

HAVA – SU KAYNAKLI ISI POMPASININ DENEYSEL İNCELENMESİ

Yrd. Doç. Dr. ALPASLAN TURGUT – Arş. Gör. TUBA EVGİN

DENEYİN AMACI

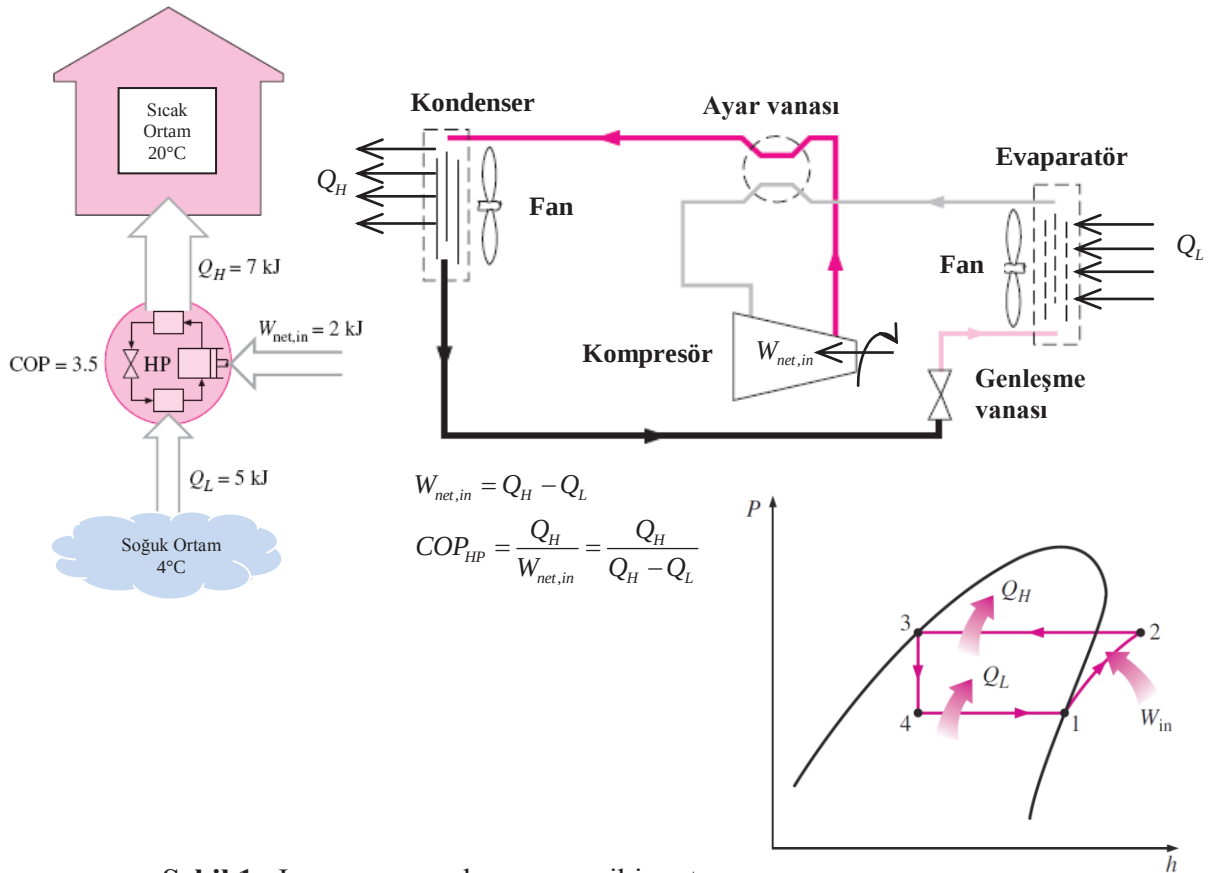
Deneyde sudan suya ve sudan havaya çalışan ısı pompasının termodinamik incelemesi yapılacaktır. Soğutucu akışkan ve ikincil akışkanlara ait (hava ve/veya su) sıcaklık, basınç ve kütsel debi değerleri saptanarak, sistemin çektiği enerji, net ısı transferi miktarları soğutucu akışkan ve ikincil akışkan taraflarından ayrı ayrı hesaplanarak performans katsayıları elde edilecektir.

