



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 4, Article Number: 1A0117

ENGINEERING SCIENCES

Received: August 2010

Accepted: October 2010

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Doğu Çamur

Engin Özbaş

Karabuk University

dogucamur@gmail.com

Karabuk-Turkey

**YAYINIMLI SOĞURMALI SOĞUTMA SİSTEMİNDE FARKLI DIŞ ORTAM
SICAKLIKLARININ PERFORMANSA ETKİSİ**

ÖZET

Bu çalışmada, imal edilen Yayınımlı Soğurmalı Soğutma sisteminin 2 farklı dış ortam sıcaklığında (14°C ve 25°C)soğutma performansı karşılaştırılmıştır. Deneyler sırasında her bir dış ortam sıcaklığı için; iç ortam sıcaklığı, buharlaştırıcı yüzey sıcaklığı ve kılcal boru çıkış sıcaklığı ölçülmüş, bu değerler doğrultusunda REFPROP programından elde edilen verilerle her iki çalışma koşulu için sisteme ait soğutma tesir katsayıları (STK) hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, dış ortam sıcaklığın 14°C olduğu çalışma koşulunda buharlaştırıcı yüzeyi ve iç ortam sıcaklığının daha düşük olduğunu belirlenmiştir. 14°C de STK; 0,3584 kütleli debi; $2,2914 \times 10^{-5}$ iken 24°C de STK; 0,3469 debi; $2,2884 \times 10^{-5}$ olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: YSS, Soğutma, STK, Amonyak, Su

**EFFECT TO PERFORMANCE OF DIFFERENT OUTDOOR TEMPERATURES IN THE
ABSORPTION REFRIGERATION SYSTEM**

ABSTRACT

In this study, the cooling performances of 2 different outdoor temperatures(14 C 25 C)of a manufactured absorption refrigeration system are compared. During the experiment, inside ambience temperature, evaporator surface temperature, capillary tube exit temperature are measured for each of the outdoor temperatures.In the direction of these values and after obtaining the datas from REFROP program ,coefficient of performances for each operating condition of the system are calculated. As a result of this study, It is determined that evaporator surface temperature and inside ambience temperature are lower while the outside temperature is 14 C.At the temperature of 14 °C; Coefficient of performance is 0,3584, mass flow is 2.2914×10^{-5} . At the temperature of 24 °C; Coefficient of performance is 0,3469, mass flow is $2,2884 \times 10^{-5}$

Keywords: DAR, Refrigeration, COP, Ammonia, Water

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Fosil kaynaklı yakıt kullanımının doğaya verdiği zararlı etkilerin anlaşılması ile birlikte, küresel ısınma kavramı ortaya çıkmıştır. Bugüne kadar gelinen süreçte, küresel ısınmanın mümkün olduğunca yavaşlatılması için birçok önlem düşünülmüş, bu bağlamda alternatif enerji kaynaklarına eğilim artmıştır. Bu eğilim çerçevesinde, soğutucu sistemlerde sera etkisine sebebiyet verebilecek itici gazların yerlerine organik akışkan çiftlerinin kullanımı bir zorunluluk olarak görülmektedir [1].

Özellikle son yıllarda kullanım alanları gittikçe genişleyen Yayınimli Soğurmalı Soğutma sistemleri (YSS), hem güneş enerjisi ile çalışmaya elverişli olmalarından hem de sistemde kullanılan akışkan çiftlerinin organik materyaller olmasından dolayı son derece çevreci soğutucular olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca diğer soğutma sistemlerinde bulunan mekanik parçalar YSS sistemlerinde bulunmamasından dolayı, bu sistemler son derece sessiz çalıştıkları için özellikle ofislerde ve otel odaları gibi konforun ön plana çıktığı mekanlarda tercih edilmektedir.

