

# ENERJİ DEPOLAMALI LiCl-H<sub>2</sub>O ÇİFTİYLE ÇALIŞAN ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNİN PERFORMANS ANALİZİ

Aytunç EREK  
Tuncay GÜNHAN  
Orhan EKREN  
Vedat DEMİR  
Arzu ŞENCAN ŞAHİN  
Hamdi BİLGİN

## ÖZET

Bu çalışmada, iki adet üniteye (A ve B) sahip LiCl- H<sub>2</sub>O akışkan çiftiyle çalışan ticari bir absorpsiyonlu soğutma sistemi kullanılmıştır. Mevcut sistemde A ünitesi soğutmada kullanılırken B ünitesi depolama yapabilmekte ya da tersi şeklinde çalışma gerçekleştirilebilmektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda, absorpsiyonlu soğutma sistemi performansı suyun farklı başlangıç sıcaklıkları (25 ve 30°C) için incelenmiştir. Sistemde gerekli ısı enerjisi, vakum tüplü güneş kolektörleri ile temin edilmiştir. Deneysel çalışmada ekserji analizi yapılarak performansı incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji analizi, güneş enerjili soğutma, absorpsiyonlu soğutma, LiCl-H<sub>2</sub>O

## ABSTRACT

In this study, LiCl- H<sub>2</sub>O absorption refrigeration system having two storage units (unit A and unit B) is used. In the current system, while the unit B is being used for cooling, the unit B is able to used for energy storage or vice versa. Cooling performance of the absorption refrigerator is investigated at different water temperature (25 and 30°C) as cooled medium through the experimental studies. Exergy analysis is used to define performance of the experimental system.

**Key Words:** Energy analysis, cooling with solar energy, absorption cooling, LiCl- H<sub>2</sub>O

## 1. GİRİŞ

İklimlendirme-soğutma uygulamalarında sürdürülebilir çevre ve binalar için güneş enerjisi desteğiyle çalışan sistemler büyük önem taşımaktadır. Güneş enerjisinin kullanılabilirlik açısından en uygun olduğu sistemlerden birisi de absorpsiyonlu soğutma sistemleridir. Geleneksel absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde, bir ısı kaynağı (atık ısı, güneş enerjisi vs.) yardımıyla generatördeki soğutkanın buharlaştırılarak soğutma çevriminin devam ettirilmesi ve soğutma etkisi elde etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Enerjinin verimli kullanımın zorunluluk olduğu günümüzde çeşitli endüstriyel proseslerdeki atık ısı veya güneş enerjisinin kullanılmasına olanak sağlayan absorpsiyonlu sistemler, oldukça önem kazanmıştır [1]. Güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin çalışma prensipleri ve sistem

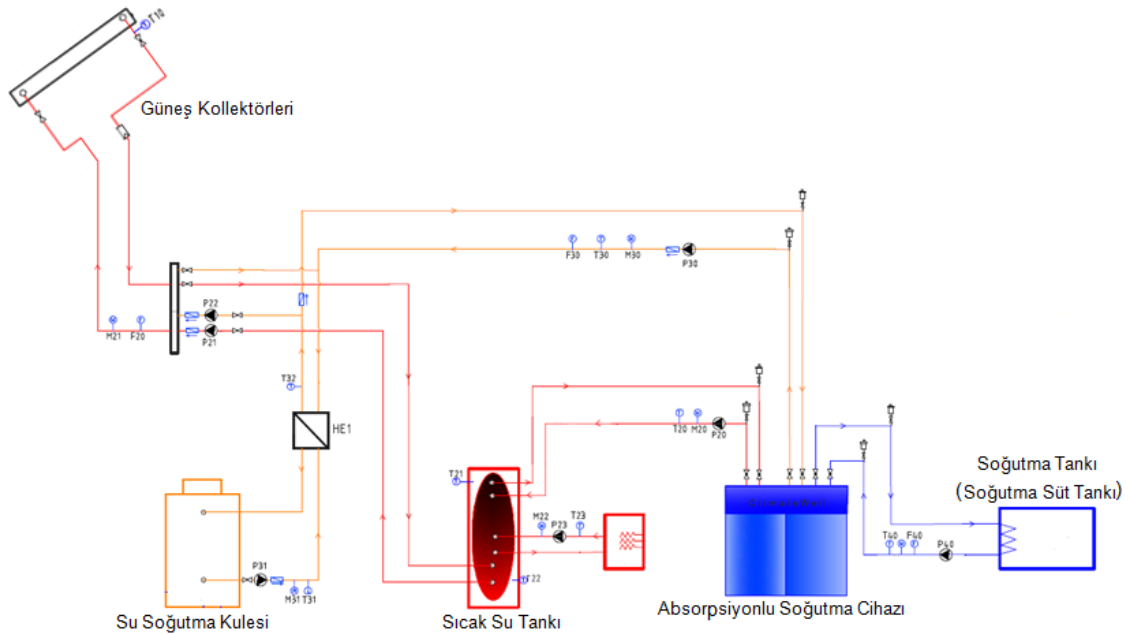
performansları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Bu çalışmada ise, iki adet üniteye (A ve B) sahip LiCl-H<sub>2</sub>O akışkan çiftiyle çalışan ticari bir absorpsiyonlu soğutma sistemi kullanılmıştır. Mevcut sistemde, sistemin soğutma performansı deneysel olarak incelenmiş ve ekserji analizi yapılarak performansı değerlendirilmiştir.

