

ATATÜRK BARAJI BAĞLANTILI ISITMA-SOĞUTMA SİSTEMİ TASARIMI VE EKSERJİ ANALİZİ

Asliye SEÇİLMİŞ¹, Abdulcelil BUĞUTEKİN², Emrah DENİZ³,
Ahmet Korhan BİNARK⁴

¹Hakkari Endüstri Meslek Lisesi Tesisat Teknolojisi Bölümü, HAKKARI

²Adıyaman Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu, ADIYAMAN

³Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, KARABÜK

⁴Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü , İSTANBUL

asliyeseccilmis@hotmail.com; abugutekin@adiyaman.edu.tr; emrahdeniz67@hotmail.com;
akorhan@marmara.edu.tr

Özet

Fosil yakıtların rezervlerinin yakın bir gelecekte tükenecek olması ve çevreye verdikleri zararlar neticesinde alternatif ısınma yöntemleri ortaya konulmuştur. Isı pompaları da bu alternatiflerden biridir. Isı pompalı sistemlerin ısıtma ve soğutma tesir katsayılarının yüksek olmaları ve bu sistemlerin çevre dostu olmaları giderek yaygınlaşmalarını sağlamıştır. Son yıllarda ısı pompaları çok değişik amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Hem ısıtma, hem de soğutma amacı ile kullanılabilirdiği için yıl boyunca yararlanabilen bir cihaz olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada; Adıyaman Atatürk Baraj Gölü bağlantılı – su kaynaklı ısı pompalı ısıtma-soğutma sistemi tasarımı yapılmıştır. Tasarımda kullanılan veriler T.C. Devleti'nin ilgili birimlerinden alınmış olup; ısı pompası devresinde çalışan soğutucu akışkan olarak R134-a seçilmiştir. Sistemi oluşturan elemanlara kış ve yaz durumları için ayrı ayrı ekserji analizi uygulayarak; tersinmezlikler, akış hali için kullanılabilirlikler, kayıp kullanılabilir enerjiler, II. yasa verimleri ve komple (R134-a ve su) sistemin ısıtma ve soğutma tesir katsayıları hesaplanarak; bunları etkileyen faktörler incelenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atatürk Barajı, Isı Pompası, Ekserji

Abstract

Many alternative heating methods have been put forward by reasons of the possibility of fossil fuel sources' finishing in near future and their damages given on environment. Heat pump is also one of these alternatives. As the heating and cooling performance coefficients of heat pump systems are so great and these systems have been so environmental friend, they have been gradually spread. In recent years, it is begun that heat pumps have been used in different purposes. It is preferred as a device for using all long year for the reasons of its being used either for heating and cooling purposes. In this work; the representation of heating- cooling system with water sourced heat pump related to the Lake of Adıyaman Atatürk Dam has been done. Data used in representation have been taken from the related offices of T.C. Government and R134-a is selected as a cooling fluid working in the heat pump circuit. As applying the exergy analysis to the elements formed the system for winter and summer states separately; irreversibilities, availabilities for fluid flow, wasted useful energies, second law efficiencies and the total (R134-a and water) heating and cooling performance coefficients of the system, the factors affected them have been calculated; also propositions have been made.

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiye paralel olarak enerji kullanımı da artmaktadır. Artan enerji ihtiyacı, enerji ithali ile karşılanmaktadır. Enerji açığının artması, enerji fiyatlarının günden güne yükselmesi ve kaynakların sınırlı olması nedeniyle, enerjinin konvansiyonel enerjiden ziyade alternatif enerji kaynaklarıyla karşılanmasına ve petrole olan bağımlılığın azalmasına çalışılmaktadır. Dolayısıyla alternatif ısıtma ve soğutma yöntemleri üzerindeki çalışmalar artmış ve ısıtma-soğutma tesir katsayılarının yüksek ve çevre dostu olmaları nedeniyle ısı pompalı sistemler giderek yaygınlaşmaya başlamıştır [1]. Isı pompalarında ısı kaynağı olarak hava, toprak, su kullanılabilir. Ülkemiz'de ise su kaynaklı ısı pompaları üzerinde çalışan firma sayısı çok azdır. Bu çalışmada; Adıyaman Atatürk Baraj Gölü bağlantılı su kaynaklı ısı pompalı ısıtma- soğutma sistemi tasarımı yapılmıştır [2].