Bu konuda geçmişten günümüze birçok çalışma yapılmıştır; Zohar vd. (2009), yaptıkları teorik çalışmada, yayınimli soğurmalı soğutma sisteminde organik bir soğurucu olarak DMAC (dimethylacetamide) ve soğutucu olarak R22, R32, R124, R125 ve R134a akışkanlarının performansını karşılaştırmışlardır. Sistemlerde basınçlandırıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Elde edilen veriler ayrıca amonyak-su çifti ile karşılaştırılmış ve STK (soğutma tesir katsayısı) en yüksek 0.298 ile amonyak-su çifti, en düşük 0.136 ile DMAC-R32 çifti olmuştur. Organik soğurucu ile incelenen beş soğutucudan STK en yüksek 0.224 ile DMAC-R22 çifti olmuştur [3]. Moreira vd. (2005), yaptıkları çalışmada, soğutucu olarak amonyak, soğurucu olarak su ve basınç dengeleyici olarak da helyumun kullanıldığı yayınimli soğurmalı soğutma sistemi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada sistemdeki kaynatıcı, kabarcık pompası, saflaştırıcı, yoğuşturucu, sıvı ısı değiştirici, soğurucu ve depo, genleşme bölgesi, buharlaştırıcı, amonyak ön soğutma bölgesi ve gaz ısı değiştirici termodinamiğin I. ve II. kanununa göre incelenmiştir [4]. Zohar vd. (2005), bu çalışmalarında, yayınimli soğurtmalı soğutma sisteminde kullanılan amonyak-su ve hidrojen çalışma akışkanlarından hidrojenin yerine helyum kullanılması durumunu termodinamik bir model ile incelemişlerdir. İnceleme sonucunda helyum kullanımının hidrojene göre çok daha iyi olduğu ve soğutma tesir katsayısının %40 kadar artış gösterdiği belirlenmiştir [5]. Sözen (2001), soğurucu soğutma sistemlerindeki ısı değiştiricilerinin performans üzerine etkileri hakkında bir çalışma yapmıştır. Amonyak-su çifti ile çalışan sistemin performansı termodinamik olarak analiz edilmiş ve karışım ısı değiştirici için, soğutucu ısı değiştirici için ve her ikisi için ısı işlemlerdeki tersinmezlik incelenmiştir [6]. Özbaş (2010), yayınimli soğurmalı soğutma sistemlerini deneysel ve teorik olarak incelemiştir. Ön soğutmalı, ön soğutmasız ve ön soğutmalı ejektörlü olmak üzere üç farklı tip yayınimli soğurmalı soğutma sistemlerinin tasarım ve imalatı yapılmıştır. Isı kaynağı olarak elektrik enerjisi, alternatif enerji kaynaklarından LPG ve yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi tercih edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu verimi en yüksek sistem ön soğutmalı ejektörlü sistem olmuştur [7].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, soğutucu akışkan olarak amonyak, soğurucu akışkan olarak su ve basınçlandırıcı gaz olarak helyum ile çalışan bir YSS sistemi tasarlanmış, imal edilmiş ve deneysel olarak incelenmiştir. Sistem 15 Bar çalışma basıncında, %35'lik amonyak-su çözeltisinde ve 75 W'lık fişek tip rezistans ile 2 saat boyunca 14°C ve 25°C'lik 2 farklı dış ortam sıcaklığında çalıştırılmıştır.

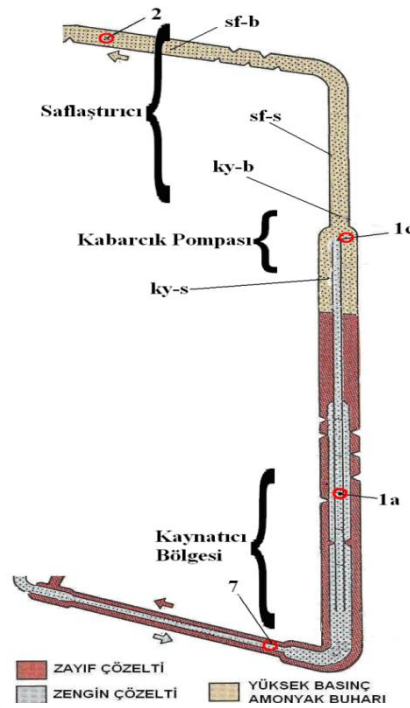
DeneySEL çalışmaların ardından elde edilen veriler analiz edilerek, değişik dış ortam sıcaklıklarının imal edilen YSS sistemi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bu veriler ışığında elde edilen bulgular ile bu ve benzeri sistemlerin en yüksek soğutma verimlerini sağlamaları için uygun çalışma koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. TEORİK ANALİZ (THEORETIC ANALYSIS)

Soğutma Tesir Katsayısı (STK), soğutucu sistemlerde performansın en önemli göstergesidir.