## 2. DENEY DÜZENEGİ

Bu çalışmada yapılan deneylerde kullanılan LiCl-H<sub>2</sub>O akışkan çiftiyle çalışan absorpsiyonlu soğutma sistemi; ticari bir absorpsiyonlu soğutma cihazı, gerekli ısı enerjisini sağlamak için vakum tüplü güneş kolektörleri, boyler, ısı değiştirici, soğutma kulesi, pompalar, kontrol vanaları, iletim hatları, enerji ve kontrol birimi, sıcaklık, basınç ve debi ölçerler ile veri algılama ve kayıt biriminden oluşmuştur. Kurulumu gerçekleştirilen sistem, TÜBİTAK TOVAG-110O148 nolu “Güneş Enerjisi Kaynaklı Bir Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Süt Soğutma Amacıyla Kullanılabilirliği” başlıklı proje kapsamında desteklenen çalışma çerçevesinde kurulmuş olup sistemin şematik olarak gösterimi ve başlıca elemanları Şekil 1’de verilmiştir.

Sistemde kullanılan LiCl-H<sub>2</sub>O çiftiyle çalışan absorpsiyonlu soğutma cihazı için gerekli ısı enerjisini sağlamak için vakum tüplü güneş kolektörlerden elde edilen yaklaşık 80-110 °C sıcaklıktaki su kullanılmıştır. Cihaz, iki ayrı ünite (A ve B) ile mekanik ve elektronik kontrol biriminden oluşmuştur. A ve B ünitelerinin her biri, birer adet “kondenser/evaporatör” ve “reaktör/absorber” tankına sahip olup, tanklardan birisi tuz (generatör/absorber), diğeri su (kondenser/evaporatör) ile doludur (Şekil 2). Ayrıca cihaz, mekanik ve elektronik kontrol birimi, kontrol ve yönlendirme vanaları, sıcaklık, yük algılayıcı ve debi gibi veri ölçüm sensörleri ile sistem kontrol ünitesi ve yazılımından oluşmuştur.

Mevcut sistemde, A ünitesi soğutmada (deşarj) kullanılırken B ünitesi depolama (şarj) yapabilmekte ya da tersi şekilde çalışma gerçekleştirilebilmektedir. Depolama işleminde kondenserde, soğutma işleminde ise absorberde ortaya çıkan atık ısı soğutma kulesinden atmosfere atılarak ortamdaki uzaklaştırılır. Soğutma sırasında evaporatörde elde edilen soğutulmuş su, soğutma tankında (bu amaçla çalışma kapsamında özel olarak imal edilen yan cidarında ısı değiştirici bulunan süt soğutma tankı kullanılmıştır) bulunan denemeler sırasında sıcaklığı belirlenen değerde sabit tutulan suyun ısını alarak soğutulması amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 1. Absorpsiyonlu Soğutma Sistemi Şematik Gösterimi

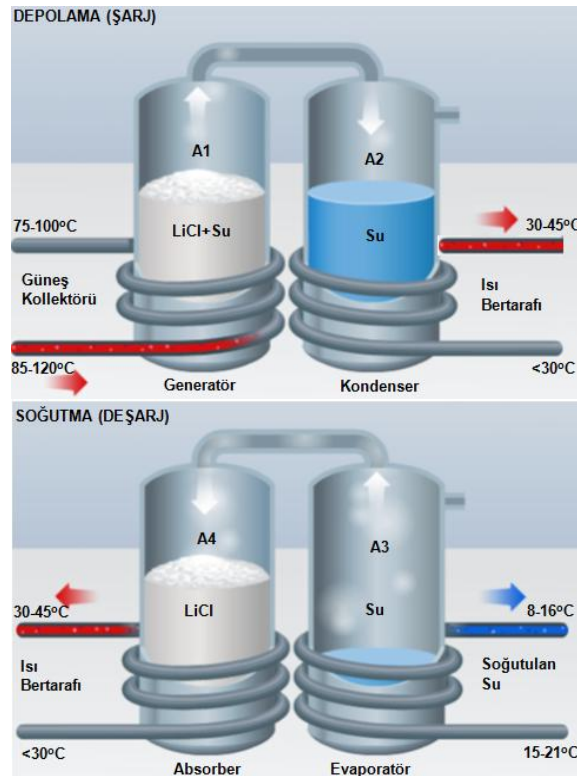
Absorpsiyonlu soğutma cihazında her bir ünitenin soğutma için enerji depolama kapasitesi 28 kWh (toplam 56 kWh) dir. Bununla birlikte iki ünite aynı anda enerji depolanır ve soğutma yapılır ise 73 kWh toplam kapasiteye ulaşılabilir. En uygun çalışma için gerekli çalışma debileri; güneş panellerinden gelen sıcak su hattında 25 L/min, ısı bertaraf hattında 50 L/min ve soğutma hattı devresinde 25 L/min olup bu hatlarda cihaz içinde oluşan basınç kayıpları sırasıyla 30, 38 ve 45 kPa değerlerindedir. Cihaz tek faz 220 V AC elektrik akımıyla beslenmekte olup, normal kullanımda ortalama güç tüketimi 22 W'tır.

