



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **DÜŞÜK SICAKLIKTAKİ ISI KAYNAĞI İLE TAHRİK EDİLEN ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE SU-LiBr ve SU-LiCl ERİYİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**NAZIM KURTULMUŞ**  
ADANA BİLİM VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ

**İLHAMİ HORUZ**  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ



# DÜŞÜK SICAKLIKTAKİ ISI KAYNAĞI İLE TAHRİK EDİLEN ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE SU-LiBr VE SU-LiCl ERİYİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Nazım KURTULMUŞ  
İlhami HORUZ

## ÖZET

Fosil yakıtların tükeneceği korkusu ve enerjinin gün geçtikçe artan maliyet artışları insanları yeni enerji kaynaklarına yöneltmenin yanında, hem mevcut sistemlerin daha verimli hale getirilmesi hem de atık ısıların değerlendirilmesi üzerine odaklanmaya zorlamaktadır. Atık ısıların değerlendirilmesinde Absorpsiyonlu Soğutma (ABS) Sistemleri ön plana çıkmaktadır. Buhar Sıkıştırımlı Mekanik Soğutma Sistemine oldukça benzeyen ABS sistemleri, çalışabilmesi için dışardan fazla miktarda mekanik enerji gerektiren kompresör yerine, ısı enerjisi ile çalışan bir grup ısı değiştiricisinden oluşan termik kompresör içermektedirler. Buharı sıkıştırmanın yüksek enerji maliyeti ve kompresörün sebep olduğu maliyetler ve bakım masrafları ABS sistemlerinde yoktur. Küçük bir enerji gerektiren eriyik pompası dışında ABS sistemlerinin çalışabilmesi için ısı enerjisi yeterlidir. Bu sebeple ABS sistemleri atık ısının değerlendirilmesi, güneş ve jeotermal enerjilerin kullanılmasına imkan sağlayabilmektedir. Buhar Sıkıştırımlı Mekanik Soğutma Sisteminde tek bir soğutucu akışkan kullanılırken, ABS sistemlerinde bir soğutucu akışkan ve bir de yutucu akışkanın oluşturduğu eriyik kullanılır. Sistemde kullanılan akışkanların sistemin soğutma tesir katsayısına etkisi büyüktür. Bu amaçla su-LiBr ve su-LiCl eriyikleri analiz edilmiş ve performansları karşılaştırma açısından grafikler halinde sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri, Soğutma, Atık Isının değerlendirilmesi, su-LiBr eriyiği, su-LiCl eriyiği.

## ABSTRACT

The fear for the possibility of running out of fossil fuels and the ever-increasing cost of energy increases force people to focus on both the improvement of the efficiency of the existing systems and the utilisation of the waste heat, as well as searching for new energy sources. As far as the utilisation of the waste heat is concerned, Absorption Refrigeration (AR) systems come front. The AR system, which is quite similar to the Vapor Compression Refrigeration system, includes a thermal compressor which consists of an absorber and a generator, instead of a conventional compressor which requires a lot of mechanical energy input. There is no need for the compressor and its vapour compression and maintenance costs in AR systems. Heat input is enough to operate AR systems except for the small amount of mechanical energy input to the solution pump. This allows AR systems to be used in utilizing the waste heat and also the solar and geothermal energy. Against Vapor Compression Refrigeration systems, AR systems use the solution consisting refrigerant and absorbent, instead of just refrigerant. The solution used in the AR system has a great effect on the Coefficient of Performance (COP) of the system. For this purpose, water-LiBr and water-LiCl solutions were analyzed and the performance comparisons are presented in terms of graphics.

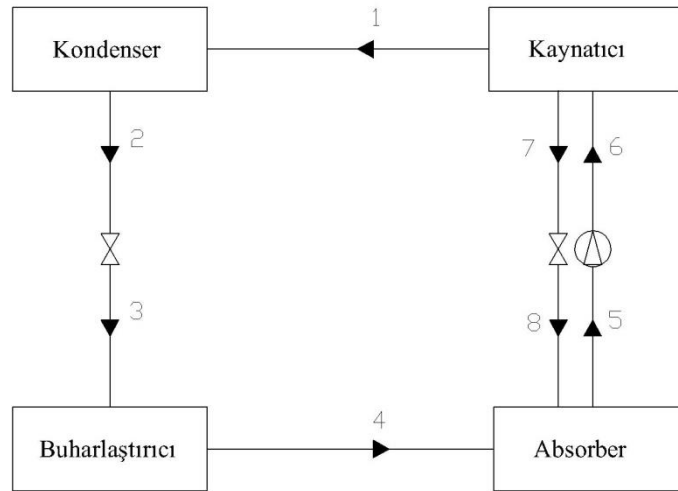
**Key Words:** Absorption Refrigeration Systems, Refrigeration, Waste heat utilisation, water-LiBr solution, water-LiCl solution.