Sistem performansı, soğutma işlevini yerine getiren saf amonyakın kütleli debisi ile doğru orantılı olup STK hesabı için kütleli debinin belirlenmesi gereklidir. Bunun için de kütle ve enerjinin korunumu denklemleri kullanılır. Kütleli debinin belirlenmesi için gereken değerlerin tespit edildiği ölçüm noktaları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Sistem üzerindeki ölçüm noktaları [2,7]
(Figure 1. Points of measurement on system)

Kabarcık pompası çıkışındaki kütle ve enerjinin korunumu eşitlikleriyle kaynatıcıdan saflaştırıcıya giden amonyak-su buharının kütleli debisi, \dot{m}_{ky-b} bulunur [6].

$$\dot{m}_{1c} = \dot{m}_{ky-s} + \dot{m}_{ky-b} \quad (1)$$

$$x_{1c} \cdot \dot{m}_{1c} = x_{ky-s} \cdot \dot{m}_{ky-s} + x_{ky-b} \cdot \dot{m}_{ky-b} \quad (2)$$

$$h_{1c} \cdot \dot{m}_{1c} + \dot{q}_{ky} = h_{ky-s} \cdot \dot{m}_{ky-s} + h_{ky-b} \cdot \dot{m}_{ky-b} \quad (3)$$

Saflaştırıcı bölgesindeki kütleli korunumu eşitlikleriyle de yoğuşturucuya giden saf amonyak buharının kütleli debisi, \dot{m}_{sf-b} bulunur [6].

$$\dot{m}_{ky-b} = \dot{m}_{sf-s} + \dot{m}_{sf-b} \quad (4)$$

$$x_{ky-b} \cdot \dot{m}_{ky-b} = x_{sf-s} \cdot \dot{m}_{sf-s} + x_{sf-b} \cdot \dot{m}_{sf-b} \quad (5)$$

Eşitliklerde kullanılacak kütle oranları (x) ve entalpiler (h) için akışkan gruplarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini gösteren REFPROP programından yararlanılmıştır.

Sistemin çalışması için gerekli ısı kaynağı olarak elektrik kullanılmıştır. Isı kaynağı için güç hesabı yapıldıktan sonra bulunan değerler yerine konularak sistemin performansını gösteren birim iş başına yapılan soğutma miktarı olan STK bulunmuştur [8].

$$STK = \dot{m}_{sf-b} \frac{h_{4c} - h_5}{\dot{q}_{ky}} \quad (6)$$

Elde edilen enerji hesabı için buharlaştırıcının giriş (T_{4c}) ve çıkış (T_5) noktalarındaki sıcaklıkların entalpi değerlerinin bilinmesi gerekir. Bunun için de REFPROP programından saf amonyağın termodinamik özelliklerine bakılmış ve sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 14°C dış ortam sıcaklığı için REFPROP programı ile elde edilen saf amonyağın termodinamik özellikleri.

(Table 1. Pure amonia of thermodynamical properties with REFPROP obtained for 14°C outdoor temperature)

	Temperature (°C)	Pressure (bar)	Liquid Density (kg/m ³)	Vapor Density (kg/m ³)	Liquid Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Entropy (kJ/kg-K)	Vapor Entropy (kJ/kg-K)
1	-16,200	2,2437	660,21	1,8734	268,92	1585,9	1,1926	6,3183
2	14,500	7,1650	618,21	5,6359	410,88	1619,1	1,7115	5,9119

Bu durumda buharlaştırıcıdan çekilen ısı,

$$\dot{q}_{bh} = h_{4c} - h_5 = 1585,9 - 410,88 = 1175,2 \text{ kJ/kg bulunur.}$$

1_c (kabarcık pompası) noktasında tamamen sıvı, ortalama kaynatıcı sıcaklığına göre sıvı (ky-s) ile buhar (ky-b) ve ortalama saflaştırıcı sıcaklığında yine sıvı (sf-s) ile buhar (sf-b) kütle oranları REFPROP programında %35 amonyak-su çözeltisine göre yerine konulduğunda Tablo 2 elde edilir.

