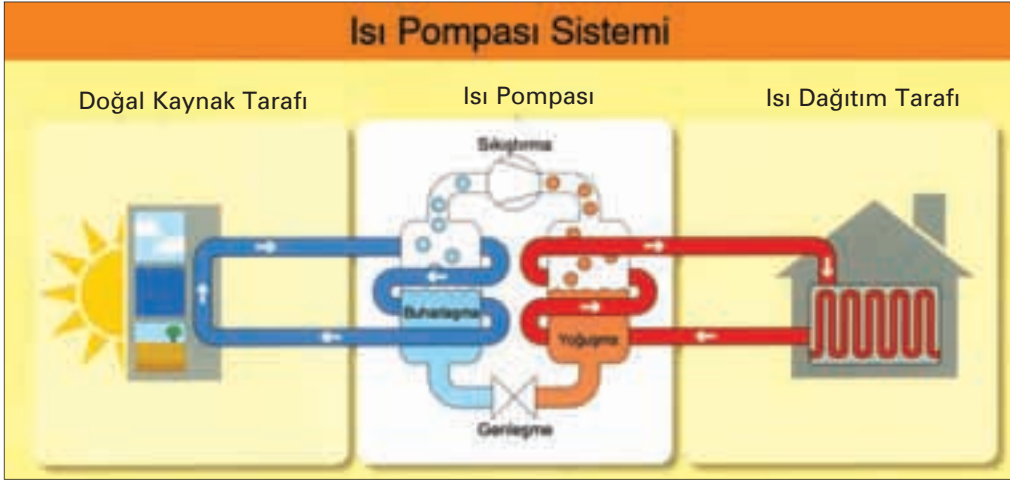
Günümüzde ısı pompaları yaklaşık 5 ile 1000 kW performans güç aralığında; ısıtma ana fonksiyonunun yanı sıra kullanma sıcak suyu üretebilen ve gerektiğinde soğutma da yapabilecek özelliklerde çok fonksiyonlu olarak pazara sunulmaktadır.

Isı pompaları; enerjinin verimli kullanılması ve CO₂ salımının azaltılması gibi insanlığın iki önemli probleminin çözümüne

katkı sağlamaktadır. Bu nedenle AB, Japonya ve ABD gibi ülkelerde ısı pompası kullanımı özellikle 2000 yılından itibaren hızla yaygınlaşmaktadır.

Fransa, İsveç, Norveç, Almanya, İsviçre, Avusturya, İtalya, Finlandiya ısı pompalarını en çok kullanan ülkelerdir. Bu ülkelerde ısı pompası kullanım oranları çok yüksektir ve yeni yapılan binaların büyük





bir çoğunluğunda fosil bazlı enerji tüketen kazan ve kombi yerine sadece elektrik enerjisi tüketen ısı pompaları kullanılmaktadır.

Türkiye’de ise havadan havaya ve aslında soğutma amaçlı çalışan klima cihazları dışında, gerçek anlamda ısı pompası kullanımını azdır. Ancak Türkiye, sahip olduğu değişik iklim ve coğrafya şartları nedeniyle ısı pompası kullanımına (özellikle havadan suya ve sudan suya çalışan) çok uygundur ve bu nedenle önemli bir potansiyele sahiptir.



Isı Pompalarında Performans Değerleri

Isı pompalarının sahip olduğu performans değerlerini incelerken dikkatli olmak gerekir. Üreticilerin kataloglarında verdikleri değerler farklı işletme şartlarını baz aldığı gibi, verilerin tolerans alanları da farklı standartlarda olabilmektedir.

Kataloglarda güç, kapasite veya performans kelimeleri genellikle eş anlamlı olarak kullanılmakta ve kW birimiyle verilmektedir.

Cihazların etiketlerinde yazan ve kataloglarında verilen değerleri, anma değerleri veya nominal değerleri ifadeleriyle yine eş anlamlı olarak kullanılmaktadır.

Terminoloji birliği yaratmak, katalog verilerinin karşılaştırılabilir olmasını sağlamak ve ısı pompası üreticilerinin cihazlarıyla ilgili verdikleri bilgilerin doğru ve anlaşılabilir olmasını güvence altına alabilmek için kullanılan normlardan EN 255 ve ona dayalı olarak geliştirilen, 2008 yılında yayınlanan EN 14511, Avrupalı ısı pompası üreticilerinin kullandığı esas standarttır.

EN 14511; ısı pompalarının ısıtma ve soğutma performanslarını belli çalışma şartlarındaki anlık ölçüm değerleri olarak vermektedir. Çalışma şartlarını tarifleyen harf ve rakamların açıklamaları şöyledir:

1a- Havadan suya ısıtma yapan ısı pompalarında;

A../W..

A.. : Air (Dış Hava Sıcaklığı):
-5 °C, 2 °C, 7 °C, 10 °C

W..: Water (Çıkış Suyu Sıcaklığı):
35 °C, 45 °C, 55 °C

Örnek: A07/W45 ... 12 kW

Bu ısı pompası, 7 °C sıcaklığındaki dış havadan ısıyı alıp, 45 °C sıcaklığında çıkış suyu üretmektedir ve bu sırada 12 kW’lık ısıtma enerjisi transfer edebilmektedir.

1b- Havadan suya soğutma yapan ısı pompalarında;

A../W..