DENEYİN ÖNEMİ VE KULLANILDIĞI YERLER

Isı pompası hem ısıtma ve hem de soğutma işlevini yapabilecek şekilde tasarlanmış termodinamik bir çevrimdir. Isı pompası; toprak, su veya hava kaynaklı olmak üzere ısıtma, soğutma, kurutma gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır. İlk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen işletme maliyetlerinin uygunluğu nedeniyle özellikle su ve toprak kaynaklı ısı pompaları yüksek ısıtma ve soğutma yüklerine ihtiyaç duyan iş merkezlerinin ve yerleşkelerin iklimlendirilmesinde kullanılmaktadır.

TEORİK BİLGİ

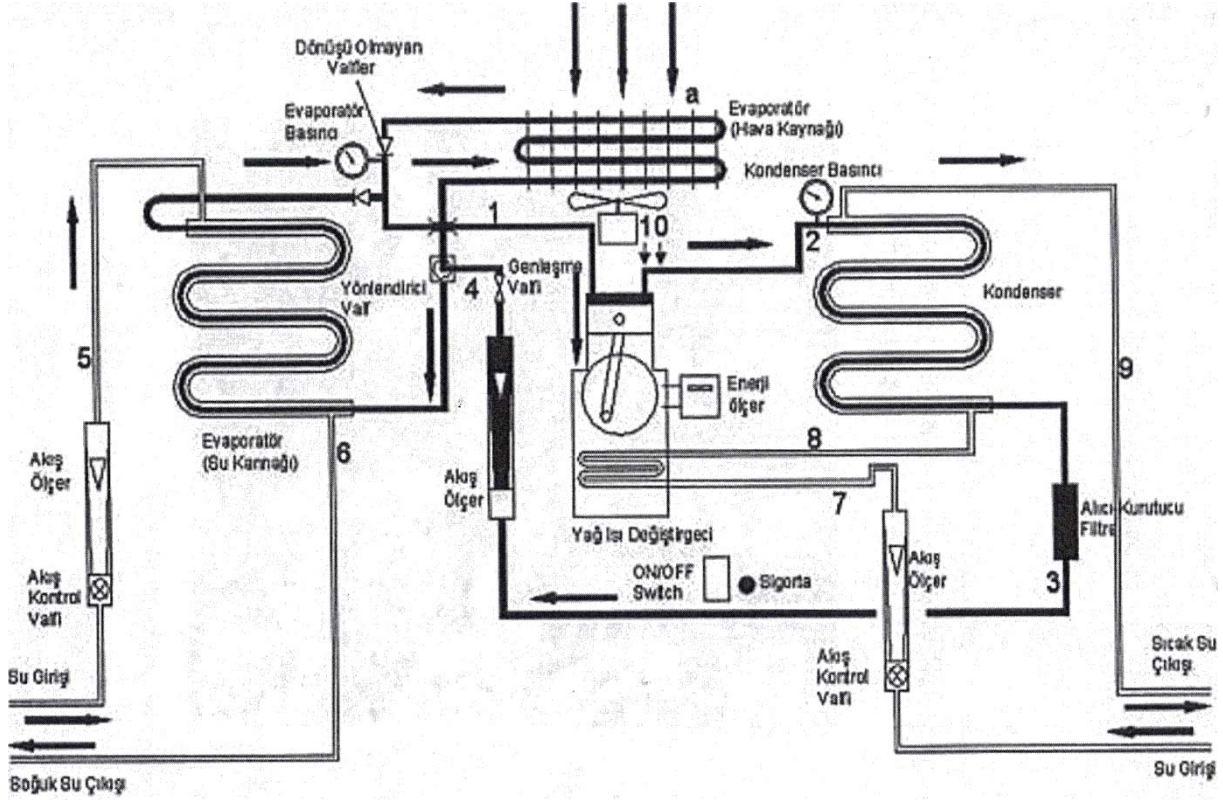
Isı pompası temelde tersine çalışan bir soğutma çevrimidir. Amacı düşük sıcaklıktaki ortamdan yüksek sıcaklıktaki ortama ısı geçişini sağlamaktır, bir diğer deyişle ısıнын geçiş yönünü tersine çevirmektir. Isı pompası temelde *kondenser*, *genleşme vanası*, *evaporatör* ve *kompresör* elemanlarından oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Isı pompası çalışma prensibi ve temel elemanları ve ideal soğutma çevrimi için P-h diyagramı