Tablo 2. 14°C dış ortam sıcaklığı için REFPROP programıyla elde edilen amonyak-su karışımının termodinamik özellikleri.

(Table 2. Amonia-water mix of thermodynamical properties with REFPROP obtained for 14°C outdoor temperature)

	Mass Frac. (ammonia)	Mass Frac. (water)	Temperature (°C)	Pressure (bar)	Density (kg/m ³)	Enthalpy (kJ/kg)	Entropy (kJ/kg-K)
1	0,35000	0,65000	114,80	16,200	292,45	445,47	1,9973
2	0,38820	0,61180	103,80	16,200	788,49	371,21	1,8376
3	0,95020	0,049800	103,80	16,200	9,6794	1834,1	6,1717
4	0,19050	0,80950	149,75	16,200	823,84	581,01	2,1280
5	0,73300	0,26700	149,75	16,200	8,6114	2128,1	6,6273

Tablo 3. 25°C dış ortam sıcaklığı için REFPROP programı ile elde edilen saf amonyağın termodinamik özellikleri.
(Table 3. Pure amonia of thermodynamical properties with REFPROP obtained for 25°C outdoor temperature)

1: ammonia: Saturation points (at equilibrium)								
	Temperature (°C)	Pressure (bar)	Liquid Density (kg/m ³)	Vapor Density (kg/m ³)	Liquid Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Entropy (kJ/kg-K)	Vapor Entropy (kJ/kg-K)
1	-6,2000	3,3846	646,98	2,7595	314,58	1598,4	1,3663	6,1756
2	25,100	10,063	602,61	7,8304	461,30	1626,6	1,8820	5,7893

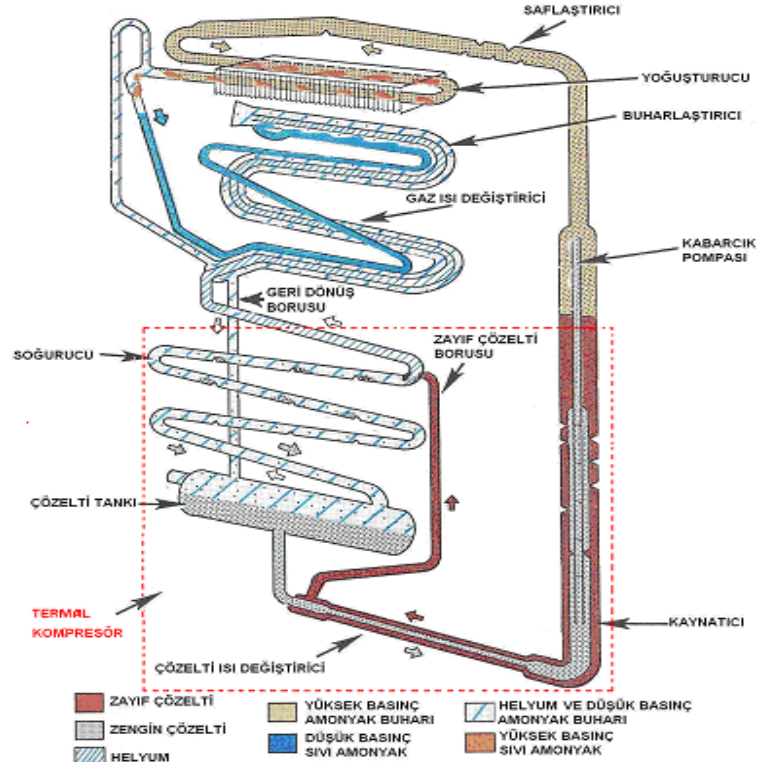
Tablo 4. 25°C dış ortam sıcaklığı için REFPROP programıyla bulunan amonyak-su karışımının termodinamik özellikleri.
(Table 4. Amonia-water mix of thermodynamical properties with REFPROP obtained for 25°C outdoor temperature)