A.. : Air (Dış Hava Sıcaklığı):
27 °C, 35 °C

W..: Water (Çıkış Suyu Sıcaklığı):
8 °C, 12 °C, 18 °C

Örnek: A35/W18 ... 14 kW

Bu ısı pompası 18 °C sıcaklığında soğutma çıkış suyu üreterek binayı soğutmakta ve bu sırada binadan aldığı 14 kW’lık soğutma enerjisini 35 °C sıcaklığındaki dış havaya transfer edebilmektedir.

2a- Sudana Suya Isıtma Yapan Isı Pompalarında;

W../W..

W..: Water (Kaynak Tarafında Su Sıcaklığı):
7 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C

W..: Water (Çıkış Suyu Sıcaklığı):
35 °C, 45 °C, 55 °C

Deniz, kuyu, göl, akarsu gibi bir kaynaktan alınan su ısı pompasının içinde dolaştırılarak enerjisi çıkış suyuna aktarılmaktadır.

Örnek: W15/W45 ... 12 kW

Bu ısı pompası 15 °C sıcaklığındaki kaynağın suyundan ısıyı alıp, 45 °C sıcaklığında çıkış suyu üretmektedir ve bu sırada 12 kW’lık ısıtma enerjisi transfer edebilmektedir.

2b- Sudana Suya Soğutma Yapan Isı Pompalarında;

W../W..

W..: Water (Kaynak Tarafında Su Sıcaklığı):
7 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C

W..: Water (Çıkış Suyu Sıcaklığı):
7 °C, 12 °C, 18 °C

Örnek: W20/W18 ... 14 kW

Bu ısı pompası 18 °C sıcaklığında çıkış suyu sıcaklığı üreterek binayı soğutmakta ve bu sırada binadan aldığı 14 kW’lık soğutma enerjisini 20 °C sıcaklığında ısı pompasına gelen kaynağın suyuna aktarmaktadır.

3a- Topraktan Suya Isıtma Yapan Isı Pompalarında;

B../W..

B.. : Brine (Salamura= Su+Glikol Sıcaklığı):
-5 °C, 0 °C, 5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C

W..: Water (Çıkış Suyu Sıcaklığı):
35 °C, 45 °C, 55 °C



Bu tür ısı pompalarında kaynak tarafında polietilen (PE) boruların içinde donmaya karşı yeterince korunmuş su-glikol (salamura) karışımı dolaştırılmaktadır. Borular toprak altına döşenmekte, toprağın veya kayaların içine delinmiş kuyulara sarkıtılmaktadır. Isı pompasıyla çevre (kaynak) arasındaki ısı transferi, boruların içinde dolaştırılan salamura (brine) tarafından sağlanmaktadır. Aslında borular topraktan başka ortamlara (örneğin deniz, göl ve akarsuların içine) da serilebilir. Bu nedenle bu tip ısı pompalarına “toprak kaynaklı” yerine “salamura kullanan” ısı pompaları demek belki daha doğru olabilir.

Örnek: B5/W35 ... 14 kW

Bu ısı pompası geliş sıcaklığı 5 °C olan salamuradan ısıyı alıp, 35 °C sıcaklığında çıkış suyu üretmektedir ve bu sırada salamuradan binaya 14 kW’lık ısıtma enerjisi transfer edebilmektedir.

3b- Topraktan Suya Soğutma Yapan Isı Pompalarında;

B./W..

B.. : Brine (Salamura Sıcaklığı):

5 °C, 10 °C, 15 °C, 20 °C

W..: Water (Çıkış Suyu Sıcaklığı):

7 °C, 12 °C, 18 °C

Örnek: B15/W12 ... 16 kW

Bu ısı pompası 12 °C sıcaklığında çıkış suyu sıcaklığı üretmek için binayı soğutmakta ve bu sırada binadan aldığı 16 kW’lık soğutma enerjisini 15 °C’de ısı pompasına gelen salamuraya aktarmaktadır.

Üreticilerin cihazlarının anma (nominal) performanslarını ifade etmek için en çok kullandıkları EN 14511’e uygun ölçüm noktaları şunlardır:

• Hava kaynaklı ısı pompalarında:

A2/W35

A7/W35

A35/W8

• Su kaynaklı ısı pompalarında:

W0/W35

W10/W35

W20/W8

W10/W18

• Toprak kaynaklı ısı pompalarında:

B0/W35

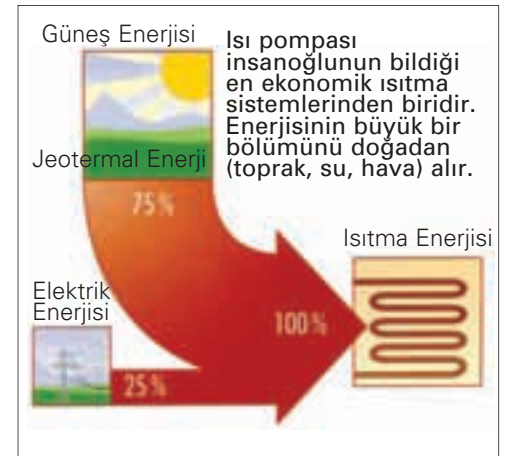
B20/W8

B10/W18

Isı Pompalarında Verim Değerleri

Isı pompalarının belli çalışma şartları altında ısı transfer edebilme, yani ısıtabilme veya soğutabilme kapasitelerine ısı pompalarının performansı dendiğini söylemiş-tik. Ancak ısı pompalarında performans değerleri, o performansın yaratıldığı işletme şartlarındaki “çalışma verimleriyle” birlikte değerlendirildiğinde anlam kazanır. Verimin birlikte değerlendirilmediği performans rakamları kendi başlarına fazla bir şey ifade etmez.