Çalışma kapsamında enerji depolamalı LiCl-H<sub>2</sub>O akışkan çiftiyle çalışan absorpsiyonlu soğutma sisteminin soğutma performansları belirlenmiştir. Bu amaçla 25 ve 30 °C olmak üzere iki farklı deneme sıcaklığı seçilmiş ve bu sıcaklıklardaki A ünitesinin kullanımı için denemeler gerçekleştirilmiştir.

Denemeler esnasında, 1000 L hacimli soğutma tankı su ile doldurulmuş ve karıştırıcısı sürekli çalıştırılarak içerideki suyun sıcaklığının homojen olması sağlanmıştır. Tank içerisine 2x5 kW ve 1x7.5 kW rezistanslı ısıtıcı konulmuş, ısıtıcıların kontrolü için tank içerisindeki sıcaklığı sürekli ölçen bir NTC sensör konularak, elektrik panosu üzerinden sistemin istenilen sıcaklık değerinde çalışabilmesi için devreye girip çıkması sağlanmıştır. Böylelikle absorpsiyonlu soğutma sistemi çalıştığında, tank içerisindeki suyun deneme sıcaklığında mümkün olduğunca sabit kalması sağlanmıştır. Bu esnada soğutma tankı içerisindeki suyun sıcaklığı sürekli ölçülerek 1 dakika aralıklarla kaydedilmiştir.

### 3. ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ

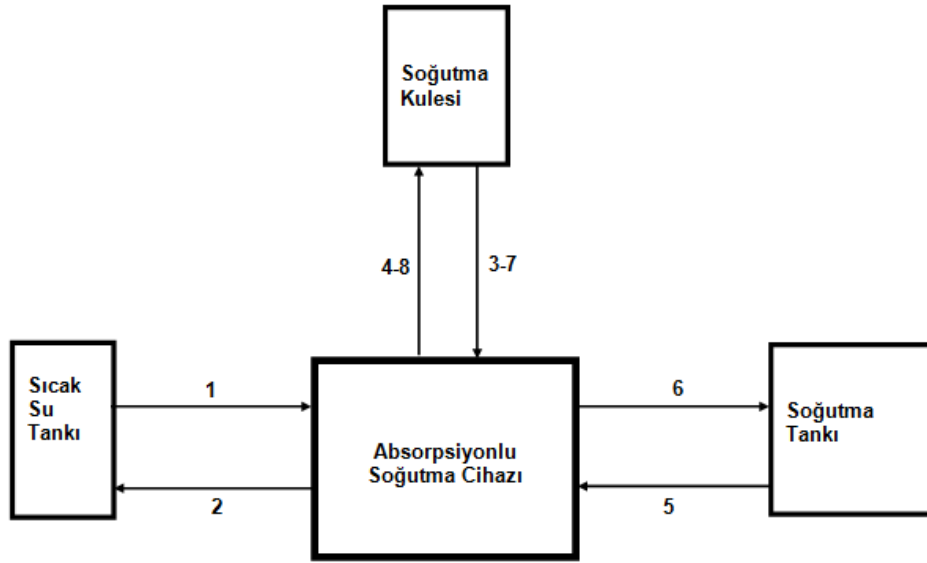
Enerji analizi sadece sistem sınırlarını geçen enerjinin büyüklüğü hakkında bilgi verirken ekserji analizi geçiş yönü ile ilgili bilgiyi de aktarmaktadır. Ekserji analizi sonucu sistemde ekserji yıkımlarının gerçekleştiği kısımların belirlenmesi de mümkün olmaktadır. Bu nedenle deneysel sistem için hem enerji hem de ekserji analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Absorpsiyonlu Soğutma Cihazı Şarj-Deşarj Modu

Kullanılan absorpsiyonlu soğutma sisteminin A ünitesi ele alınarak soğutma tankı içindeki su, 25 ve 30°C olacak şekilde farklı sıcaklıklarında sabit tutularak şarj ve deşarj modları için enerji ve ekserji analizi yapılmıştır. Şekil 2'de verilen sistemde, şarj modunda güneş enerjisinden alınan sıcak su ile generatörde (A1) bulunan LiCl-H<sub>2</sub>O karışımındaki soğutucu akışkan (su) buharlaşarak kondensere (A2) ulaşır. Kondenserde soğutma kulesinden atmosfere ısı atılarak suyun yoğunlaşması sağlanır. Böylece generatörde zengin karışım, kondenserde ise yoğunlaşmış su elde edilir. Deşarj modunda ise, yoğunlaşmış suya soğutulmak istenen akışkan yardımıyla ısı verilerek evaporatörde (A3) buharlaşması sağlanır, buharlaşan su zengin karışım LiCl tarafından absorbe edilir. Bu sırada absorberde (A4) oluşan ısı kule tarafından atmosfere atılır.