CİHAZ VE APARATLAR

Isı pompası çevrimi basit olarak, *kompresör*, *yoğusturucu (kondenser)*, *genleşme vanası* ve *buharlaştırıcı (evaporatör)* dan oluşmaktadır. Deneyde, P.A. HILTON marka R830 tipi hava-su / su-su ısı pompası deney düzeneği kullanılacaktır. Düzenekte *su kaynaklı* ve *hava kaynaklı* çalışan iki adet evaporatör bulunmaktadır. Ayar vanası yardımıyla su kaynaklı veya hava kaynaklı evaporatör çevrime dahil edilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Isı pompası deney düzeneği

Sistemde soğutucu akışkan olarak R-12 kullanılmaktadır. Soğutucu akışkana ait kütleli debi, kondenser ve evaporatör giriş ve çıkışlarındaki sıcaklık değerleri ile alçak basınç ve yüksek basınç, sırasıyla *akış ölçer*, *termometre* ve *basınç göstergeleri* ile gözlemlenebilmektedir. Ayrıca ikincil akışkanların (su ve /veya hava) ısı değiştiricilerine giriş ve çıkış sıcaklıklarıyla birlikte kütleli debileri de ölçülmektedir. Kompresör tarafından çekilen elektriksel enerji ise düzenek üzerinde bulunan sayaç yardımıyla okunmaktadır.

DENEYİN TANIMLANMASI

Isı pompası deneyi iki aşamalı olarak yapılacaktır. Sudan suya ve havadan suya ısı pompası tek düzenekte incelenecektir. Deney düzeneğinden elde edilen sıcaklık, basınç ve debi değerleri kullanılarak evaporatör ve kondenserde meydana gelen ısı geçiş miktarları, soğutucu akışkan tarafından ve ikincil akışkan tarafından ayrı ayrı hesaplanarak karşılaştırılacaktır. Kompresöre ait enerji tüketim değerinin de sayaç yardımıyla elde edilmesiyle performans katsayısı hesaplanacaktır. Çalışma, ısı pompasının havadan suya ve sudan suya çalışma durumları için tekrarlanarak performans katsayısının ikincil akışkana göre değişimi gözlemlenecektir.

DENEYİN YAPILIŞI

Su kaynaklı çevrim için deney adımları aşağıda listelenmiştir, hava kaynaklı evaporatörün kullanımı durumunda da benzer işlemler tekrarlanacaktır.

1. Öncelikle düzenek üzerindeki saptırıcı vana yardımıyla su kaynaklı evaporatör seçilir,
2. Kondenser suyunun debisi ve giriş sıcaklığıyla, evaporatör tarafındaki suyun debisi ayarlanır,
3. Sistem çalıştırılıp dengeye gelmesi beklenir,
4. Sistem denge durumuna ulaştığında, ilgili sıcaklık, debi ve basınç değerleriyle birlikte sayaç bilgileri not edilir (Tablo 1)
5. Su kaynaklı çalışma tamamlandıktan sonra, sistem hava kaynaklı ölçüm için tekrarlanarak denge durumuna gelmesi beklenir ve Tablo 1 tekrar oluşturulur.