Performans ve verim değerleri birbirinden ayrılmaz ikiz kardeşler gibidir ve önceden tariflenmiş, belli işletme şartlarında ölçülüp verilmelidir. Aksi durumda ısı pompası üreticilerinin verilerini birbiriyle kıyaslamak mümkün olmaz, ilgilenenler yanıltılmış olur ve yanlış seçilen cihazlarla yapılan uygulamalar iyi sonuç vermez.



Bu nedenle EN 14511 normu, ısı pompalarında performansın yanısıra verimin de nasıl tariflendiği ve hangi işletme şartlarında ölçüleceğine dair net standartlar getirmiştir.

Isı pompası ısıtma yaparken verim değeri “Etkinlik Katsayısı” denilen COP (Coefficient of Performance) terimiyle, soğutma yaparken ise verim değeri “Enerji Etkinlik Oranı” denilen EER (Energy Efficiency Ratio) terimiyle ifade edilmektedir.

$$\text{COP} = \frac{\text{Binaya verilen ısıtma enerjisi}}{\text{Kompresörün çektiği elektrik enerjisi}}$$

$$\text{EER} = \frac{\text{Binadan çekilen soğutma enerjisi}}{\text{Kompresörün çektiği elektrik enerjisi}}$$

COP ve EER belli işletme şartları için ölçülmüş anlık değerlerdir. Üreticiler bu değerleri verirken cihazların salt ısı çevrim prosesini dikkate almalıdırlar ve cihazların içinde yer alan sirkülasyon pompaları, iç ve dış ünite fanları ve elektrik/kontrol/otomasyon donanımları gibi diğer yardımcı sistemlerin elektrik tüketimlerini ve kayıplarını değerlendirme dışı bırakmalıdırlar.

EN 14511 normuna göre COP ve EER verilerini ölçmek için kullanılan anlık işletme şartlarına örnekler:

- Isıtma için (COP):

Hava kaynaklı ısı pompalarında

A-7/W35

A 2/W35

A 7/W35

A10/W35

Su kaynaklı ısı pompalarında

W0/W35

W10/W35

Toprak kaynaklı ısı pompalarında

B0/W35

B10/W35

- Soğutma için (EER):

Hava kaynaklı ısı pompalarında

A35/W8

A35/W18

Su kaynaklı ısı pompalarında

W20/W8

W10/W18

Toprak kaynaklı ısı pompalarında

B20/W8

B10/W18

Türkiye'ye, Avrupa'nın yanı sıra Japonya, Kore, Çin ve ABD'den de ısı pompası ithal edilmektedir.

Dolayısıyla EN 14511 normundan başka ARI, ASHRAE, EUROVENT, ISO gibi kuruluşların standartlarını kullanan veya kataloglarında kendi keyfi değerlerini veren üreticilerin sayısı da oldukça fazladır. Bu nedenle projecilerimizin, uygulama yapan kuruluşlarımızın ve neticede kullanı-

cıların ısı pompası sistemi seçerken gerçekten dikkatli olmaları gereklidir.

COP ve EER verileri, değişik üreticilere ait farklı cihaz tiplerini birbirleriyle karşılaştırabilmek ve cihazların ön seçimini yapabilmeyi kolaylaştırmak amacıyla kullanılabilen faydalı verilerdir. Ancak ısı pompası sistemini seçerken bundan fazlası gereklidir.

Örneğin "sezon ısıtma performans faktörü" βH ve "sezon soğutma performans faktörü" βC ısı pompası sisteminin bir sezon boyunca gerçekleştirdiği ısı transferinin, sistemin harcadığı toplam elektrik enerjisine bölünmesiyle bulunan ve kullanıcıyı asıl ilgilendiren "sezon ısıtma etkinliği verileri"dir.

- Sezon ısıtma performansı faktörü βH : Örneğin bir ısı pompası sistemi sene 7 ay ısıtmaya çalışmakta ve bu süre içinde toplamda Q_h (kWh) kadar ısıtma enerjisi üretmektedir. Bunu yaparken de yardımcı ekipmanlarıyla birlikte sistem bazında toplamda W_{he} (kWh) elektrik enerjisi kullanmaktadır.

$$\beta H = \frac{Q_h}{W_{he}}$$

- Sezon soğutma performansı faktörü βC : Örneğin bir ısı pompası sistemi sene 3 ay soğutmaya çalışmakta ve bu süre içinde toplamda Q_c (kWh) kadar soğutma enerjisi üretmektedir. Bunu yaparken de yardımcı ekipmanlarıyla birlikte sistem bazında toplamda W_{ce} (kWh) elektrik enerjisi kullanmaktadır.

$$\beta C = \frac{Q_c}{W_{ce}}$$

- Sezon ısıtma ve sezon soğutma performans faktörlerini birlikte değerlendirerek ısı pompası sisteminin "sezon toplam performans faktörü"nü βT hesaplamak kolaydır:

$$\beta T = \frac{Q_h + Q_c}{W_{he} + W_{ce}}$$

Bu hesaplamalar yapılırken ısı pompası sisteminin ısıtma ve soğutma fonksiyonlarının yanısıra "kullanma sıcak suyu" üretiminde de bulunduğu unutulmamalı ve dikkate alınmalıdır.