2. TEORİK MODEL

Tasarımda kullanılan veriler Ülkemiz'de T.C. Devleti'nin ilgili birimlerinden alınmış olup; ısı pompası devresinde çalışan soğutucu akışkan olarak R134-a seçilmiştir. Sistemi oluşturan elemanlara kış ve yaz durumları için ayrı ayrı ekserji analizi uygulanmıştır.

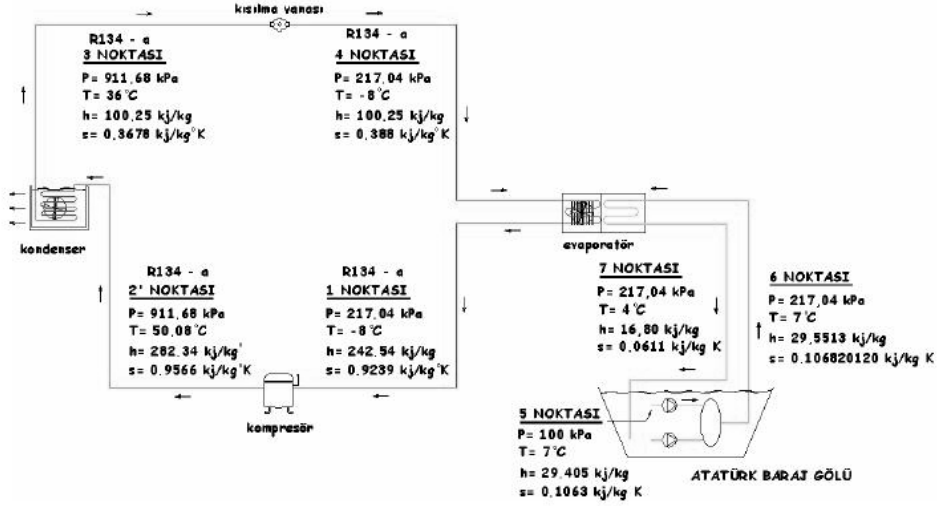
2.1. KIŞ DURUMU İÇİN I. KANUN VE EKSERJİ ANALİZİ

Kışın; ısı pompasının kullanılacağı mahalde birim zamandaki ısı kaybı 5 kW; Atatürk Baraj Gölü'nün su yüzey sıcaklığı 7°C, barajın 20 m derinliğindeki su sıcaklığı 4°C, dış ortam sıcaklığı 5°C, kompresörün izantropik verimi $\eta_{ks}=0,85$ ve pompanın izantropik verimi $\eta_{ps}=0,80$ kabul edilmiştir. Isıtma mevsimi için tasarlanan sistem Şekil 1.'de görülmektedir:

Kışın; Atatürk Baraj gölünün yüzeyinden 1. pompa ile su çekilmekte ve su, ısı pompası devresinde evaporatöre ısısını verdikten sonra tekrar gölün 20 m derinliğine gönderilmektedir. Isıtılacak mahale ise kondenserden ısı verilmektedir. Tasarlanan sistemlerdeki bütün elemanlar, sürekli akışlı sürekli açık sistem (SASA) olarak göz önüne alınarak; ekserji analizine girmeden önce;

$$- w_k = \frac{c_p \cdot (T_2 - T_1)}{\eta_{ks}} = c_p \cdot (T_2 - T_1) \quad (1)$$

KIŞ DURUMU



Şekil 1. Isıtma mevsimi (kış durumu) için tasarlanan sistem [2;3]

ifadesinden kompresörde birim kütle için harcanan iş $-w_k = 52,64$ kJ/kg ve $T_2 = 50,08$ °C bulunmuş ve ısıtılacak mekan kondenserden verilen ısıyla ısıtılacağına ve $\dot{Q}_{ısıt} = -5$ kW kabul edildiğine göre;