## 1. GİRİŞ

Absorpsiyonlu soğutma (ABS) sistemi, buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemine oldukça benzerdir. Her iki sistemde de soğutma yükü, soğutucu akışkanın buharlaştırıcıda buharlaşması ile karşılanır. Buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemindeki mekanik işlemlerin yerini, ABS sisteminde fiziko-kimyasal işlemler alır. Mekanik kompresör yerine ABS çevrimlerinde termik kompresör kullanılmaktadır. Soğutma elde etmek için, buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemindeki mekanik ve elektrik enerjisi yerine ABS sisteminde ısı enerjisi kullanılmaktadır. Dış enerji kaynağı olarak her türlü ısıyı kullanabilen absorpsiyonlu sistemler doğrudan soğutma yapabilen en yaygın kullanılan sistemlerdir. Sanayi işletmelerinde açığa çıkan atık ısıların, elektrik üretim santrallerinde meydana gelen atık ısıların bulunması halinde ısı ile tahrik olan ABS sistemlerini kullanarak atık ısıyı değerlendirmek mümkündür. Absorpsiyonlu sistemleri atık ısı ile tahrik ederek işletmelerde proses soğutma, konfor soğutması yapılması durumunda, hem atık ısı değerlendirilebilecek hem de işletmenin maliyetleri aşağı çekilebilecektir. Yerleşim yerlerinde konfor amaçlı ABS sistemleri kullanılırsa, şehir şebekesine gelen yükler azalacak ve bunun sonucu maliyetler büyük oranda düşecektir. Yine tükenmez bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin kullanılması yoluyla enerjinin pahalı olduğu günümüzde ABS sistemleri daha ekonomik olur. ABS sistemlerinin, yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin yüksek olduğu yörelerde ve büyük tesislerde kullanılması oldukça uygundur[1]. Ayrıca ABS sistemlerinde kullanılan akışkanlar kompresörlü soğutma sisteminde kullanılan akışkanlara göre daha çevreci ve daha zararsız akışkanlardır. Piyasada satılan ABS sistemlerinde en çok kullanılan eriyin su-LiBr olduğu, su-LiCl eriyiği ile çalışmalar bulunduğu hatta bu eriyiği kullanan kesikli absorpsiyonlu sistem özelliği taşıyan bir ürün bulunduğu tespit edilmiştir [2,7].

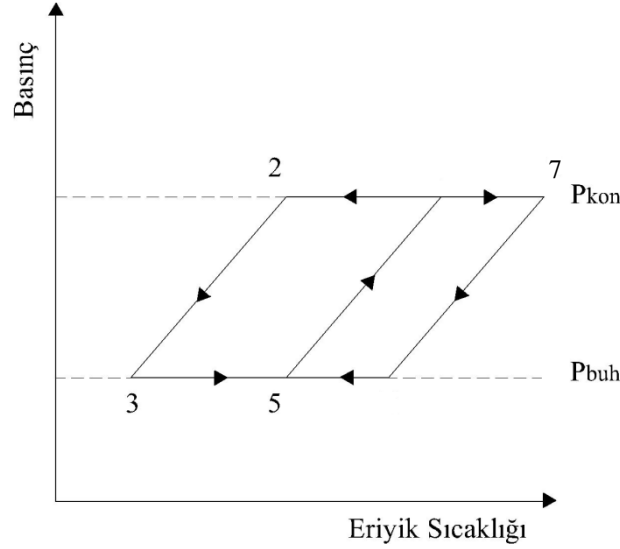
## 2. ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ

Şekil 1 de görüldüğü üzere ABS sistemi temelde dört ana elemandan oluşur; kaynatıcı, absorber, kondenser ve buharlaştırıcı. Kondenser ve buharlaştırıcının fonksiyonu buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminde olduğu gibidir.

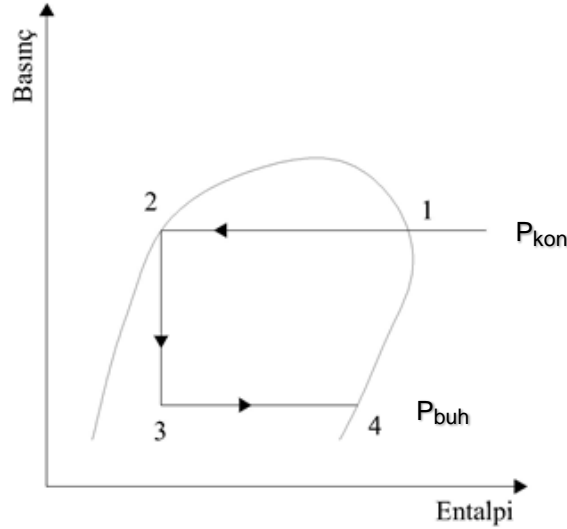


Şekil 1. Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Şematik Görünümü

Şekil 2 ve Şekil 3' te basit ABS sisteminin Basınç- Sıcaklık ve Basınç – Entalpi diyagramları verilmiştir.