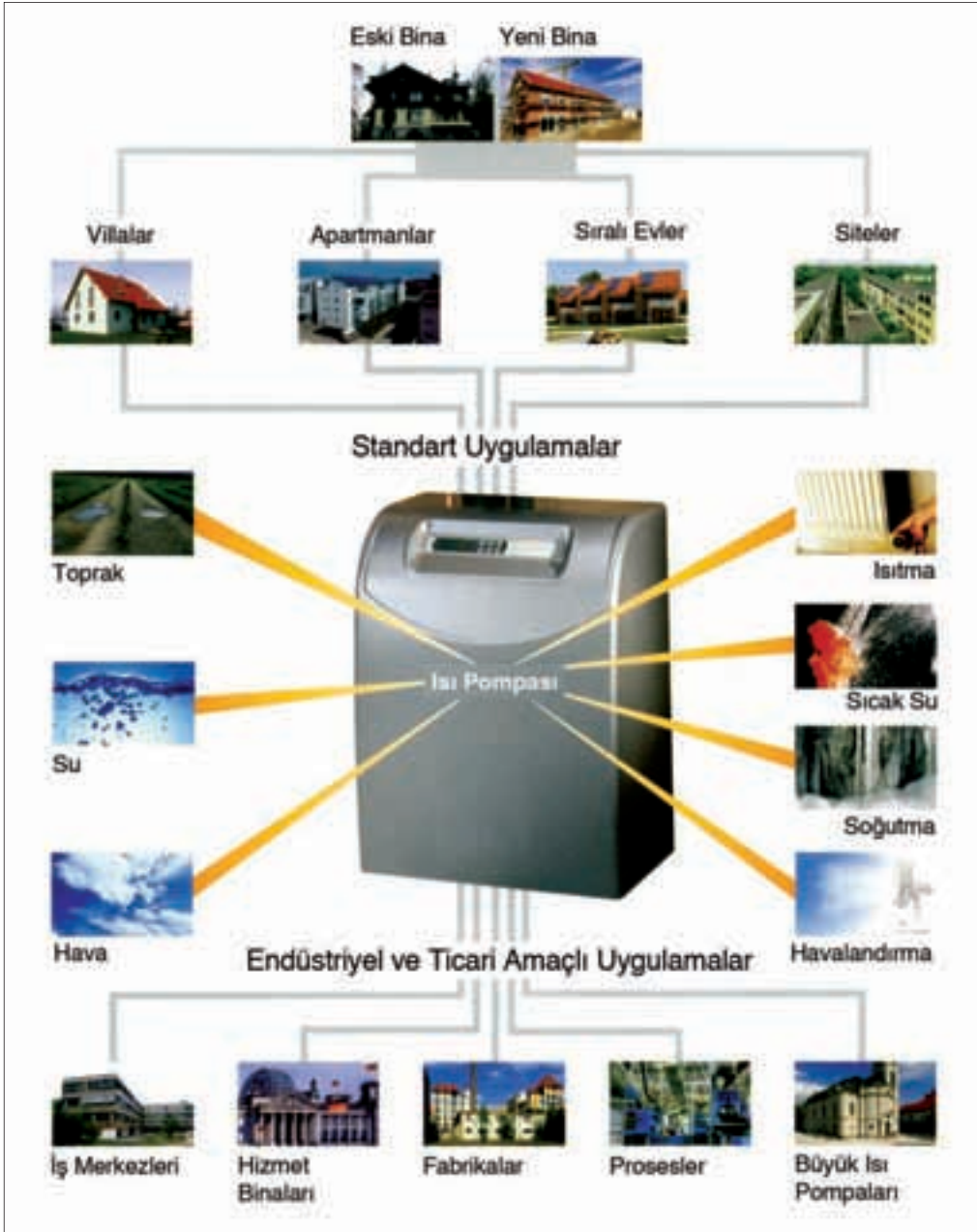
Anlık işletme şartlarında geçerli olan COP ve EER verilerini kullanarak, bir ısı pompası sisteminin "sezon performans faktörlerini" yaklaşık olarak hesaplayabilmek için Alman Mühendisler Odası'nın VDI-4650 numaralı yöntemi iyi sonuç vermektedir. Ayrıca yine bu amaç için geliştirilmiş ve ısı pompası sisteminin sezon işletme şartlarını simüle ederek performans faktörlerini hesaplayabilen programlar mevcuttur.

Sezon performans faktörünün olabildiğince yüksek çıkması çok önemlidir. Ömür boyu kullanma maliyetinin büyük bir bölümünü oluşturan enerji giderleri ve dolayısıyla ısı pompası sisteminin amortisman süresi buna bağlıdır.