$$\dot{Q}_{ısıt} = \dot{m}_R \cdot (h_3 - h_2) \quad (2)$$

ifadesinden soğutucu akışkan debisi, $\dot{m}_R = 0,02746$ kg/s ve

$$W_k = \dot{m}_R w_k \quad (3)$$

ifadesinden kompresörde harcanan güç, $W_k = -1,445494$ kW olarak bulunmuştur. Ekserji analizinde ise soğutucu akışkanın sistemdeki parçalara giriş, çıkış ve ölü haldeki özellikleri tablolardan tesbit edilmiştir. [3] Kompresör için termodinamiğin I. kanunu uygulandığında;

$$\dot{Q}_{12} - \dot{m}_R \cdot w_k = \dot{m}_R (h_2 - h_1) \quad (4)$$

ifadesinden kompresörden birim zamanda olan ısı kaçağı $\dot{Q}_{12} = -0,352648$ kW olarak bulunmuştur. Termodinamiğin II. Kanunu uygulandığında,

$$\Delta \dot{S}_{net} = \dot{m}_R (s_2 - s_1) - \frac{\dot{Q}_{12}}{T_c}, \quad T_c = T_k = 278,15 \text{ K} \quad (5)$$

ifadesinden birim zamandaki net entropi değişimi, $\Delta S_{net} = 0,002165$ kW / K bulunur.

Tersinmezlik, I için; $T_0 = 298,15$ K olduğuna göre;

$$I = T_0 \Delta S_{net} \quad (6)$$

ifadesinden $I = 0,645726$ kW olarak bulunur. Kontrol amacıyla akış hali için kullanılabilirlik ifadeleri olan ;

$$\begin{aligned} k_a &= (h - h_0) - T_0 \cdot (s - s_0) \\ k_1 &= (h_1 - h_0) - T_0 \cdot (s_1 - s_0) \\ k_2 &= (h_2 - h_0) - T_0 \cdot (s_2 - s_0) \end{aligned} \quad (7)$$

formülünden ve SASA için kullanılabilir enerji denklemi

$$\dot{\chi}_{ky} = \left(1 - \frac{T_0}{T_k}\right) \dot{Q}_{12} + \dot{m}_R (k_1 - k_2) - \dot{m}_R w_k \quad (8)$$

yazılarak sağlama yapılmış ve kayıp kullanılabilir enerji $\dot{\chi}_{ky}$ için

$$\dot{\chi}_{ky} = I \quad (9)$$

aynı sonuç bulunmuştur. II. Yasa verimi (Tersinirlik) için ise,

$$e = 1 - \frac{\text{Kayıp kullanılabilir enerji}}{\text{Başlangıçta mevcut olan enerji}} \quad (10)$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{\dot{\chi}_{ky}}{\dot{m}_R \cdot k_1 + \dot{m}_R \cdot w_K} \quad (11)$$

ifadeleri yazılarak $\varepsilon = 0,675259$ olarak bulunmuştur. [4; 5; 6] Kompresöre uygulanan termodinamik işlemler aynen uygulanarak; kondenser için $\varepsilon = 0,606013$; kısılma vanası için $\varepsilon = 0,860883$ ve evaporator için $\varepsilon = 0,847159$ olarak hesaplanmıştır. Baraj gölünün yüzeyindeki 1. pompa için

$$-w_p \cong v_5 \cdot (P_6 - P_5) / \eta_{ps} = h_6 - h_5 \quad (12)$$

ifadesinden pompada birim kütle için harcanan iş, $-w_p = 0,1463$ kJ / kg ve $h_6 = 29,5513$ kJ / kg olarak hesaplanmıştır. Evaporatör için enerji dengesi yazıldığında;

$$\dot{m}_R \cdot h_4 + \dot{m}_{su} \cdot h_6 = \dot{m}_R \cdot h_1 + \dot{m}_{su} \cdot h_7 \quad (13)$$

formülünden baraj gölünün yüzeyinden kışın çekilmesi gerekli olan suyun kütleli debisi

$$\dot{m}_{su} = 0,306462 \text{ kg / s } \text{ ve}$$

$$\dot{W}_p = \dot{m}_{su} \cdot w_p \quad (14)$$

ifadesinden 1. pompada harcanan güç, $\dot{W}_{p1} = -0,0448$ kW olarak bulunmuştur. Pompa için de Termodinamiğin II. Kanunu uygulanarak, birim zamandaki net entropi değişimi, tersinmezlik, akış hali için kullanılabilirlik, kayıp kullanılabilir enerji ve tersinirlik,