7: ammonia/water: Specified state points (35,/65,)							
	Mass Frac. (ammonia)	Mass Frac. (water)	Temperature (°C)	Pressure (bar)	Density (kg/m ³)	Enthalpy (kJ/kg)	Entropy (kJ/kg-K)
1	0,35000	0,65000	118,20	16,200	163,00	497,45	2,1306
2	0,41900	0,58100	96,950	16,200	783,02	345,95	1,7929
3	0,95560	0,044400	96,950	16,200	10,033	1785,8	6,0462
4	0,18500	0,81500	151,10	16,200	824,88	587,99	2,1359
5	0,72100	0,27900	151,10	16,200	8,6010	2138,4	6,6328

4. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL METHOD)

Tasarımı ve imalatı yapılan YSS sistemine ait şematik görünüm Şekil 2'de verilmiştir.

Termal kompresör, yoğuşturucu, buharlaştırıcı ve soğurucu olmak üzere 4 ana kısımdan oluşmaktadır. Sistem içindeki çevrim, herhangi bir mekanik ünite olmamasından dolayı yer çekimi ile gerçekleşmektedir.



Şekil 2. YSS sisteminin şematik görünümü. [2,7]
(Figure 2. Schematic view of DAR system)

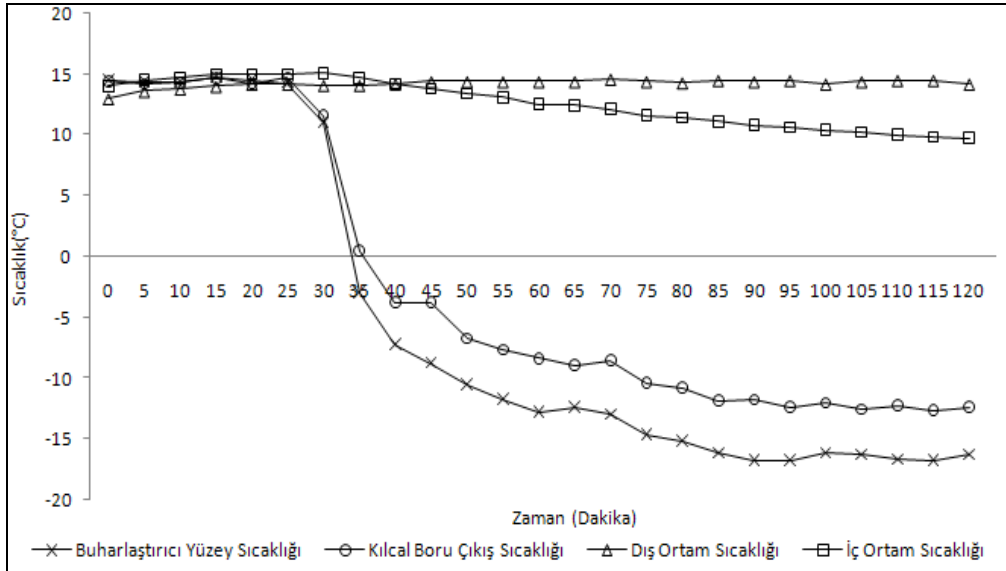
Sistemin çalışması için gereken enerji, termal kompresör bölgesindeki kaynatici noktasından fişek rezistans ile sağlanmaktadır. Bu bölgede başlayan sıcaklık artışı ile beraber amonyak-su çözeltisi buharlaşmaya başlar. Sistem içerisinde hareket ederek yoğuşturucu bölgesine gelen çözelti, bir miktar ısı atarak kılcal boru çıkış noktasına ilerler. Bu noktada amonyak buharı sistemde basınçlandırılır gaz olarak kullanılan helyum ile karşılaşarak ortamdan ısı çekmeye başlar ve dolayısıyla soğutma işlemi gerçekleşmiş olur. Buharlaştırıcı çıkış noktasından geçen amonyak, soğurucu bölgesine gelir ve bu noktada su ile karşılaşarak çözelti tankına dönerek sisteme tekrar kazandırılır.