Isı pompası sistemi üç ana bölümden oluşmaktadır:

1. Primer - birincil - kaynak tarafı: Burada ısıtma ve/veya soğutma enerjisini kullanacağımız yenilenebilir enerji ortamı vardır (hava, su, toprak vb). Ayrıca bu ortamla ısı pompası arasında ısı transferini sağlayan tesisat vardır.
2. Isı pompası cihazı ve yardımcı ekipmanları: Burada kaynak ortamından gelen enerjinin, kullanım şartlarına uygun hale getirilerek kullanıcıya transfer edilmelerini sağlayan her türlü ekipman ve kontrol/otomasyon donanımı vardır.
3. Sekonder - ikincil - kullanıcı - tüketim tarafı: Burada ısı pompasından gelen ısıtma/soğutma enerjisinin, binanın içinde etkin bir şekilde dağıtılarak kullanımını sağlayan tesisat ekipmanları vardır.

Görüldüğü gibi ısı pompası sisteminin sezon toplam performans faktörünün yüksek çıkabilmesi için; sistemi oluşturan her üç bölüm için doğru öngörülerde bulunulması, kullanılacak ekipmanların doğru seçilmesi ve projenin genel konseptinin doğru oluşturulması gerekmektedir.



Isı Pompalarında İşletim Şekilleri

Isı pompası uygulamalarında temel kural, yatırım maliyetleri ile işletim maliyetleri arasındaki dengenin kullanıcının yararına optimize edilmesidir. Bunun için kaynak tarafının (hava, toprak, su vb) sezonsal değişkenlikleri ile kullanıcı tarafının sezonsal gereksinimleri (ısıtma, soğutma, kullanım sıcak suyu) birlikte değerlendirilerek ısı pompasının ve diğer gerekli yardımcı ekipmanların seçimi yapılmalı ve sistemin hangi işletim şeklinde çalışacağı belirlenmelidir.

Isı pompalarında aşağıdaki işletim şekilleri vardır:

1. Monovalent işletim:

Isı pompası, kullanıcının yıllık enerji gereksiniminin % 100'ünü karşılayacak şekilde seçilir.

2. Mono enerjili işletim:

Isı pompası, kullanıcının yıllık enerji gereksiniminin % 80-90'ını karşılayacak şekilde seçilir ve yılın en soğuk günlerinde ortaya çıkan ek enerji gereksinimi için elektrikli ısıtıcı ile desteklenir. Isı pompası da, destekleyici ısıtıcı da elektrik enerji-

siyle çalıştığından bu tür işletme mono-enerjili (tek tip enerji kullanan) işletim denir.

3. Bivalent işletim:

Isı pompası, kullanıcının yıllık enerji gereksiniminin % 75-80'ini karşılayacak şekilde seçilir ve önceden belirlenen denge noktasının altındaki soğuk günlerde ortaya çıkan ek enerji gereksinimini, mazot ya da doğalgaz gibi elektrikten başka bir yakıt cinsi kullanan kazan/kombi gibi bir cihazla kapatır. Isı pompası ve destekleyici cihaz, birbirlerinden farklı enerji türleriyle çalıştıklarından bu tür işletime bivalent (iki ayrı cins enerji türü kullanan) işletim denir. Bivalent işletimde ısı pompası ve destekleyici cihazın paralel veya seri bağlı olarak çalıştırılması tercih edilebilir.

Son zamanlarda bivalent işletimde yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen (örneğin pellet yakan kazanlar veya güneş kollektörlü sistemler gibi) sıcak suyun da ısıtma, kullanma sıcak suyu üretimi ve havuz suyu ısıtması gibi amaçlarla sisteme entegrasyonu sıkça uygulanmaktadır. Bu tür işletimlere "yenilenebilir enerji kaynaklarıyla desteklenmiş bivalent işletimli ısı pompası uygulamaları" adı verilmektedir.

Isı Pompalarıyla Soğutma Yapmak

Modern ısı pompalarıyla ısıtmanın yanısıra gerektiğinde soğutma yapmak da mümkündür. Bu tür cihazlara "reversibile" yani tersinir de çalışabilen ısı pompaları denilmektedir. Isı pompası bir mekanı soğuturken, o mekandan çektiği enerjiyle bir başka mekanı ısıtabilir ve/veya bu enerjiyi örneğin kullanma sıcak suyunun veya bir havuz suyunun ısıtılmasında değerlendirilebilir ve böylece sezon boyunca çok yüksek bir toplam sistem verimliliğine ulaşabilir.

Isı pompası bir mekanı soğuturken, mekandan çektiği enerjinin tamamını başka bir amaçla kullanamıyorsa bu enerjiyi kaynak tarafına aktararak (hava, su, toprak) çalışmasına devam edebilir.

Isı pompası uygulamalarında iki değişik soğutma şekli seçeneği vardır:

1. Aktif (dinamik) Soğutma:

Isı pompası, sıcaklığı örneğin 7 °C ile 20 °C arasında değişen soğutma amaçlı çıkış suyu üreterek fan coil, klima santrali gibi cihazlar yardımıyla ortamı soğutur. Ortamdaki havanın bağıl nem oranına ve serpantinin içinden geçen suyun sıcaklığına bağlı olarak yoğuşma oluşabilir ve yoğuşan su drenaj tavası yardımıyla ortamdaki atılır.

2. Pasif (durağan) Soğutma:

Isı pompası pasif soğutma yaparken kompresörü çalışmaz ve içinde bir gaz çevrimi olmaz. Burada yapılan şey, kaynak tarafının (toprak, su vb) düşük sıcaklığından faydalanarak kullanıcı tarafında (örneğin yerden, tavandan veya duvarlardan geniş alanlı ısı dağıtım sisteminde) ortamdaki havanın sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta su dolaştırarak ortamı serinletmektedir. Bu işlem yapılırken yüzeylerde yoğuşma olmaması için, ortamdaki havanın sıcaklığı ve bağıl nem oranı sürekli ölçülür ve gelen suyun sıcaklığı buna göre kontrol edilir.