Şekil 2. Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Basınç-Sıcaklık Diyagramı



Şekil 3. Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Basınç-Entalpi Diyagramı

ABS sistemi, çalışma akışkanı olarak tek soğutucu akışkan yerine soğutucu akışkan-absorbent çiftini kullanır. Absorbent ikincil akışkan gibi davranır. Absorbentin amacı, birincil akışkan olan soğutucu akışkanı absorbe etmektir.

Absorberden (abs) çıkan eriyik bir pompa vasıtasıyla yüksek basınçlı kaynatıcıya gönderilir. Kaynatıcıda (kay) dışardan ısı alan eriyik içerisinde bulunan soğutucu akışkanın bir kısmı buharlaşarak kondensere ulaşır. Soğutucu akışkanın buharlaşmasından sonra geriye kalan eriyik bir genleşme vanasından geçerek absorbere geri döner.

Kaynatıcıdan çıkan kızgın soğutucu akışkan kondensere (kon) gider ve kondenserde yüksek basınçta yoğunlaşır. Kondenserden tamamen yoğunlaşmış olarak çıkan soğutucu akışkan, izafi olarak daha düşük basınçta çalışan buharlaştırıcıya (buh) girmeden önce bir kısılma vanasından geçirilir. Buharlaştırıcıya kısılarak giren soğutucu akışkan burada buharlaşarak, buharlaşma için gerekli olan ısıyı soğutulan ortamdaki ortamdan çeker. Buharlaştırıcıdan doymuş buhar olarak çıkan soğutucu akışkan absorbere gider ve burada kaynatıcıdan dönen eriyik tarafından absorbe edilir ve çevrim tamamlanır.

Soğutma Tesir Katsayısı(STK) çevrimin çeşitli sıcaklık düzeylerindeki ısı transfer yeteneğinin bir göstergesi olup sistem performansı hakkında bilgi verir. ABS sisteminin birincil kullanım amacı soğutma olduğu için, soğutma tesir katsayısı Denklem (1)'deki gibi tanımlanabilir;

$$STK = \frac{\dot{Q}_{buh}}{\dot{Q}_{kay}} \quad (1)$$

Burada;  $\dot{Q}_{buh}$  buharlaştırıcıda meydana gelen ısı transferini,  $\dot{Q}_{kay}$  ise kaynatıcıda meydana gelen ısı transferini ifade etmektedir.

Buharlaştırıcı dengesinden buharlaştırıcıdaki ısı transferi denklem (2)'deki gibi ifade edilir;

$$\dot{Q}_{buh} = \dot{m}_4(h_4 - h_3) \quad (2)$$

Burada  $\dot{m}_4$  soğutucu akışkan debisini,  $h_3$  ve  $h_4$  ise Şekil 1 de verilmiş olan ABS sistemindeki 3 ve 4 noktalarındaki entalpileri ifade eder.

Kaynatıcı dengesinden kaynatıcıdaki ısı transferi Denklem (3) 'deki gibi ifade edilir.

$$\dot{Q}_{kay} = \dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_7 h_7 - \dot{m}_6 h_6 \quad (3)$$

Burada  $\dot{m}_1$  soğutucu akışkan debisini  $\dot{m}_7$  ve  $\dot{m}_6$  ise Şekil 1 de verilmiş olan ABS sistemindeki 7 ve 6 noktalarındaki eriyik debilerini ifade eder.  $h_1$ ,  $h_7$ ,  $h_6$  ise sırasıyla 1, 7 ve 6 noktalarındaki entalpileri ifade eder.

Absorpsiyonlu sistem için Carnot çevrim verimi;

$$CarnotSTK = \frac{T_{kay} - T_{abs}}{T_{kay}} \cdot \frac{T_{buh}}{T_{kon} - T_{buh}} \quad (4)$$

Dolaşım (DO) oranı[2];

$$DO = \frac{\dot{m}_{abs}}{\dot{m}_r} = \frac{X_{kay}}{X_{kay} - X_{abs}} \quad (5)$$

Burada X eriyiklerin konsantrasyonlarını,  $\dot{m}_r$  soğutucu akışkan debisini ve  $\dot{m}_{abs}$  ise absorberden kaynatıcıya giden eriyik debisini ifade eder.