Tablo 5. Deneylerde kullanılan ölçüm aletleri
(Table 5. Measuring instruments used experiments)

Cihaz	Model	Özellikleri
Basınç Ölçümü:	Keller Seri23 (s) Basınç Transmitteri	0-25 Bar ölçüm aralığı, 10-30 VDC besleme, 4-20 mA sinyal çıkışı.
Veri kaydı:	Adam 4500 Veri Dönüştürücü	10-30 VDC besleme gerilimi, (-10) - 70°C işlem sıcaklığı, 256 KB flash rom.
Veri aktarımı:	K tipi termokupl	NiCr-Ni tip.

5. DENEY SONUÇLARININ ANALİZİ (ANALYSIS OF EXPERIMENTAL RESULTS)

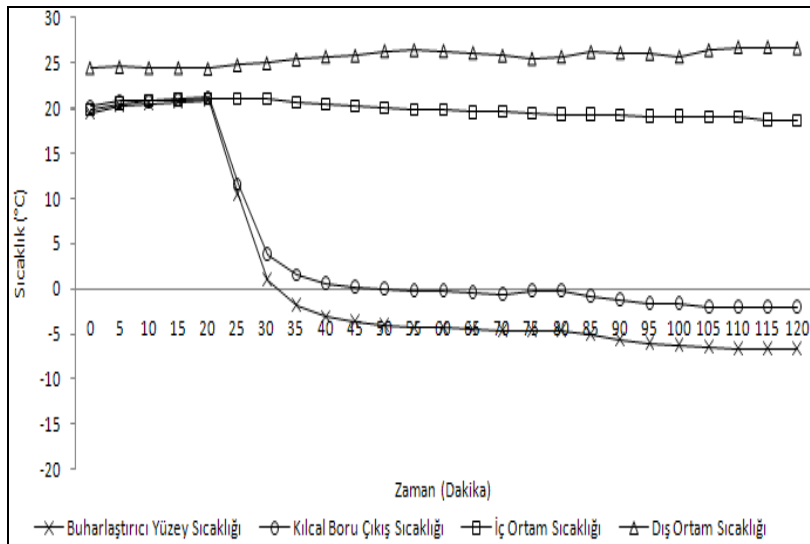
Tasarımı ve imalatı yapılan yayınlı soğurmalı soğutma sistemi, 2 farklı dış ortam sıcaklığında 120 dakika boyunca denenmiş ve sistem üzerinde bulunan 4 farklı noktadan elde edilen veriler, K tipi termokupl aracılığı ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır.



Şekil 3. 14°C dış ortam sıcaklığı için ölçüm noktaları değerlerinin zamana göre değişimi.

(Figure 3. Points measurement of values changing according to time for 14°C outdoor temperature)

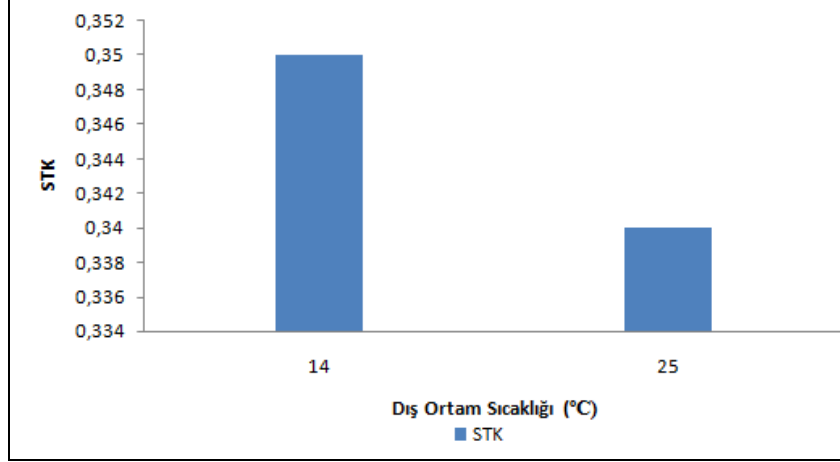
Şekil 3’de 14°C dış ortam sıcaklığında çalışan YSS sisteminin 4 farklı ölçüm noktasından elde edilen zamana göre sıcaklık değişim grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde, sistemin deney başlangıcından 25 dakika sonra soğutma işlemine başladığı görülmektedir. Deney sonunda iç ortam sıcaklığı 9,7°C ye kadar düşmüş, kılcal boru çıkış sıcaklığı ise 25. dakikanın sonlarında düşüş eğilimi göstermiş ve deney sonunda -12,3°C olarak kaydedilmiştir. Buharlaştırıcı yüzey sıcaklığı da 120 dakikanın sonunda -16,2°C olarak gözlenmiştir.