$\varepsilon = 0,9378$ hesaplanmıştır. Kış durumu için komple sistemin ($R_{134-a} + su$) ısıtma tesir katsayısı için ise ;

$$\beta' = \frac{|\dot{Q}_{isit}|}{|W_k + W_{pl}|} \quad (15)$$

ifadesinden $\beta' = 3,3549$ olarak belirlenmiştir. [4; 5; 6]

2.2. YAZ DURUMU İÇİN I. KANUN VE EKSERJİ ANALİZİ

Kış için tasarlanan sistemde; yaz durumunda sistemin çalışma yönü ters çevrilerek, mahal içerisindeki kondenser bu sefer evaporatör olarak çalışmaya başlamış ve mahal soğutulmuştur. Barajın 20 m derinliğindeki su sıcaklığı 15°C , dış ortam sıcaklığı 35°C olarak kabul edilmiştir. Soğutma mevsimi için tasarlanan sistem Şekil 2.'de görülmektedir. Yazın; Atatürk Baraj gölünün 20 m derinliğinden 2. pompa ile su çekilmekte ve su, ısı pompası devresinde kondenserin ısısını aldıktan sonra tekrar gölün yüzeyine gönderilmektedir. Yine bütün elemanlar SASA olarak gözönüne alınarak; öncelikle evaporatör için Termodinamiğin I. Kanunu yazılarak,

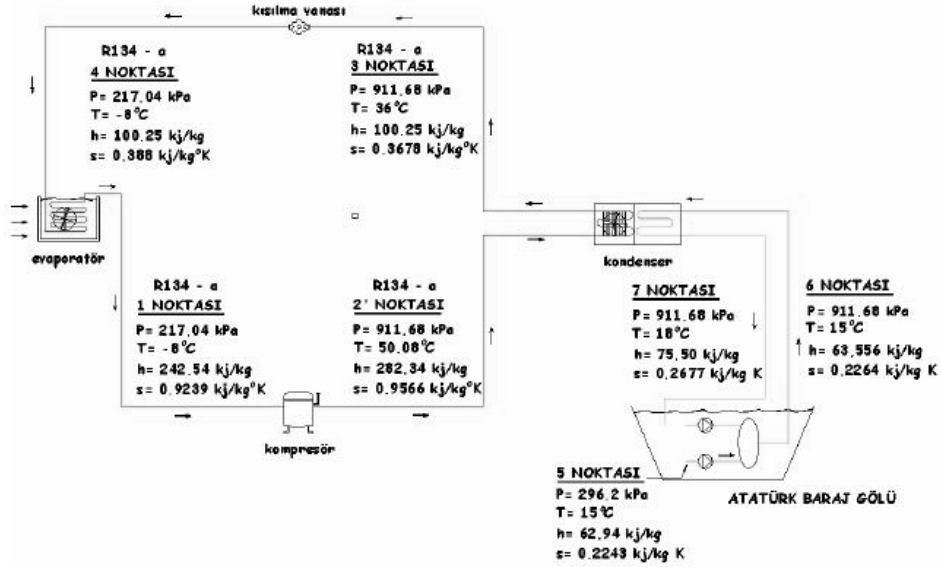
$$\dot{Q}_{soğ} = \dot{m}_R (h_1 - h_4) \quad (16)$$

ifadesinden yazın aynı mahaldeki soğutma yükü, $\dot{Q}_{soğ} = 3,9073 \text{ kW}$ olarak bulunmuştur. Aynı işlemler tekrarlanarak; kompresör için $\varepsilon = 0,693766$, evaporatör için $\varepsilon = 0,472090$, kısılma vanası için $\varepsilon = 0,860883$ ve kondenser için $\varepsilon = 0,987347$ olarak hesaplanmıştır. Baraj gölünün 20 m derinliğindeki 2. pompa için (12) ifadesi tekrar yazılırsa, pompada birim kütle için harcanan iş $-w_p = 0,6160 \text{ kJ/kg}$ ve $h_6 = 63,5560 \text{ kJ/kg}$ olarak hesaplanır. Kondenser için enerji dengesi yazıldığında;

$$\dot{m}_R h_2 + \dot{m}_{su} h_6 = \dot{m}_R h_3 + \dot{m}_{su} h_7 \quad (17)$$

formülünden baraj gölünün 20 m derinliğinden yazın çekilmesi gerekli olan suyun kütleli debisi $\dot{m}_{su} = 0,418637 \text{ kg/s}$ ve (14) ifadesinden 2. pompada harcanan güç,