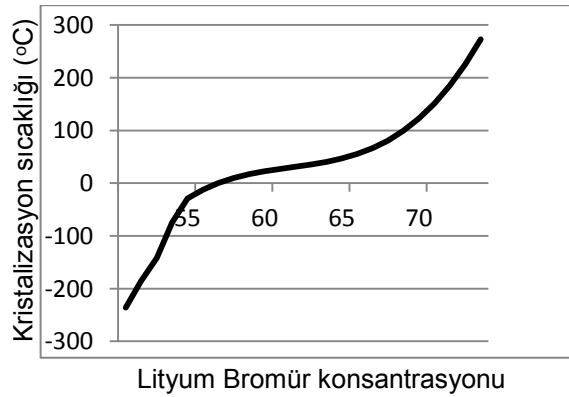
CarnotSTK böyle bir sistemden elde edilebilecek maksimum STK değerini gösterir. Bu çalışmada Su-LiBr ve Su-LiCl eriyiklerinin, ABS sisteminde kullanılmasıyla ilgili karşılaştırmalar yapılmıştır.

### 3. DÜŞÜK SICAKLIKTAKİ ISI KAYNAĞI İLE TAHRİK EDİLEN ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE Su-LiBr ve Su-LiCl ERİYİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

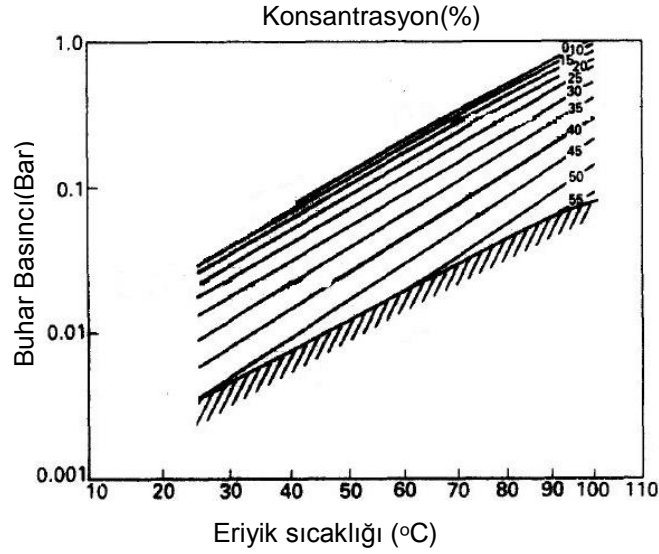
ABS sisteminin çalışma performansının göstergesi Denklem (1)'de verilen STK değeri olduğuna ve 'Denklem. (4)' de böyle bir sistemin verilen çalışma aralıklarında gösterebileceği maksimum

performans değerini gösterdiğine göre, amacımız sistemin STK değerini CarnotSTK değerine mümkün olduğu kadar yaklaştırabilmektir. 'Denklem (1)'deki STK değerini arttırabilmek için buharlaştırıcıdaki ısı transferi arttırılmalı ve kaynatıcıdaki ısı transferi de azaltılmalıdır. Buharlaştırıcıdaki ısı transferinin arttırılması demek soğutma yükünün arttırılması ve kaynatıcıdaki ısı transferinin azaltılması ise sistemin çalışması için dışarıdan verilmesi gereken ısı girişinin azaltılması demektir. Yani kısaca, ABS sistem performansının (sistemin STK değerinin) arttırılması demek, daha az ısı girdisiyle daha fazla soğutma yapabilmektir. Buharlaştırıcının görevi Şekil 2'den de görüleceği üzere kısımla vanası çıkışındaki soğutucu akışkanı doymuş buhar fazına kadar buharlaştırmak ve bunun için gerekli ısıyı da içinde bulunduğu ortamdan almak ve böylece soğutma olayını gerçekleştirmektedir. Buharlaştırıcıda sadece saf soğutucu akışkan olduğuna göre, buharlaşma gizli ısı yüksek olan bir soğutucu akışkan kullanıldığı takdirde soğutma yükünün artacağı sonucuna varılabilir. Burada yapılacak olan karşılaştırmada soğutucu akışkan sudur ve bilindiği üzere suyun buharlaşma gizli ısı yüksektir. Fakat soğutucu akışkan olarak kullanılan su 0°C'de katı hal aldığı için her iki eriyik de düşük sıcaklıklı soğutma uygulamaları için kullanılamaz, fakat konfor soğutma uygulamaları için kullanılabilir.