Şekil 3'de sıcak su kaynağı, soğutma tankı, su soğutma kulesi/kondenser ve absorpsiyonlu soğutma cihazından oluşan deney sisteminde her elemanın girişi ve çıkışı numaralandırılmıştır.



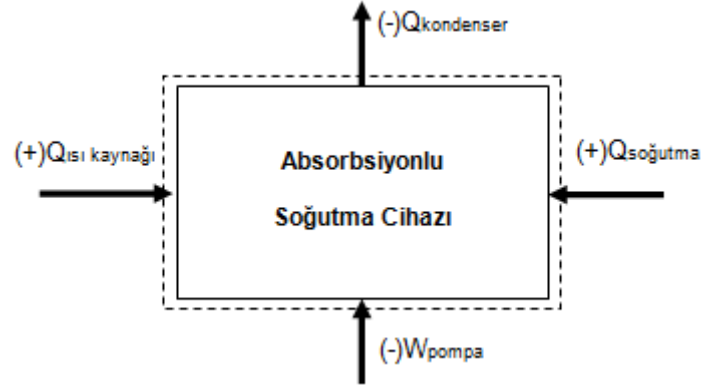
Şekil 3. Absorpsiyonlu Soğutma Sistem Elemanları

### 3.1. Enerji Analizi

Bir kontrol hacmi için genel enerji dengesi Eşitlik 1'de verilmiştir [9]:

$$\dot{E}_g - \dot{E}_\zeta = \dot{E}_{kh} \quad (1)$$

Kontrol hacmine giren ve çıkan enerji sırasıyla  $\dot{E}_g$  ve  $\dot{E}_\zeta$  ile gösterilmektedir. Burada  $\dot{E}_{kh}$  ise kontrol hacminin enerji değişimini göstermektedir. Şekil 3'de verilen sistem için "Sürekli Akışlı" sistem kabulü yapılmıştır. Bu nedenle  $\dot{E}_{kh}$  değişmez ve  $\dot{E}_g = \dot{E}_\zeta$  olur.



**Şekil 4.** Enerji Analizi Kontrol Hacmi

Buna göre şarj ve deşarj modlarında absorpsiyonlu soğutma cihazı kontrol hacmi için enerji dengesi Eşitlik 2'de verilmiştir;

$$\dot{Q}_{ik} + \dot{Q}_{so} + \dot{W}_{pe} = \dot{Q}_{kş} + \dot{Q}_{kdş} \quad (2)$$

Isı kaynağı, soğutma kulesi ve soğutma tankı tarafında ısı transferi miktarı aşağıda verilmiştir.

Isı Kaynağı tarafı:

$$\dot{Q}_{ik} = \dot{m}_{ts}(h_2 - h_1) \quad (3)$$

Soğutma Kulesi tarafı:

$$\dot{Q}_{ko} = \dot{m}_{ks}(h_4 - h_3) \quad (4)$$

Soğutma Tankı tarafı:

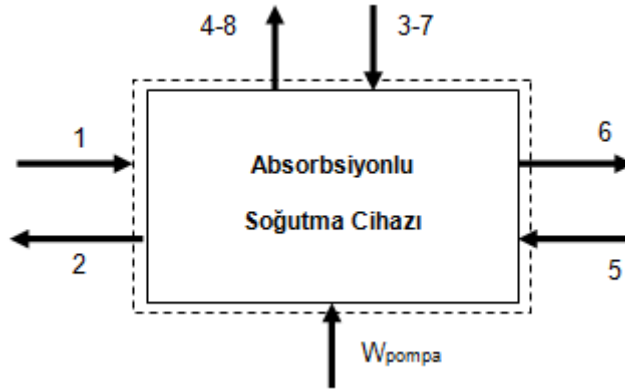
$$\dot{Q}_{so} = \dot{m}_{ss}(h_6 - h_5) \quad (5)$$

Soğutma performans katsayısı (COP) Eşitlik 6'da verilmiştir.

$$COP = \frac{Q_{so}}{Q_{ik} + W_{pe}} \quad (6)$$

### 3.2. Ekserji Analizi

Düzgün akışlı bir sistemde belirlenen kontrol hacmi için genel ekserji dengesi Eşitlik 7'de verilmiştir [9]:



Şekil 5. Ekserji Analizi Kontrol Hacmi

$$\sum_g \dot{E}x - \sum_{\xi} \dot{E}x + \sum \dot{E}x^Q - \dot{E}x^W - \dot{E}x_y = 0 \quad (7)$$