YAZ DURUMU



Şekil 2. Soğutma mevsimi (yaz durumu) için tasarlanan sistem [2; 3]

$\dot{W}_{p2} = -0,2578 \text{ kW}$ ve aynı işlemler tekrarlanarak pompa için tersinirlik $\epsilon=0,5300$ olarak hesaplanmıştır. Yaz durumu için komple sistemin (R_{134-a}+ su) soğutma tesir katsayısı için ise

$$\beta = \frac{Q_{soğ}}{W_k + W_{p2}} \quad (18)$$

ifadesinden $\beta=2,2939$ olarak belirlenmiştir. [4; 5; 6]

3. SONUÇLAR

Tasarımı yapılan Atatürk Barajı bağlantılı ısı pompalı ısıtma- soğutma sistemindeki bütün ana elemanlar [kompresör, kondenser, kısılma vanası, evaporatör ve pompalar] için hem kış hem de yaz konumunda tersinirlikler pozitif çıkmıştır. Yani tasarımı yapılan sistem

uygulamada da gerçekleşecektir. Kışın için olan ısıtma tesir katsayısı, $\beta' = 3,3549$; yazın için olan soğutma tesir katsayısından $\beta = 2,2939$ daha büyüktür. Çünkü

$$\left| \dot{Q}_{\text{ısıtır}} = -5kW \right| > \left| \dot{Q}_{\text{soğ}} = 3,9073kW \right| \text{ ve } \left| \dot{W}_{p1} = -0,0448kW \right| < \left| \dot{W}_{p2} = -0,2578kW \right| \text{ 'dır. Yazın;}$$

baraj gölünün 20 m derinliğinden su çekildiği için 2. pompa için harcanan güç; kışın kullanılan 1. pompa için harcanan güçten mutlak değerce daha büyüktür.

Ekserjik analizi yapılan sistemde sabit kabul edilen parametrelerin: soğutucu akışkan cinsi, kışın ısıtılacak mahalde birim zamandaki ısı kaybı, baraj gölünün kışın ve yazın farklı derinliklerdeki su sıcaklıkları, dış ortam sıcaklıkları, kompresör ve pompanın izantropik verimleri, vb. gibi diğer faktörlerin sistemi oluşturan parçaların tersinirliklerine etkilerini ve komple sistemin ısıtma ve soğutma tesir katsayılarına etkilerini incelemek müteakip farklı çalışmalarda söz konusu olacaktır.

Gelecekte uygulamaya geçildiğinde ise tasarımı yapılan sistemdeki kompresör ve pompalardaki enerji ihtiyacının alternatif enerji kaynaklarından (güneş ve/veya rüzgar) karşılanması ile belki ilk kurulum maliyetinin artmasına karşılık, zamanla işletim maliyeti düşecek ve sistem mantıklı ve ekonomik hale gelecektir.

4. KAYNAKLAR

1. Zhong, W., Lin, B., (2006). "Thermal Economic Analysis of an Underground Water Source Heat Pump System", Policy for Energy Efficiency and Comfort, Vol.VII-4-1, ICEBO2006, Shenzhen, China.
2. Seçilmiş, A., (2006). " Su Kaynaklı Isı Pompalarında Ekserji Analizi", Y.Lisans Tezi, Binark A.K. danışmanlığında, M.Ü.F.B.E.
3. Binark, A.K., (2002). " Termodinamik- Isı Geçişi Tablolar, Şekiller", Genişletilmiş 4.Baskı, M.Ü.T.E.F.
4. Binark, A.K., (2006). " Yanma Ders Notu, Yüksek Lisans-Doktora", M.Ü.T.E.F.
5. Çengel, Y.A., Boles, M.A., (2006). "Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik",

3.Basım,Literatür Yayınları.

6. Öztürk, A., Kılıç, A., (1993). “ Çözümlü Problemlerle Termodinamik”, 3. Baskı,Çağlayan Basımevi.