Şekil 4. 25°C dış ortam sıcaklığı için ölçüm noktaları değerlerinin zamana göre değişimi

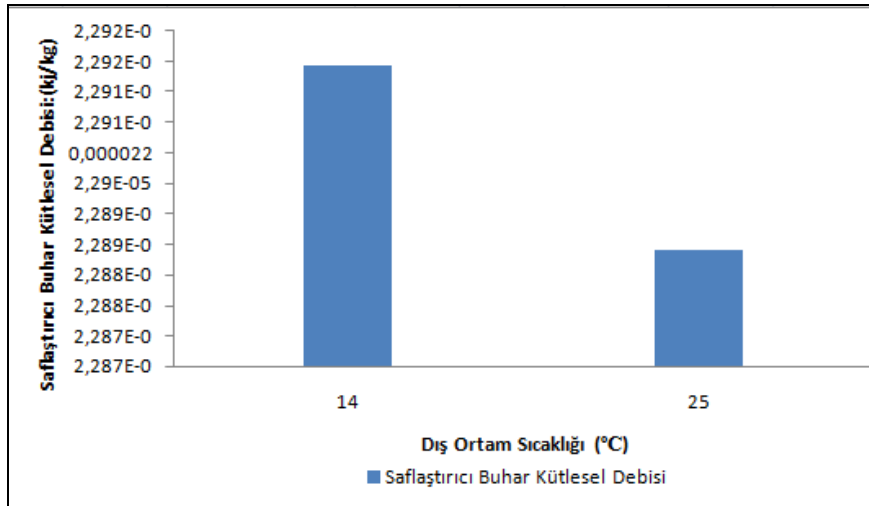
(Figure 4. Points measurement of values changing according to time for 25°C outdoor temperature)

Şekil 4'de ise, sistemin 25°C'lik dış ortam sıcaklığında çalıştırılması süresince ölçüm noktalarında meydana gelen zamana bağlı sıcaklık değişimi grafiği verilmiştir. Sistem 23. dakikanın sonlarında soğutma işlemine başlamış, deney sonunda ise 18,6°C'lik bir iç ortam sıcaklığına ulaşmıştır.



Şekil 5. Dış ortam sıcaklıklarına göre soğutma tesir katsayıları
(Figure 5. Coefficient of performances according outdoor temperatures)

Şekil 5'de Farklı dış ortam sıcaklıklarına göre soğutma tesir katsayısı değişimi gösterilmiştir. Dış ortam sıcaklığının düşük olduğu çalışma koşulunda, buharlaştırıcı ve dolayısıyla da iç ortam sıcaklığı düşük değerlerde olacaktır. Bu durum hesaplanan STK değeri üzerinde önemli bir rol oynar. Şekilde görüldüğü üzere 14 °C çalışma koşulunda STK, 25 °C'lik çalışma koşuluna göre daha yüksek bir değere ulaşmıştır.