Diğer bir önemli parametre ise 'Denklem (2)'de görüleceği üzere soğutucu akışkan debisidir. Buharlaştırıcıdaki ısı transferi soğutucu akışkan debisi arttıkça artış gösterir. Ama unutulmamalıdır ki, ABS sisteminde devrede sadece soğutucu akışkan dolaşmamaktadır ve soğutucu akışkanın absorbentle birlikte oluşturduğu eriyik de vardır. Soğutucu akışkanın absorbent ile absorber içinde çok iyi ve kolay bir şekilde karışması ve kaynatıcıda dışarıdan verilen ısı ile absorbentten kolay bir şekilde ayrılması gerekmektedir. 'Denklem (1)', dışarıdan verilmesi gereken ısı miktarının düşük seviyelerde olmasının sistem performansını arttırdığını göstermiştir. Dolayısıyla soğutucu akışkanın absorbentten daha az ısı girdisiyle ayrılması çok önemlidir. Bu konu kaynama sıcaklığı düşük olan soğutucu akışkanların tercih edilmesine yol açmıştır. Kaynama sıcaklığı düşük olan soğutucu akışkanın, kaynama sıcaklığı yüksek olan absorbentten rahatlıkla ayrılabilme özelliği farklı eriyiklerin oluşturulmasında önemli bir parametre olmuştur. Burada karşılaştırılan her iki eriyikte de absorbent katı fazdadır. Bu nedenle soğutucu akışkanın tamamının buharlaşıp ayrılması istenmez. Bu durum buharlaştırıcıya daha az soğutucu akışkan gitmesine sebep olurken, absorbentin tek başına katı hale geçmesine engel teşkil eder ve sistemin bloke olarak çalışmasını durdurmasını engeller. Bu sebeple soğutucu akışkanın tamamının değil bir kısmının kaynatıcıda buharlaşması istenir. Aslında bu durum burada karşılaştırılan her iki eriyiğinde en büyük sorundur. Her iki akışkanda da kristalizasyon problemi bulunmaktadır. Şekil 4 su-LiBr eriyiği konsantrasyonu ve kristalizasyon sıcaklığı değişimini göstermektedir. Şekil 5 su-LiCl eriyiğinin konsantrasyonuna bağlı olarak eriyik sıcaklığı ile buhar basıncının değişimi grafiğinin göstermektedir.



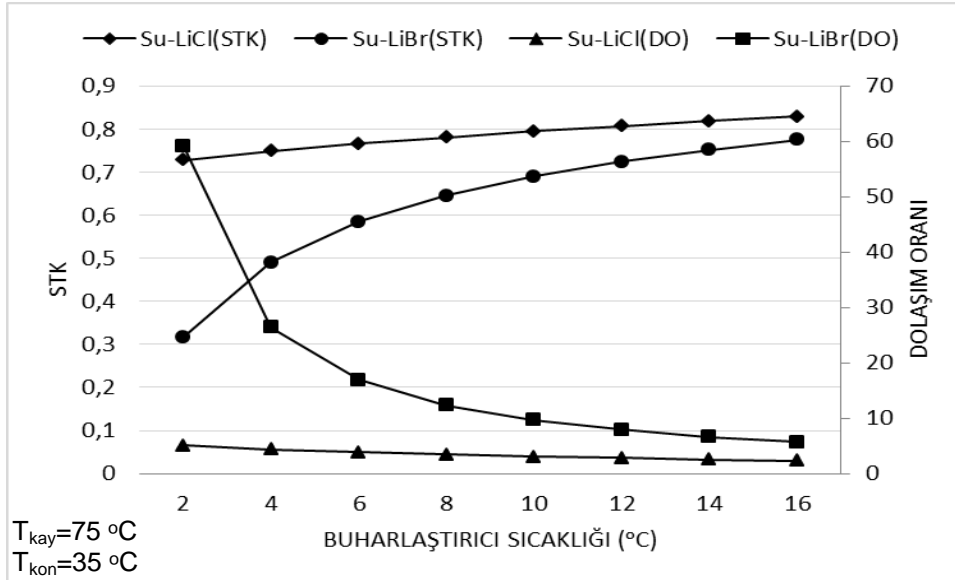
Şekil 4. Kristalizasyon sıcaklığı ve LiBr konsantrasyon değişimi



Şekil 5. Eriyik sıcaklığı ve LiCl konsantrasyonunun farklı basınçlardaki değişimi[3]

Diğer düşünülmesi gereken konu ise eriyiklerin viskoziteleridir. Su-LiCl eriyiği, su-LiBr eriyiğine göre daha büyük viskoziteye sahiptir. Bu nedenle oluşacak sürtünmelere bağlı kayıplardan dolayı su-LiCl eriyiği kullanan sistemdeki eriyik pompası daha fazla enerji harcayacaktır. Ayrıca viskoz akışkanların ısı transfer katsayılarının daha düşük olduğu bilinmektedir[2]. Bu da ABS sisteminin ana elemanlarında ısı transfer alanlarının artışına yol açacak ve bu durumda maliyet artışını beraberinde getirecektir.