Burada,  $\dot{E}x$  ekserji miktarı olup kütleli debi ile özgül ekserjinin çarpımıyla ( $\dot{m} \cdot ex$ ) hesaplanır.

$$\dot{E}x = \dot{m} \cdot ex = \dot{m} \{ (h - h_0) - T_0 (s - s_0) \} \quad (8)$$

$$\dot{E}x^Q = \dot{Q} \left( 1 - \frac{T_0}{T_{yü}} \right) \quad (9)$$

$$\dot{E}x^W = \dot{W} \quad (10)$$

$\dot{E}x^Q$  sistem sınırından ısı transferiyle,  $\dot{E}x^W$  ise güç girişiyle gerçekleşen ekserji transferini gösterir. Absorpsiyonlu soğutma sisteminde kütle giriş ve çıkışı ile buna bağlı gerçekleşen ısı transferi vardır. Buna göre, absorpsiyonlu soğutma cihazının şarj ve deşarj modlarında belirlenen kontrol hacmi için ekserji dengesi Eşitlik 11'de verilmiştir.

$$\dot{E}x_y = \dot{E}x_1 + \dot{E}x_3 + \dot{E}x_5 + \dot{E}x_7 - \dot{E}x_2 - \dot{E}x_4 - \dot{E}x_6 - \dot{E}x_8 - \dot{W}_{pe} \quad (11)$$

Bütün sistemin ekserji verimi Eşitlik 12'de verilmiştir.

$$\varepsilon = \frac{\dot{E}x_1 - \dot{E}x_3}{\sum \dot{W}_{pe}} \quad (12)$$

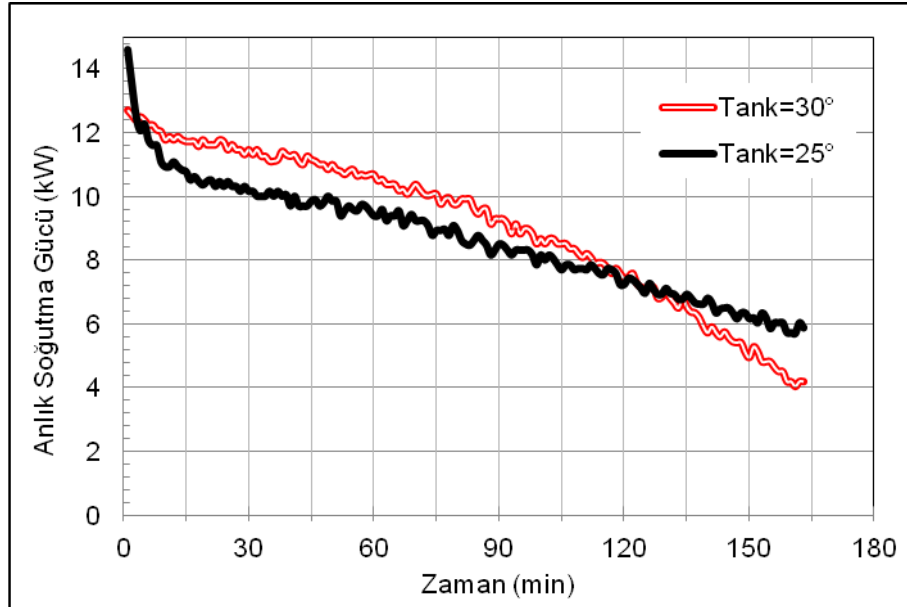
#### 4. DENEY VE ANALİZ SONUÇLARI

Tank içindeki suyun başlangıç sıcaklığının 30°C olduğu durum için deney sonuçları ile enerji ve ekserji analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

