

10192

T. C.
ULUDAG ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDEN
AMONYAK - SU ÇİFTİ İLE
LİTYUM BROMÜR - SU ÇİFTİNİN
MUKAYESESİ

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümanizasyon Merkezi

YÜKSEK LİSANS TEZİ

10192

İLHAMİ HORUZ

BURSA , AĞUSTOS 1990

T. C.
ULUDAG ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDEN
AMONYAK - SU ÇİFTİ İLE
LİTYUM BROMÜR - SU ÇİFTİNİN
MUKAYESESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Y. Ö.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

İLHAMİ HORUZ

Sınav Günü : 31. 08. 1990
Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Recep YAMANKARADENİZ
Prof. Dr. Mehmet KIRBIYIK
Doç. Dr. Muhiddin CAN

BURSA , AĞUSTOS 1990

ABSTRAKT

Buhar Sıkıştırılmalı Mekanik Soğutma Sistemindeki mekanik işlemin yerini, absorpsiyonlu soğutma sisteminde fiziko-kimyasal işlemler almıştır. Soğutma elde etmek için, buhar sıkıştırılmalı mekanik soğutma sistemindeki mekanik ve elektrik enerjisi yerine absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde ısı enerjisi kullanılmaktadır.

Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde amonyak-su çifti ve lityum bromür-su çifti yaygın olarak kullanılmaktadır. Araştırmalar lityum bromür-su çiftinin, amonyak-su çiftine nazaran daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Lityum bromür-su çiftinin bütün avantajlarına rağmen, dezavantajları kristalizasyon tehlikesi ve soğutucu akışkanın su olmasından dolayı çok düşük sıcaklıklara inilememesidir.

ABSTRACT

Mechanical process in Vapour Compression System is replaced by the physico-chemical processes in Absorption Refrigeration System. In order to obtain refrigeration, the heat energy is used in Absorption Refrigeration System instead of using the mechanical and electrical energy in Vapour Compression System.

Ammonia-water and lithium bromide-water solutions in Absorption Refrigeration System are widely used. Research studies have shown that the lithium bromide-water solution has provided the better results than the ammonia-water solution. In spite of all the advantages of the lithium bromide-water solution, disadvantages are the danger of crystallization and impossibility of working in very low temperatures because of the use of water as refrigerant.

ÖNSÖZ

Absorbsiyonlu soğutma sistemleri, 1950' li yıllarda bulunmuş olmasına rağmen, daha sonraları kompresörlerin geliştirilmesi ile unutulmuş olup, günümüzde tekrar önem kazanmışlardır.

Soğutma elde etmek için, buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma sistemindeki mekanik ve elektrik enerjisi yerine, absorbsiyonlu soğutma sistemlerinde ısı enerjisi kullanılmaktadır. Bunun sağlamış olduğu avantajlarla çeşitli endüstriyel tesislerdeki atık ısı enerjisinin değerlendirilmesi ve tükenmez bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin kullanılması yoluyla enerjinin pahalı olduğu günümüzde absorbsiyonlu soğutma sistemleri daha ekonomik olur.

Tez çalışmam esnasında, benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Recep YAMANKARADENİZ' e ve Doç. Dr. Muhiddin CAN' a, Dr. Abdulvahap YIGIT' e, ayrıca katkılarından dolayı bütün öğretim elemanlarına ve mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İLHAMİ HORUZ

Ağustos - 1990

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ABSTRAKT	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
TERİMLER VE SEMBOLLER	vi
İNDİSLER	vii
1. GİRİŞ	1
1. 1. Giriş	1
1. 2. Soğutma Sistemleri	1
1. 3. Buhar Sıkıştırırmalı Mekanik Soğutma Sisteminin Tanıtılması	2
1. 4. Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Tanıtılması	3
1. 5. Konu ile ilgili Önceki Çalışmalar	7
1. 6. Çalışmanın Amacı	11
2. TERMODİNAMİK ANALİZ	13
2. 1. Termodinamik Çevrim Analizi	13
2. 1. 1. Tersinir Absorbsiyonlu Soğutma Çevriminin Soğutma Tesir Katsayısı	14
2. 2. 2. Teorik Absorbsiyonlu Soğutma Çevriminin Soğutma Tesir Katsayısı	16
3. AKIŞKAN ÇİFTLERİNİN ÖZELİKLERİ	26
3. 1. Soğutucu ve Soğurucu Akışkan Özellikleri	26
3. 2. Akışkan Çiftlerinin Tanıtılması	27
3. 2. 1. Amonyak-su Eriyiğinin Tanıtılması	27
3. 2. 2. Lityumbromür-su Eriyiğinin Tanıtılması	29
3. 2. 2. 1. Kristalizasyon	30
3. 2. 2. 2. Kristalleşmenin Önlenmesi	31
3. 3. Akışkan Çiftlerinin Hal Denklemleri	32
3. 3. 1. Lityumbromür-su Çiftinin Hal Denklemleri ..	32
3. 3. 1. 1. Suyun Hal Denklemleri	32
3. 3. 1. 2. Lityumbromür-su Eriyiğinin Hal Denklemleri	33