Ayrıca her bir eriyiğin kullanıldığı ABS sistemi de oldukça düşük basınçlarda çalıştığından sisteme olabilecek hava sızmalarına karşı gerekli önlemler alınmalıdır.



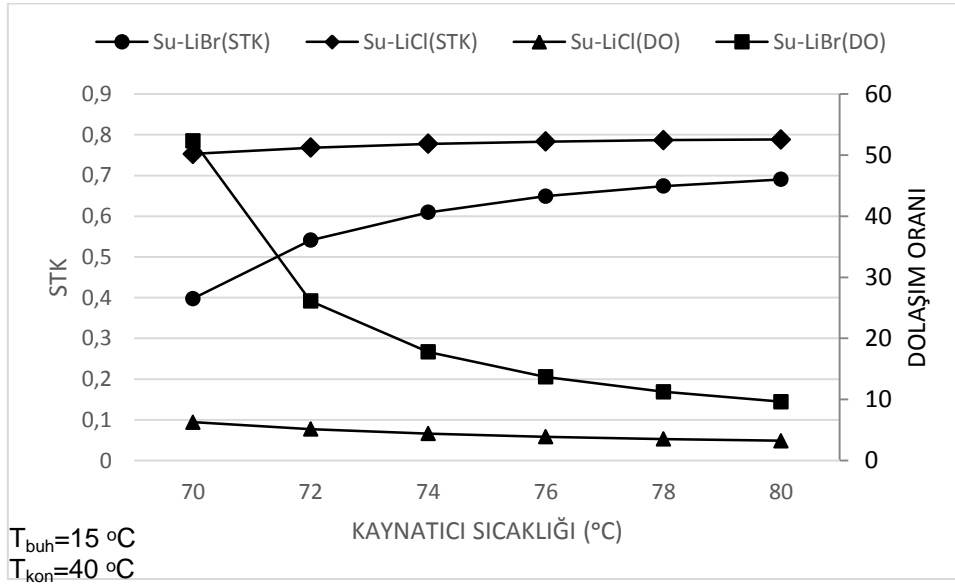
Şekil 6. Buharlaştırıcı sıcaklığı- STK- DO değişimi

Şekil 6'da su-LiBr eriyiği ile su-LiCl eriyiğinin soğutma tesir katsayısının buharlaştırıcı sıcaklığı ile değişimi gösterilmektedir. Bu karşılaştırma yapılırken kaynatıcı sıcaklığı 75°C, kondenser sıcaklığı ise 35°C alınmış ve buharlaştırıcı sıcaklığı 2°C'den 16°C'ye kadar 2'şer derece artırılmıştır. Görüldüğü



üzere buharlaştırıcı sıcaklığı arttıkça her iki akışkanın da soğutma tesir katsayısı artmaktadır. Su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre düşük sıcaklıklarda çok daha iyi performans gösterdiği, buharlaştırıcı sıcaklığı arttıkça STK'ların birbirine yaklaştığı fakat yine de su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre her bir buharlaştırıcı sıcaklığında daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Ayrıca su-LiCl eriyiğinin STK' sının genelde yatay bir seyir gösterdiği, su-LiBr eriyiğinin ise düşük buharlaştırıcı sıcaklığından daha büyük buharlaştırıcı sıcaklıklarına gidildikçe STK'sının su-LiCl eriyiğine göre daha fazla artış gösterdiği görülmektedir. Dolaşım oranına bakıldığında, yüksek buharlaştırıcı sıcaklıklarında dolaşım oranının birbirlerine yaklaştığı fakat düşük buharlaştırıcı sıcaklıklarında ise su-LiBr eriyiğinin dolaşım oranının su-LiCl eriyiğine oranla çok daha fazla artış gösterdiği ve her bir sıcaklık değerinde su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre daha az dolaşım oranına sahip olduğu görülmektedir.