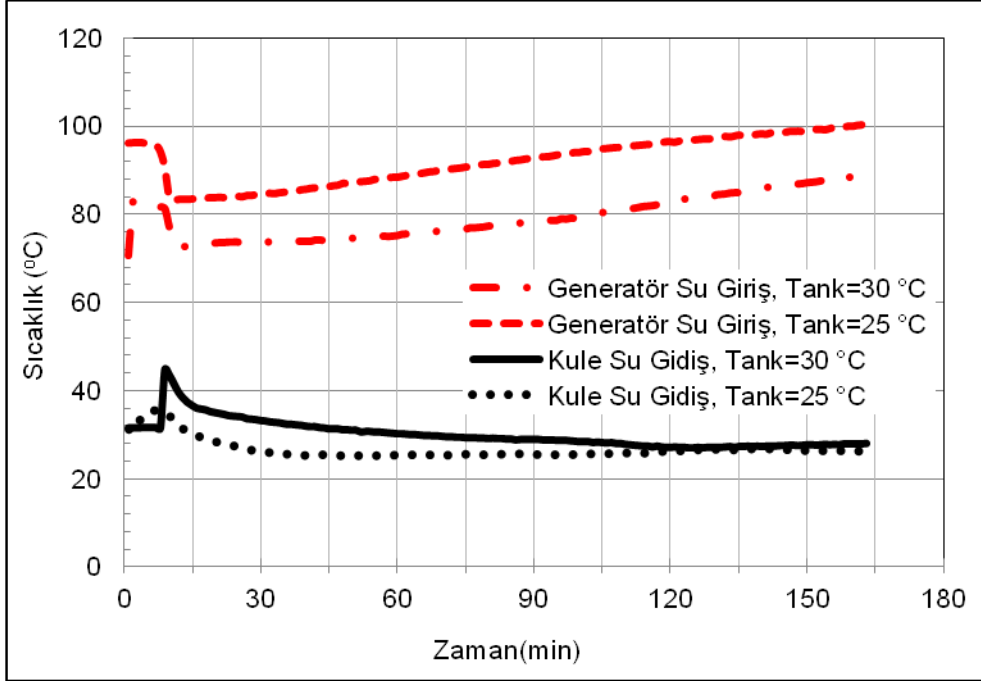
**Tablo 1.** Analiz Sonuçları

Eleman	Açıklama	T (°C)	$\dot{m}$ (kg/s)	$\dot{Q}$ (kW)	COP	$\dot{E}_x$ (kW)	$\dot{E}_{xy}$ (kW)	$\epsilon$ (%)
Generator	1 Sıcak Su Giriş	93.8	0.806	8.141	0.681	20.048	2.4	5.3
	2 Sıcak Su Çıkış	91.4	0.806			18.504		
Kule-Kondenser	3 Kule Su Giriş	27.1	0.876	10.249		0.032	1.7	
	4 Kule Su Çıkış	29.9	0.876			0.004		
Evaporator	5 Soğutma Suyu Giriş	24.9	0.370	8.828		0.064	0.3	
	6 Soğutma Suyu Çıkış	19.2	0.370			0.321		
Absorber-Kondenser	7 Kondenser Suyu Giriş	25.4	0.785	11.155		0.111	1.7	
	8 Konsenser Suyu Çıkış	28.8	0.785			0.081		
Pompa	-	-	-	4.828	-	-	-	
	-	-	-		-	-	-	

Absorbsiyonlu soğutma sisteminde soğutulacak akışkan sıcaklığının, 25 ve 30°C sıcaklıklarında sabit tutulduğu durumda gerçekleşen soğutma miktarları Şekil 6'da verilmiştir.

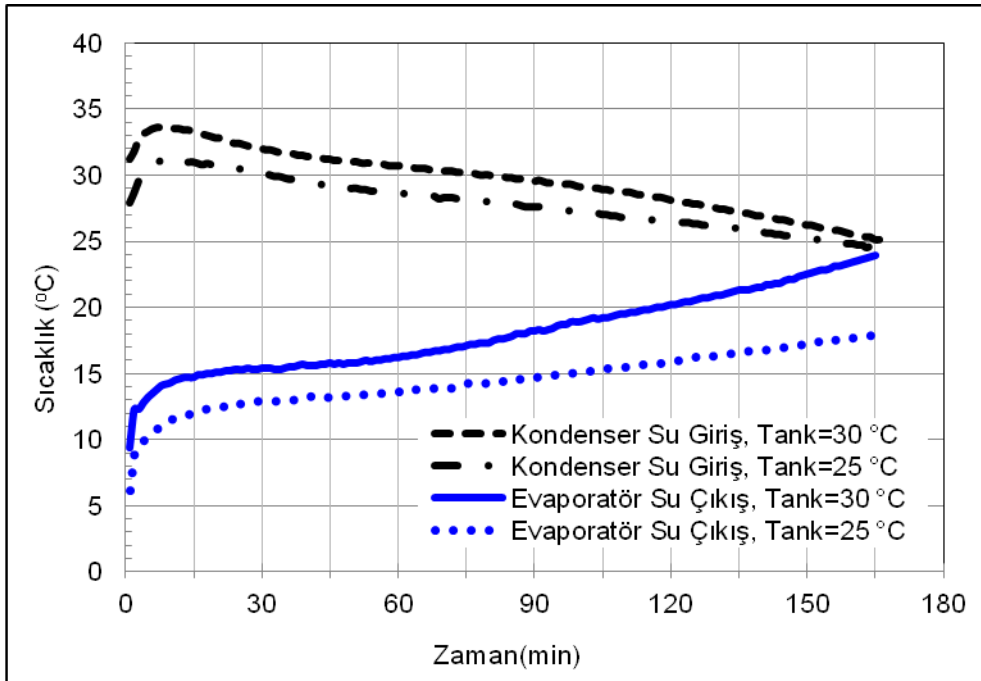
**Şekil 6.** Tank İçi Sıcaklığa Bağlı Olarak A Ünitesinden Sağlanan Anlık Soğutma Güçleri.