3. 3. 2. Amonyak-su Çiftinin Hal Denklemleri	35
3. 3. 2. 1. Amonyagın Hal Denklemleri	35
3. 3. 2. 2. Amonyak-su Eriyiğinin Hal Denklemleri ..	37
4. ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN HESAP TEKNİKLERİ	40
4. 1. Bilinen Klasik Yolla (Diyagramlar yardımıyla) Hesap Yöntemi	40
4. 1. 1. Lityumbromür-su Eriyiği Kullanan Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Diyagramlar Yardımıyla Hesabı	40
4. 1. 2. Amonyak-su Eriyiği Kullanan Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Diyagramlar Yardımıyla Hesabı	45
4. 2. Bilgisayar Yardımıyla Hesap Yöntemi	50
4. 2. 1. Lityumbromür-su Eriyiği Kullanan Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Bilgisayar Yardımıyla Hesabı	50
4. 2. 2. Amonyak-su Eriyiği Kullanan Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Bilgisayar Yardımıyla Hesabı	55
5. SONUÇ VE İRDELEME	61
TARTIŞMA VE SONUÇ	98
ÖZET	106
KAYNAKLAR	107
EKLER	112
Ek1 : Şekiller	
Ek2 : Tablolar ve Diyagramlar	
Ek3 : Bilgisayar Programı	

TERİMLER VE SEMBOLLER

- q : Birim kütle başına ısı kapasitesi (kJ/kg) (kcal/kg)
Q : Isı kapasitesi (kW) (kcal/h)
U : İç Enerji (kW) (kcal/h)
W : Birim zamanda yapılan iş (kW) (kcal/h)
s : Entropi (kJ/kg K)
m : Kütleli debi (kg/s)
T : Sıcaklık (°C) (K)
K_y : Kayıp iş (kW) (kcal/h)
T₀ : Çevre sıcaklığı (°C)
STK : Soğutma Tesir Katsayısı
(STK)_{ter} : ideal soğutma tesir katsayısı
x : Kuruluk derecesi
h : Antalpi (kJ/kg)
P : Basınç (kPa)
TCR : Kristalizasyon sıcaklığı (K)
X : Konsantrasyon
P_d : Doyma basıncı (kPa)
T_d : Doyma sıcaklığı (°C)
KV : Kısılma vanası
P_{üst} : Üst basınç (Yoğuşturucu basıncı) (kPa)
P_{alt} : Alt basınç (Buharlaştırıcı basıncı) (kPa)
h_b : Doymuş buhar antalpisi (kJ/kg)
h_s : Doymuş sıvı antalpisi (kJ/kg)
ε : Soğutma devresi eşanjörü etkenliği
T_y : Yoğuşturucu sıcaklığı (°C)
T_b : Buharlaştırıcı sıcaklığı (°C)
T_k : Kaynatıcı sıcaklığı (°C)
T_a : Absorber sıcaklığı (°C)

İNDİSLER

ABS : Absorber

BUH : Buharlaştırıcı (Evaporatör)

YOG : Yoğurturucu (Kondenser)

KAY : Kaynatıcı



I. B Ö L Ü M

G i R i Ő

1. 1 GİRİŞ

Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin, genel soğutma sistemleri sınıflandırılmasındaki yerinin tespiti ve Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin esasını teşkil eden Buhar Sıkıştırırmalı Mekanik Soğutma sisteminden kısaca bahsetmek gerekir.

1. 2 SOĞUTMA SİSTEMLERİ

Soğutmanın amacı kapalı bir mahalde, çevre sıcaklığının altında sıcaklıklar elde etmek ve bu düşük sıcaklığı sürekli olarak muhafaza etmektir. Soğutma yapabilmek için mahalın ısıısını çekmek gerekir ve bunun için de daha soğuk olan bir soğutucu madde kullanılır. Soğutucu madde genellikle bir akışkandır ve soğutucu akışkan olarak adlandırılır. Soğutucu akışkan düşük basınç ve sıcaklıkta buharlaştırılır, buharlaşma ısıısını akışkan dışındaki çevreden alır ve çevrenin soğumasına sebep olur.

Soğutma sistemleri açık değışim ve kapalı çevrim olarak ikiye ayrılır[56]:

Açık değışim;

- a-) Eriyik teşkili
- b-) Basınçlı gazların genişletilerek sıvılaştırılması
- c-) Suyun hava içinde buharlaşması

Kapalı çevrim;

- a-) Buhar Sıkıştırırmalı Mekanik Soğutma Sistemi
- b-) Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi
- c-) Adsorbsiyonlu Soğutma Sistemi
- d-) Havalı Soğutma Sistemi
- e-) Buhar-Jet Sistemli Soğutma Çevrimi
- f-) Termo Elektrik Sistemli Soğutma Çevrimi

Bu çalışmanın amacını teşkil eden Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi'nin incelenmesine geçmeden evvel çalışmamıza basamak teşkil eden Buhar Sıkıştırırmalı Mekanik Soğutma Çevrimini kısaca tanıtmak gerekir.