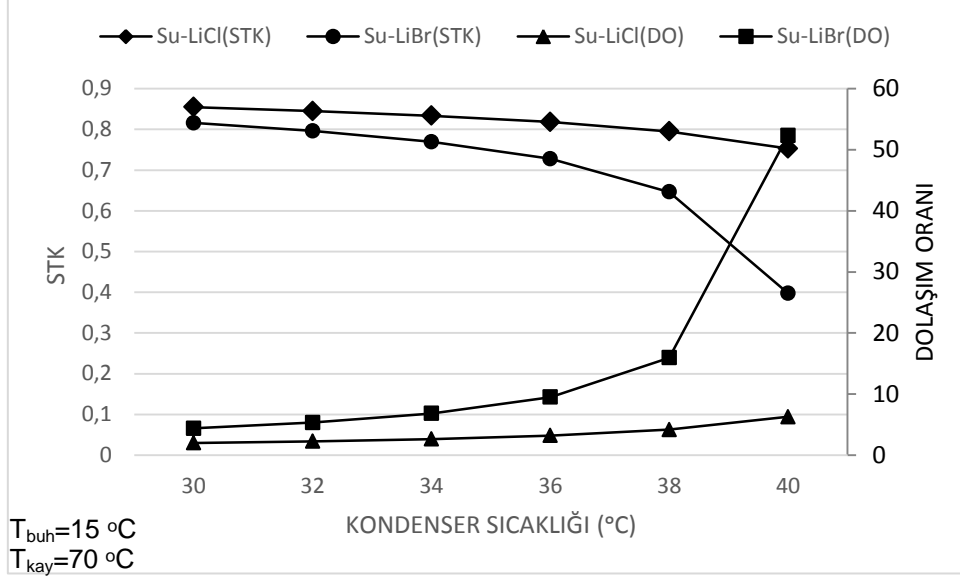
Şekil 7'de su-LiBr eriyiği ile su-LiCl eriyiğinin soğutma tesir katsayısının kaynatıcı sıcaklığı ile değişimi gösterilmektedir. Bu karşılaştırma yapılırken buharlaştırıcı sıcaklığı 15°C, kondenser sıcaklığı ise 40°C alınmış ve kaynatıcı sıcaklığı 70°C'den 80°C'ye kadar 2'şer derece artırılmıştır. Görüldüğü üzere kaynatıcı sıcaklığı arttıkça her iki akışkanın da soğutma tesir katsayısı artmaktadır. Su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre düşük sıcaklıklarda çok daha iyi performans gösterdiği, kaynatıcı sıcaklığı arttıkça STK'ların birbirine yaklaştığı fakat yine de su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre her bir kaynatıcı sıcaklığında daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Ayrıca su-LiCl eriyiğinin STK'sının genelde yatay bir seyir gösterdiği, su-LiBr eriyiğinin ise düşük kaynatıcı sıcaklığından daha büyük kaynatıcı sıcaklıklarına gidildikçe STK'sının su-LiCl eriyiğine göre daha fazla artış gösterdiği görülmektedir. Dolaşım oranına bakıldığında, yüksek kaynatıcı sıcaklıklarında dolaşım oranının birbirlerine yaklaştığı fakat düşük kaynatıcı sıcaklıklarında ise su-LiBr eriyiğinin dolaşım oranının su-LiCl eriyiğine oranla çok daha fazla artış gösterdiği ve her bir sıcaklık değerinde su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre daha az dolaşım oranına sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Kaynatıcı sıcaklığı- STK- DO değişimi

Şekil 8'de su-LiBr eriyiği ile su-LiCl eriyiğinin soğutma tesir katsayısının kondenser sıcaklığı ile değişimi gösterilmektedir. Bu karşılaştırma yapılırken buharlaştırıcı sıcaklığı 15°C, kaynatıcı sıcaklığı ise 70°C alınmış ve kondenser sıcaklığı 30°C'den 40°C'ye kadar 2'şer derece artırılmıştır. Görüldüğü üzere kondenser sıcaklığı arttıkça her iki akışkanın da soğutma tesir katsayısı azalmaktadır. Su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre yüksek sıcaklıklarda çok daha iyi performans gösterdiği, düşük kondenser sıcaklığında ise STK'ların birbirine yaklaştığı fakat yine de su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre her bir kondenser sıcaklığında daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Ayrıca su-LiCl eriyiğinin STK' sının genelde yatay bir seyir gösterdiği, su-LiBr eriyiğinin ise düşük kondenser sıcaklığından daha büyük kondenser sıcaklıklarına gidildikçe STK'sının su-LiCl eriyiğine göre daha fazla azalış gösterdiği görülmektedir. Dolaşım oranına bakıldığında, düşük kondenser sıcaklıklarında

dolaşım oranlarının birbirlerine yaklaştığı, fakat yüksek kondenser sıcaklıklarında su-LiBr eriyiğinin dolaşım oranının su-LiCl eriyiğinin dolaşım oranına göre çok daha fazla artış gösterdiği ve her bir sıcaklık değerinde su-LiCl eriyiğinin su-LiBr eriyiğine göre daha az dolaşım oranına sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 8. Kondenser sıcaklığı- STK - DO değişimi