Soğutulacak akışkan sıcaklığının 25 ve 30°C sıcaklıklarında sabit tutulduğu durumda, A ünitesinin şarj işlemi sırasında generatöre giren sıcak su ile kondenslerden kuleye gönderilen su sıcaklıkları Şekil 7'de gösterilmiştir. Deneylerin yapıldığı tarihte (Eylül, 2012-İzmir) dış hava sıcaklığı yaklaşık 34 °C olarak gerçekleşmiştir. Deney sonunda elde edilen soğutma miktarı tankın 25°C sabit sıcaklığı için daha yüksektir.



Şekil 7. Generator Sıcak Su Giriş ve Soğutma Kulesi Su Gidiş Sıcaklık Değişimi.

Soğutulacak akışkan sıcaklığının 25 ve 30°C sıcaklıklarında sabit tutulduğu durumlar için, absorpsiyonlu soğutma sisteminde A ünitesinin deşarj işlemi sırasında evaporatöründen elde edilen su ile kondenserden çıkan su sıcaklığı Şekil 8'de verilmiştir. Deney boyunca, kondenser ve evaporatördeki su sıcaklığı tankın 30°C sabit sıcaklığı için daha yüksek olmaktadır.



Şekil 8. Kondenser Su Giriş ve Evaporatör Su Çıkış Sıcaklık Değişimi.



## SONUÇLAR

Bu çalışmada, iki farklı üniteye sahip absorpsiyonlu soğutma cihazında ünitelerden birisinde (A) soğutma yapılırken diğerinde (B) depolama yapılmıştır. Depolama ünitesinin en büyük avantajı soğutma ihtiyacının karşılanması amacıyla beklemeye gerek kalmadan diğer ünite ile soğutmanın yapılabilmesidir. Elde edilen sonuçlar, soğutulacak akışkan sıcaklıklarının sabit tutulduğu 25 ve 30°C durumlarda, tank içi sıcaklığın yüksek olmasının sistemin soğutma performansını düşürdüğünü göstermiştir. Absorpsiyonlu soğutma sistemi COP değeri 0.681, toplam ekserji verimi %5.1 dir. Sistemde toplam ekserji yıkımı 6.172 kW olup, en büyük ekserji yıkımı 2.4 kW ile generatörde gerçekleşmiştir.

## SEMBOLLER

$\dot{E}$	Birim zamandaki enerji miktarı (kW)
$\dot{E}_x$	Birim zamandaki ekserji miktarı (kW)
$ex$	Özgül ekserji (kJ/kg)
$\varepsilon$	Ekserji verimi (%)
$h$	Özgül entalpi (kJ/kg)
$\dot{m}$	Kütleli debi (kg/s)
$T$	Sıcaklık (°C)
$s$	Özgül entropi (kJ/kg K)
$\dot{Q}$	Birim zamandaki ısı transferi (kW)
$\dot{W}$	Pompa elektriksel gücü (kW)

## Alt İndisler

$\dot{c}$	Çıkan
$g$	Giren
$ik$	Isı kaynağı
$kdş$	Kondenser-deşarj durumu
$ks$	Kule su
$kş$	Kondenser-şarj durumu
$kh$	Kontrol hacmi
$o$	Referans şartları
$pe$	Pompa elektrik
$so$	Soğutma
$ss$	Soğuk su
$ts$	tank su
$y$	Yıkım
$yü$	Yüzey
1-8	Sisteme giriş-çıkış noktaları

## KAYNAKLAR

- [1] DİNÇER, İ., TÜRE, İ.E., EDİN, M., "R22 ve DMETEG Akışkan Çiftinin Kullanıldığı Güneş Enerjili Bir Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Tasarımı", Güneş Enerjisi Uygulamaları-Gelişmeleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.243-249, Muğla, 1994.

- [2] ŞENCAN, A., KALOGİROU, S.A., "A new approach using artificial neural networks for determination of the thermodynamic properties of fluid couples", Energy Conversion and Management, Vol.46(15-16), pp.2405–18, 2005.
- [3] FRANCISCO, A., ILLANES, R., TORRES, J.L., CASTILLO, M., BLAS, M., PRIETO, E., et al. "Development and testing of a prototype of low-power water–ammonia absorption equipment for solar energy applications", Renewable Energy, Vol.25, pp.537–44, 2002.
- [4] FLORIDES, G.A., KALOGİROU, S.A., TASSOU S.A., WROBEL, L.C., "Modelling, simulation and warming impact assessment of a domestic-size absorption solar cooling system", Applied Thermal Engineering, Vol.22(12), pp.1313-1325, 2002.
- [5] FLORIDES, G.A., KALOGİROU, S.A., TASSOU S.A., WROBEL, L.C., "Design and construction of a LiBr–water absorption machine", Energy Conversion and Management, Vol.44(15), pp.2483-2508, 2003.
- [6] ŞENCAN, A., YAKUT, A.K., KALOGİROU, S.A., "Thermodynamic analysis of absorption systems using artificial neural network", Renewable Energy, Vol.31(1), pp.29-43, 2006.
- [7] PASTAKKAYA, B., YAMANKARADENİZ, N., COŞKUN, S., "Binaların Soğutulmasında Güneş Enerjisi Kaynaklı Absorpsiyonlu Isı Pompasının Deneysel İncelenmesi" Mersin, 2011.
- [8] GÜNHAN, T., A. ŞENCAN ŞAHİN, V. DEMİR, H. BİLGİN, O. EKREN, A. EREK. "LiCl-Su Çiftiyle Çalışan Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Termodinamik Analizi" IKSES'12 1. Ulusal İklimlendirme Soğutma Eğitimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı 577-587, Balıkesir Üniversitesi, 13-15 Eylül 2012.
- [9] ÇENGEL, Y.A., BOLES, M.A., "Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik", 2.basım. MacGraw Hill, New York, 1996.