Şekil 6. Dış ortam sıcaklıklarına göre saflaştırıcı buhar kütleli debisi.
(Figure 6. Purifier vapor mass flow according to outdoor temperatures)

Şekil 6'da, 2 farklı dış ortam sıcaklıklarına göre saflaştırıcı buhar kütleli debi değerinin değişimi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, saflaştırıcı buhar kütleli debi miktarı en yüksek 14°C dış ortam sıcaklığına sahip olan sistemdedir.

6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

YSS sisteminde 120 dakika boyunca yapılan, 2 farklı dış ortam sıcaklıklarındaki deneyler incelendiğinde;

- Dış ortam sıcaklığının sistem üzerindeki etkisi açıkça görülmektedir. Bu etki özellikle YSS sisteminin kullanılabilmesi için iklim koşullarını belirlemede çok faydalı olacaktır.
- Dış ortam sıcaklığı 14°C olan sistem, buharlaştırıcı yüzeyinde -16,2°C düşerken, dış ortam sıcaklığı 25°C olan sistemin deney sonunda aynı noktasının sıcaklığı -6,7°C'de kalmıştır.
- Yapılan hesaplamalar dış ortam sıcaklığının yüksek olduğu çalışma koşulunda soğutma tesir katsayısı değerinin, dış ortam sıcaklığının düşük olduğu koşula göre daha yüksek olduğunu göstermiştir.
- STK değerine benzer bir şekilde, dış ortam sıcaklığının yüksek olduğu çalışma koşulunda hesaplanan saflaştırıcı buhar kütleli debi değerinin, dış ortam sıcaklığının düşük olduğu çalışma ortamına göre daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir.

SEMBOLLER VE KISALTMALAR (NOMENCLATURES AND SUBSCRIPTS)

YSS	: Yayınımlı Soğurmalı Soğutma.
\dot{m}_{1c}	: 1c noktasının kütleli debisi (kg/s).
\dot{m}_{ky-s}	: Kaynatıcı noktasının sıvı kütleli debisi (kg/s).
\dot{m}_{ky-b}	: Kaynatıcı noktasının buhar kütleli debisi (kg/s).
x_{1c}	: 1c noktası kütle oranı.
x_{ky-s}	: Kaynatıcı sıvı kütle oranı.
x_{ky-b}	: Kaynatıcı buhar kütle oranı.
\dot{Q}_{bh}	: Buharlaştırıcıdan çekilen ısı (kJ/kg).
h_{4c}	: T _{4c} noktasının entalpisi (kJ/kg).
h_5	: T ₅ noktasının entalpisi (kJ/kg).

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Çamur, D., (2010). "Ön Soğutmalı Yayınımlı Soğurmalı Soğutma Sistemlerinde Basınç Farkının Kaynatıcı Etkisinin Deneysel ve Teorik Olarak İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-5.
2. Platen, B.C., Munters, C.G., (1928), "Refrigerator", U.S. Patent 1,685,764.
3. Zohar, A., Jelinek M., Levy A., and Borde I., (2009). "Performance of diffusion absorption refrigeration cycle with organic working fluids", International Journal of Refrigeration, 32 (6): 1241-1246.
4. Moreira, E.C.C., Santos, C.A.C., Ribeiro, C.M.C., Souza, W.L., and Leal, R.A., (2005). "Study of A Diffusion-Absorption Refrigeration Cycle Using Ammonia-Water-Helium As Working Fluids", 18th International Congress of Mechanical Engineering, 1-8.
5. Zohar, A., Jelinek M., Levy A., and Borde I., (2005). "Numerical investigation of a diffusion absorption refrigeration cycle", International Journal of Refrigeration, 28 (4): 515-525.
6. Sözen, A., (2001). "Effect of heat exchangers on performance of absorption refrigeration systems", Energy Conversion & Management, 42 (14): 1699-1716.
7. Özbaş, E., (2010). "Yayınımlı Soğurmalı Soğutma Sistemi Tasarımı, İmali, Deneysel ve Teorik Analizi İle Performans İyileştirilmesi", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 104-109.
8. Arslan, M. E., Eğriçan, A. N., (2004). "Buzdolabı Uygulamasında Kullanılan Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Termodinamik Analizi", Tesisat Mühendisliği Dergisi, 83: 53-63