## SONUÇ

Bu çalışmada düşük sıcaklıktaki ısı kaynağı ile tahrik olan ABS sistemlerinde su-LiCl ve su-LiBr eriyikleri hakkında bilgiler verilmiş, karşılaştırmalar yapılmış, ısı kaynağı sıcaklık değişimlerine göre ve ortam sıcaklıkları değişimlerine göre eriyiklerin performansları grafikler halinde sunulmuştur. Buna göre su-LiCl eriyiğinin STK değerlerinin su-LiBr eriyiğine göre bütün sıcaklık değerlerinde daha iyi performans gösterdiği, yine STK değerlerinin sıcaklık değişimlerinden daha az etkilendiği görülmüştür. Ayrıca su-LiCl eriyiğinin DO değerlerinin su-LiBr eriyiğine göre daha her bir sıcaklık değerinde daha düşük olduğu görülmüştür. Su-LiCl eriyiğinin STK değerlerinin oldukça üstün olmasına rağmen eriyiğin kristalizasyona yatkınlığı nedeniyle pek tercih edilmemektedir. Ayrıca bu eriyiğin yüksek kaynatıcı sıcaklıklarında kullanılması kristalizasyon riski nedeniyle oldukça risklidir. Su-LiCl eriyiği güneş enerjisi, jeotermal enerji gibi düşük kaynak sıcaklıkları kullanılarak konfor soğutması yapılabilecek durumlarda kullanımı oldukça uygundur. Fakat fabrika atık ısıları gibi yüksek sıcaklıklardaki atık ısı kaynaklarında kullanılan ABS sistemlerinde kullanımı pek de mümkün görünmemektedir. Buna karşılık STK değeri su-LiCl eriyiğine göre düşük fakat diğer kullanılan eriyiklere göre yüksek olan su-LiBr eriyiği, su-LiCl eriyiğine göre oldukça geniş kullanım aralıklarına sahip olup, yüksek ve düşük kaynak sıcaklıklarına sahip ısı kaynaklarında kullanılabilir. Sonuç olarak su-LiCl eriyiğinin düşük sıcaklıklarda kullanımı su-LiBr eriyiğine göre daha uygundur. Su-LiCl eriyiğinin kristalizasyon riski çözülebilirse piyasa satılan sürekli ABS sistemlerde yaygın olarak kullanılan su-LiBr eriyiği yerini alabilir.



## KAYNAKLAR

- [1] YAMANKARADENİZ, R., HORUZ, İ., KAYNAKLI, Ö., COSKUN, S., YAMANKARADENİZ, N. “Soğutma Tekniği ve Isı Pompası Uygulamaları (İkinci Baskı)”. Türkiye: DORA Yayıncılık, 2009
- [2] GROVER, G.S., EISA, M.A.S., HOLLAND, F.A. “Thermodynamic Design Data For Absorption Heat Pump Systems Operating On Water- Lithium Chloride-Part One. Cooling”. Heat and Recovery Systems. Cilt 8, Sayı 5, s419-423, 1988.
- [3] WON, S.H., LEE, W.Y. “Thermodynamic Design Data For Double-Effect Absorption Heat Pump Systems Using Water-Lithium Chloride –Cooling”. Heat and Recovery Systems. Cilt 11, Sayı 1, s41-48, 1991.
- [4] HORUZ, İ. “A Comparison Between Ammonia-Water And Water-Lithium Bromide Solutions In Vapor Absorption Refrigeration Systems”. International Communications in Heat and Mass Transfer. Cilt 25, Sayı 5, s711-721, 1998
- [5] PASAKKAYA, B. “Bir Konutun Isıtılması ve Soğutulmasında Güneş Enerjisi Kaynaklı Absorpsiyonlu Sistemlerin Kullanılması”, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 171-174, 2012.
- [6] KURTULMUŞ, N. “Absorpsiyonlu Sistemlerin Sanayiye Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014
- [7] <http://www.climatewell.com>. (Erişim tarihi:02.01.2015).

## ÖZGEÇMİŞ

### Nazım KURTULMUŞ

1986 yılı Mersin doğumludur. 2009 yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden 2014 yılında Yüksek Makine Mühendisi unvanını almıştır. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde doktora eğitimine devam etmektedir. 2012 yılından itibaren Adana Bilim Ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir. Soğutma sistemleri, ısı değiştiricileri çalışma konularında çalışmaktadır.

### İlhami HORUZ

1967 yılı Erzincan doğumludur. 1988 yılında Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü'nü bitirmiş ve aynı bölümde araştırma görevlisi olarak akademik hayata başlamıştır. Aynı Üniversiteden 1990 yılında Yüksek Mühendis ve İskoçya'daki Syrathclyde Üniversitesi'nden de 1994 yılında Doktor unvanını almıştır. Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü'nde 2000 yılında Doçent ve 2007 yılında da Prof. Dr. unvanlarını almıştır. 2004 yılında 3 ay ve 2007 yılında ise 3 yıl NATO Bursu'yla misafir Profesör olarak Amerika'da çeşitli üniversitelerde bulunmuş, araştırma gruplarında yer almış ve dersler vermiştir. 2012 yılı Haziran ayında, Uludağ Üniversitesi'nden, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü'ne Profesör olarak nakil olmuş ve aynı bölümde görevine devam etmektedir.