## ÖZGEÇMİŞLER

### Aytunç EREK

1966 yılı İzmir doğumludur. 1989 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nü bitirmiştir. Aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü, Termodinamik ABD 'dan 1993 yılında yüksek lisans ve 1999 yılında doktora derecelerini almıştır. 2009 yılından beri Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Doç. Dr. olarak görev almaktadır. Sayısal akışkanlar mekaniği, faz değişimli ısı transferi uygulamaları, katı modelleme ve ısı analiz konularında çalışmaktadır.

### Tuncay GÜNHAN

1973 yılında Mustafakemalpaşa/Bursa'da doğmuştur. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Mustafakemalpaşa/Bursa'da tamamlamıştır. 1990 yılında girdiği Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden, 1994 yılında mezun olmuştur. Aynı bölümde başladığı Yüksek Lisans öğrenimini 1998 yılında, Doktora öğrenimini 2005 yılında tamamlamıştır. Çalışma konuları kurutma, sera mekanizasyonu, tarımsal elektrifikasyon, tarımsal otomasyon, basınçlı sulama sistemleri ve süt soğutma teknikleridir.

### Orhan EKREN

1976 yılında İzmir'de doğdu. 1999 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Makina Müh. bölümü Termodinamik-Enerji programından lisans, 2003 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Enerji Müh. programından Yüksek Lisans, 2009 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü Termodinamik ABD'dan Doktora derecelerini almıştır. 2000-2003 yılları arası İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Enerji Müh. bölümünde Arş. Gör. olarak çalıştı. 2011-2012 yılları arasında S. Illinois Üniversitesi-ABD, Makina Müh. bölümünde TÜBİTAK bursu ile Doktora sonrası araştırma yaptı. Halen Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksek Okulu, İklimlendirme Soğutma Programında Öğr. Gör. Dr. olarak çalışmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, soğutma sistemlerinde enerji verimliliği, alternatif soğutma yöntemleri konularında çalışmaktadır.

### Vedat DEMİR

1966 Kütahya doğumludur. 1988 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü'nden mezun olmuştur. Aynı Üniversitesinde 1991 yılında Yüksek Lisans, 1997 yılında Doktora eğitimini tamamlamıştır. 1989-2001 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 2001-2005 yılları arasında Yardımcı Doçent, 2005-2011 yılları arasında Doçent olarak görev yapmıştır. 2011 yılından beri E.Ü.Z.F. Tarım Makinaları Bölümü'nde Profesör olarak görev yapmaktadır. Basınçlı sulama yöntemleri, akışkanlar mekaniği, tarım ürünleri kurutma tekniği, sera mekanizasyonu, süt soğutma teknikleri konularında çalışmaktadır.

### **Arzu ŞENCAN ŞAHİN**

1996 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. 1999 yılında aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans'ını, 2004 yılında Doktora'sını tamamlamıştır. Halen Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nde Doç. Dr. Olarak görev yapmaktadır. Termodinamik, güneş enerjisi, soğutma sistemleri, enerji verimliliği konularında çalışmaktadır.

### **Hamdi BİLGİN**

1957 yılında Turgutlu doğumludur. 1979 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Makinaları Bölümü'nden mezun olmuştur. 1979-1980 yılları içerisinde İzmir'de Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Hayvancılığı Geliştirme Bölge Proje Müdürlüğü'nde "Ziraat Yüksek Mühendisi" olarak görev yapmış; 1980 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsü'ne Asistan olarak atanmıştır. 1991 yılından bu yana E.Ü.Z.F. Tarım Makinaları Bölümü'nde Profesör olarak görev yapmakta olup, 2005 yılından bu yana "Ege Üniversitesi IAESTE Temsilcisi", 2008 yılından beri "Almanya Giessen Justus Liebig Üniversitesi ile İzmir Ege Üniversitesi İşbirliği Koordinatörü", 2007 yılından beri "İzmir Tarım Grubu" kurucu üyesi görevlerini yürütmektedir. Hasat ve hayvancılıkta mekanizasyon, süt sağım ve soğutma yöntemleri ve teknikleri konularında çalışmaktadır.