Pasif soğutma modunda (buna free cooling de denilmektedir) kompresör çalışmadığı ve sirkülasyon pompalarının elektrik tüketiminden başka bir tüketim olmadığından sistemin toplam verimi çok yüksektir.



Bina İçine Yerleştirilen Tip
Havadan Suya Isı Pompası



Bina Dışına Yerleştirilen Tip
Havadan Suya Isı Pompası

Isı Dağıtım Sisteminin Tasarımı

Isıtma ve soğutma sistemlerinin yüksek bir verimle çalışabilmesi için önemli ön şartlardan biri de mümkün olduğunca “düşük sıcaklıkla ısıtma, yüksek sıcaklıkla soğutma” yapılmasıdır. Yani, ısı yayan elemanların mümkün olduğunca geniş alanlı olarak seçilmesidir.

Genel olarak “döşemeden ısıtma ve soğutma” üst başlığı altında yer alan;

- Yerden ısıtma/serinletme
- Tavandan ısıtma/serinletme
- Duvardan ısıtma/serinletme

sistemleri bu amaca en uygun olan ısı dağıtım sistemleridir ve uygulanması mümkün olan yerlerde tercih edilmelidir.

Geniş alanlı düşük sıcaklık radyatörleri ve geniş serpantin alanlı fan coil'ler de kullanılacak diğer seçenekler arasındadır.

Burada işletme verimliliğine direkt etkisi olan iki olayı hatırlayalım;

1. Isıtmaya veya soğutmaya çalıştığımız ortamın sıcaklığında 1 °C fark yaratabilmek için, kullanılan enerji miktarı ortalama % 6 - % 7 civarında değişmektedir. Örnek; ısıtmaya çalıştığımız ortamın sıcaklığını 21 °C yerine 20 °C'de sabit tutmaya çalıştığımızda, harcanan ısıtma enerjisi % 6 - % 7 civarında azalmakta-

dır. Bir diğer örnekle, soğutmaya çalıştığımız ortamın sıcaklığını 25 °C yerine 24 °C'de sabit tutmaya çalıştığımızda harcanan soğutma enerjisi % 6 - % 7 civarında artmaktadır.

2. Isı pompalı sistemlerde, kullanıcıya giden ısıtma/soğutma suyunun sıcaklığındaki her 1 °C'lik fark, ısı pompasının çalışma verimliliğinde (ısıtmada COP değerinde, soğutmada ise EER değerinde) % 2.5'luk bir değişim yaratmaktadır.

Isı pompalarında COP değeri aşağıdaki formüle göre yaklaşık olarak hesaplanmaktadır:

$$COP = 0.5 \times \frac{T}{T - T_o} = 0.5 \times \frac{\Delta T + T_o}{\Delta T} = 0.5 \times \frac{T}{\Delta T}$$

T = Kullanıcıya giden suyun sıcaklığı K

To = Kaynak tarafının sıcaklığı K

$\Delta T = (T - T_o)$ K

Örnek: Toprak kaynaklı bir ısı pompası sisteminde kaynak tarafından enerji taşıyan salamuranın sıcaklığının 0 °C olduğu bir durumda;

1. Gidiş suyu sıcaklığı 35 °C olarak yerden ısıtma yapılırsa ısı pompasının verimi:

$$COP = 0.5 \times \frac{(273 + 35)}{(273 + 35) - (273 + 0)}$$

$$COP = 0.5 \times \frac{308}{308 - 273} = 4.4 \text{ olmaktadır.}$$

2. Gidiş suyu sıcaklığı 50 °C olarak radyatörle ısıtma yapıldığında ise ısı pompasının verimi:

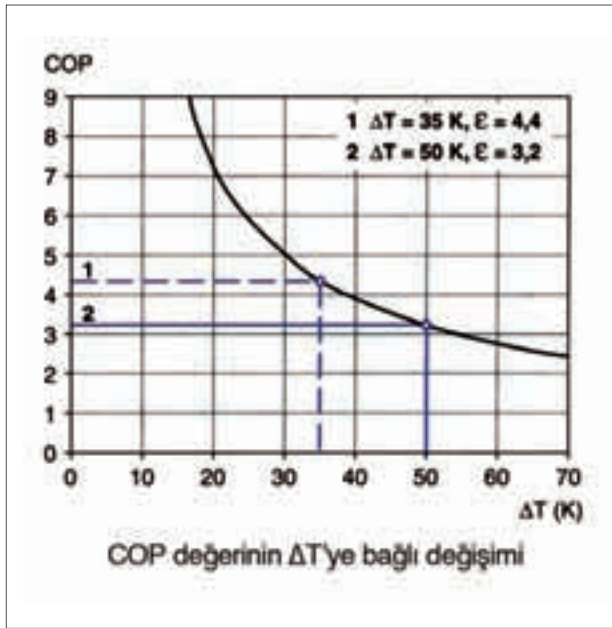
$$COP = 0.5 \times \frac{(273 + 50)}{(273 + 50) - (273 - 0)}$$

$$COP = 0.5 \times \frac{323}{50} = 3.23 \text{ olmaktadır.}$$

Görüldüğü gibi gidiş suyu sıcaklığı 35 °C olan sistem, 50 °C olan sisteme nazaran (kaynak tarafı sıcaklığının 0 °C olduğu bir durumda) yaklaşık % 36 daha verimli çalışmaktadır.