Tablo1. Deney verileri

Eleman	Açıklama	Birim	Değer (Su)	Değer (Hava)
Elektriksel	Enerji metrenin 1 devrinde geçen zaman (200 devir = 1kWh)	x, (s)		
R-12	Kütleli debi	$\dot{m}$, (g/s)		
	Kompresör giriş basıncı – <i>Alçak basıncı</i>	P_1 , (Pa)		
	Kompresör çıkış basıncı – <i>Yüksek Basıncı</i>	P_2 , (Pa)		
	Kompresör giriş sıcaklığı	T_1 , (°C)		
	Kompresör çıkış sıcaklığı	T_2 , (°C)		
	Kondenser çıkış sıcaklığı	T_3 , (°C)		
	Evaporatör giriş sıcaklığı	T_4 , (°C)		
Hava Kaynağı Evaporatör	Hava giriş sıcaklığı	T_a , (°C)		
	Hava çıkış sıcaklığı	T_{10} , (°C)		
Su Kaynağı Evaporatör	Kütleli debi	$\dot{m}$, (g/s)		
	Evaporatör giriş sıcaklığı	T_5 , (°C)		
	Evaporatör çıkış sıcaklığı	T_6 , (°C)		
Soğutma Suyu Kondenser	Kütleli debi	$\dot{m}$, (g/s)		
	Kompresör giriş sıcaklığı – <i>Soğutma suyu girişi</i>	T_7 , (°C)		
	Kondenser giriş sıcaklığı – <i>Soğutma suyu çıkışı</i>	T_8 , (°C)		
	Kondenser çıkış sıcaklığı	T_9 , (°C)		

İSTENENLER

Tablo 1’deki verileri kullanarak soğutucu akışkanın kompresör giriş, çıkış, kondenser çıkış ve genişleme vanası çıkışındaki termodinamik özellikleri belirlenecektir. Elde edilen veriler kullanılarak aşağıdaki hesaplamalar yapılacaktır.

Kompresöre verilen işin bir kısmı soğutucu akışkanın entalpisinde artışa neden olurken, bir kısmı soğutma suyuna ısı olarak aktarılmaktadır.

$$-W_c = m_r(h_2-h_1) + Q_{su,7-8}$$

Buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcıda soğutucu akışkan tarafından aktarılan (alınan) ısı çevre akışkana (su veya hava) aktarılan ısıya eşit olmalıdır:

$$Q_{evap} = m_r(h_1-h_4) = Q_{su,5-6} (= Q_{hava,a-10})$$

$$Q_{kond} = m_r(h_2 - h_3) = Q_{su,8-9}$$

Sonuçta, suyu ısıtmak için aktarılan ısı enerjisinin bir kısmı yağlama yağından veya kompresör gövdesinden, bir kısmı ise kondenserden gelmektedir.

$$Q_{ısıtma} = Q_{su,7-8} + Q_{su,8-9}$$

Evaporatör tarafında ise hava veya su soğutulmaktadır

$$Q_{evap} = Q_{su,5-6} (= Q_{hava,a-10})$$

Kompresöre verilen iş elektrik sayacından okunabilir

$$-W_c = W_{elk}$$

$$COP_{HP} = \frac{Q_{ısıtma}}{W_c}$$

$$COP_{SM} = \frac{Q_{soğutma}}{W_c}$$

Hesaplanan bu değerler kullanılarak ısı pompasının performans katsayısı (COP) her iki durum için de (hava soğutmalı veya su soğutmalı işletme) elde edilecektir. (Tablo 2)

Tablo 2. Sonuçlar

Hesaplanan Değerler		İkincil Akışkan	
		Su kaynaklı	Hava Kaynaklı
Q_H	<i>R-12 tarafı</i>		
	<i>İkincil akışkan tarafı</i>		
Q_L	<i>R-12 tarafı</i>		
	<i>İkincil akışkan tarafı</i>		
$W_{net,in}$	<i>Enerji dengesinden</i>		
	<i>Sayaç değerinden</i>		
COP_{HP}			
COP_{SM}			