Yani kullanıcıya giden suyun sıcaklığıyla kaynak tarafının sıcaklığı arasındaki fark (ΔT) ne kadar küçükse, sistemin verimi o kadar yüksek olmaktadır.

Aşağıdaki diyagram COP'nin ΔT 'ye bağlı değişimini yaklaşık olarak vermektedir.



Diyagramdan kabaca okunacağı gibi; örneğin dış hava sıcaklığının 0°C olduğu bir durumda hava kaynaklı ısı pompası sisteminde gidiş suyu sıcaklığı 70°C olan radyatörle ısıtma yapıldığında $\text{COP} = 2.5$, gidiş suyu sıcaklığı 30°C olan yerden ısıtma yapıldığında ise $\text{COP} = 5$ civarında oluşmaktadır (yaklaşık iki katı verim).

Aynı sistemde dış hava sıcaklığının 10°C olduğu bir durumda ise gidiş suyu sıcaklığı 70°C olan radyatörle ısıtma yapıldığında ($\Delta T = 70 - 10 = 60\text{ K}$) $\text{COP} = 2.8$ gibi, gidiş suyu sıcaklığı 30°C olan yerden ısıtma yapıldığında da ($\Delta T = 30 - 10 = 20\text{ K}$) $\text{COP} = 7.0$ gibi oluşmaktadır (yaklaşık 2.5 katı verim).

İyi planlanmış ve doğru uygulanmış yerden ısıtma sistemlerinin bir başka önemli avantajı da sahip oldukları yüksek ısıtma enerjisi oranı ile, radyatörlü mekanlara nazaran, daha düşük ortam sıcaklıklarında da insanların kendilerini konforlu hissetmelerini sağlamasıdır. Bu nedenle yerden ısıtılan mekanların ortam sıcaklıkları radyatörle ısıtılan ortamlara nazaran 1°C

ile 2°C arasında daha düşük tutulabilmekte ve bu da yukarıda açıklandığı gibi enerji giderlerinde yılda % 6 ile % 12 oranında ek tasarruf yapılabilmesini sağlamaktadır.

Sonuç

Son yıllarda Türkiye'de enerjinin verimli kullanılmasıyla ilgili olarak hukuki alt yapının düzenlenmesinde önemli gelişmeler olmuştur. Bunlardan bazıları şunlardır:

02.05.2007 tarihinde yürürlüğe giren EVK (Enerji Verimliliği Kanunu)

14.04.2008 tarihinde yayımlanan "Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik"

25.10.2008 tarihinde yayımlanan "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına İlişkin Yönetmelik"

05.12.2009 tarihinde yayımlanan ve 01.04.2010 tarihinde revize edilen "Bina Enerji Performansı Yönetmeliği"

Bütün bunların amacı; ülke içinde mevcut olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, enerjinin daha verimli kullanımının sağlanması, enerji kaynaklarının temininde yurtdışına bağımlılığın azaltılması ve sera gazı salımlarının (özellikle CO_2) mümkün olan en aza indirilerek kontrolünün sağlanmasıdır.

Isı pompası, bu amaçlara ulaşabilmek için günümüzde insanlığın sahip olduğu en önemli araçlardan biridir.

Tesisat mühendislerimiz ve teknisyenlerimiz ısı pompası kullanımının Türkiye'de de yaygınlaşabilmesi için gayret sarfetmeli ve ısı pompası sistemini oluşturan tesisat ekipmanlarını öğrenmelidir.

Gerek yeni yapılan binalarda gerekse eski binaların yenilenmesi sırasında ısıtma, soğutma ve kullanma sıcak suyu üretiminde ısı pompası kullanmak mümkündür.

10 kW ile 1000 kW arasında değişen geniş bir performans yelpazesinde ısı pompası kullanımı mümkündür.

Isı pompaları gerek bireysel ısınma gerekse merkezi ısıtma sistemleri için uygundur. Dolayısıyla villalar ve müstakil konutların yanı sıra apartmanlar ve siteler de ısı pompası kullanımı için uygundur.

Oteller, hastaneler, okullar, iş ve ofis merkezleri gibi hizmet binaları da ısı pompası kullanımı için uygundur.

Yeni yapılan binalarda döşemeden ısıtma öngörerek gidiş suyu sıcaklıklarının $28^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}$ arasında, döşemeden ısıtma yapılamayan binalarda ise düşük sıcaklık radyatörlerini $50^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$, fan coil'leri de $40^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$ gidiş suyu sıcaklıklarında çalışacak şekilde boyutlandırılarak ısı pompalarının yüksek verimle çalışmasını sağlayabiliriz.

Türkiye'de değişik iklim bölgeleri vardır. Binanın bulunduğu bölge ve sahip olduğu coğrafi konuma göre hava, toprak ve su kaynaklı ısı pompaları seçilebilir.

Hava sıcaklıklarının -5°C ile 40°C , toprak sıcaklıklarının 0°C ile 15°C ve kaynak su sıcaklıklarının 10°C ile 25°C arasında bulunduğu bölgeler, ısı pompası kullanımı için çok uygundur.

Deniz, göl ve akarsulara yakın bir alanda veya keson/artezyen kuyularıyla yer altı sularına erişimin kolay olduğu durumlarda su kaynaklı ısı pompası uygulamaları verimli olmaktadır.

Hava sıcaklıklarının nadiren 0°C 'nin altına düştüğü bölgelerde hava kaynaklı ısı pompası uygulamaları verimli olmaktadır.

Isı pompası kullanılan binalarda yakıt tankı, doğalgaz hattı, kazan/kombi, baca donanımı, alarm sistemi ve hatta kazan dairesine bile gereksinim yoktur.

Dolayısıyla ısı pompası sistemi patlama, yanma ve zehirlenme gibi risklere karşı güvenlidir.

Isı pompası sistemlerinde bakım, temizlik

vb. servis gereksinimi, kazan/kombi sistemlerine nazaran daha azdır.

Sadece elektrik enerjisi kullanan ısı pompaları Türkiye'nin başka ülkelere olan enerji bağımlılığını azaltır, petrol ve doğalgaz ithalatının düşürülerek, Türkiye'nin dış ticaret açığının küçültülmesinde önemli bir rol oynayabilir.

Türkiye'de üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık % 35'i hidrolik, yerli kömür, rüzgar vb. gibi yerli kaynaklar, % 65'i doğalgaz, ithal kömür ve petrol gibi ithal edilen kaynaklar kullanılarak üretilmektedir. Yani Türkiye'nin elektrik enerjisinde dışa bağımlılık oranı % 65 kadardır.

Sezonsal toplam performans faktörü, örneğin 4 olan (yani ürettiği enerjinin % 25'ini elektrik şebekesinden, % 75'ini doğadan alan) bir ısı pompası sisteminin enerji gereksiniminin dışa bağımlılık oranı sadece % 16 (0.65×0.25) kadardır.

Kazan ve kombi sistemlerinin yakıt olarak kullandığı doğalgaz ve diğer petrol türevlerinin (fuel oil, mazot vb.) tamamı ithal edilmektedir ve burada Türkiye'nin % 100 dışa bağımlılığı vardır.

CO₂ salımlarında ise ısı pompası sistemleri doğa dostu olarak nitelendirilebilir. Kullanıldığı noktada hiç salımı yoktur, sa-



dece kullandığı elektrik enerjisinin üretildiği yerdeki CO₂ salımı söz konusudur ve bu değer; fuel oil ve mazot kullanan kazan/kombilerin salımlarının % 40-% 45'i kadar, doğal gaz kullanan yoğuşmalı kazan/kombilerin salımlarının ise % 65-% 70'i kadardır.

Primer (birincil) enerji tüketiminde de ısı pompası sistemleri insan oğlunun bildiği en verimli sistemlerdendir. Sadece kullandığı elektrik enerjisinin üretildiği yerdeki

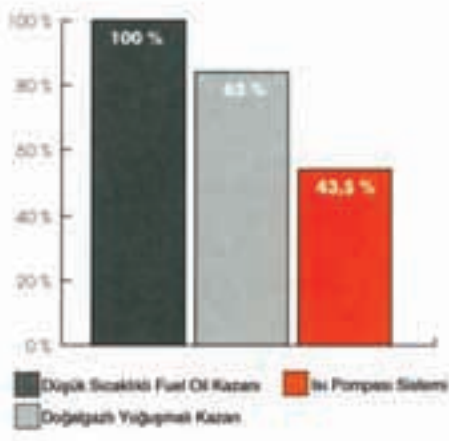
primer enerji tüketimi söz konusudur ve bu değer aynı miktarda ısıyı üretebilmek için örneğin fuel oil ve mazot kullanan kazan/kombilerin primer enerji tüketimlerinin % 55'i kadar, doğalgaz kullanan yoğuşmalı kazan/kombilerin primer enerji tüketimlerinin ise % 65'i kadardır.

“İlk yatırım maliyeti çok yüksek”, “amortisman süresi çok uzun”, “döşmeden ısıtma veya serinletme yapmak iyi sonuç vermiyor” gibi yanlış ve eksik bilgiye dayalı ön yargılardan kurtulmalı, “Avrupa’da teşvik var, bizde yok ki” gibi söylemlere fazla takılmadan ısı pompası sisteminin fizliğini bütün boyutlarıyla öğrenmeliyiz.

İskandinav ülkelerinde ve Almanya, Avusturya, Fransa, İsviçre gibi orta Avrupa ülkelerinde yeni yapılan binaların yarısından fazlasında ısı pompaları kullanıldığı rapor edilmekte ve ülkeler özelinde hali hazırda çalışan mevcut ısı pompası uygulamalarının sayısı ise yüz binlerle ifade edilmektedir.

Isı pompaları hakkında gelişmeleri ve özellikle Avrupa ısı pompası istatistiklerini “Avrupa Isı Pompası Birliği (European Heat Pump Association)” nin yayımlarından ve www.ehpa.org sitesinden takip etmek mümkündür. **TM**

Isı Pompası ile Kazan Kombi Sistemlerinin CO₂ Salımlarının Karşılaştırılması



Isı Pompası ile Kazan Kombi Sistemlerinin Birincil enerji kullanımı Karşılaştırılması