1. 3 BUHAR SIKIŞTIRMALI MEKANİK SOĞUTMA SİSTEMİNİN TANITILMASI

En sık uygulanmakta olan bu tip soğutma sisteminde; sıvı halden buhar hale geçmekte olan soğutucu akışkanı içinde bulunduran Evaporatör(buharlaştırıcı), evaporatörde buharlaşan soğutucu akışkanı alçak basınç tarafından emerek yüksek basınç tarafındaki kondensere basan bir Kompresör, soğutucu akışkan daki ısıyı alıp onu sıvılaştıran bir Kondenser (yoğusturucu) ile sıvılaşan soğutucu akışkanın toplanabileceği bir Sıvı Deposu (receiver) ve soğutucu akışkanın evaporatöre yani alçak basınç tarafına ölçülü ve gereken miktarlarda verilmesini sağlayabilen bir Kısılma vanası (expansion valf) bulunmaktadır[2].

Soğutucu akışkan olarak eskiden büyük tesislerde amonyak (NH_3), küçük tesislerde metilklorür (CH_3Cl) ve gemilerde karbondioksit (CO_2) kullanılırdı. Günümüzde CO_2 ve CH_3Cl tamamen terkedilmiştir ve genel olarak flüorlanmış hidrokarbonlar (freon) yaygın şekilde kullanılır.

Buhar sıkıştırırmalı mekanik soğutma sisteminde, kompresörde çevrim üst basıncına kadar sıkıştırılan doymuş

buhar veya kızgın buhar fazındaki soğutucu akışkan yoğunlaştırucuda sabit basınçta ısı vererek yoğunlaşır. Yoğunlaştırucuda dışarı atılan bu ısı hava veya su kullanılarak soğutucu akışkandan çekilir. Yoğunlaştırucudan doymuş sıvı veya sıkıştırılmış sıvı fazında çıkan soğutucu akışkan, bir genişleme valfinden geçerek çevrim alt basıncında bulunan buharlaştırıcıya girer. Buharlaştırıcıya giren soğutucu akışkan burada sıvı fazdan buhar fazına geçmesi için gerekli olan gizli ısıyı soğutulması istenilen ortamdaki çekerek. Bu işlem esnasında soğutucu akışkan sabit basınçta hal değişimine uğrayarak doymuş buhar veya kızgın buhar fazında buharlaştırıcıyı terk eder. Buharlaştırıcıdan çıkan soğutucu akışkan tekrar kompresöre girer. Böylece çevrim devam eder. Şekil 1.1-a ' da buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemi şematik olarak gösterilmiştir.

1.4 ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNİN TANITILMASI

Absorbsiyonlu soğutma sistemi, buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemine oldukça benzerdir. Soğutma yükü, soğutucu akışkanın buharlaştırıcıda buharlaşmasıyla karşılanır. Buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma çevrimindeki mekanik işlemin yerini, absorbsiyonlu soğutma sisteminde fiziko kimyasal işlemler almıştır. Mekanik kompresör yerine absorbsiyonlu soğutma sisteminde termik kompresör kullanılmaktadır (Şekil 1.1). Soğutma elde etmek için, buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemindeki mekanik ve elektrik enerjisi yerine absorbsiyonlu soğutma sistemlerinde ısı enerjisi kullanılmaktadır. Bunun sağlamış olduğu avantajlarla çeşitli endüstriyel tesislerdeki atık ısı enerjisinin değerlendirilmesi ve tükenmez bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin kullanılması yoluyla enerjinin pahalı olduğu günümüzde absorbsiyonlu soğutma sistemleri daha ekonomik olur. Absorbsiyonlu soğutma sistemlerinin, dış hava sıcaklığının yüksek olduğu yörelerde ve büyük tesislerde kullanılması çok uygundur.

Absorbsiyonlu soğutma çevriminde iki farklı akışkan dolaşır. Bunlardan birisi soğutucu akışkandır. Bu akışkan buharlaştırıcıda buharlaşarak soğutma yükünün ortamdaki çekilmesini sağlar. Diğer akışkan, yutucu (absorbent veya soğurucu) akışkandır. Bu akışkan çevrimin belirli bir kısmında soğutucu akışkanı taşır. Şekil 1. 1-b' den görüleceği üzere, soğutma sistemini meydana getiren başlıca elemanlar kaynatıcı, yoğunlaştırıcı, buharlaştırıcı, absorber ve eriyik eşanjörü (ekonomizer) olarak tanımlanır. Soğutucu akışkan, soğutma sisteminin her tarafında dolaşır. Yutucu akışkan ise sadece kaynatıcı, absorber ve eriyik eşanjörü arasında dolaşır.

Absorbsiyonlu Soğutma sistemlerinde kullanılan birçok soğutucu akışkan çifti vardır. Fakat günümüzde pratikte kullanılan başlıca akışkan çiftleri şunlardır;

- a-) Soğutucu akışkan olarak Amonyak, yutucu akışkan olarak Su-amonyak eriyiği
- b-) Soğutucu akışkan olarak Amonyak, yutucu akışkan olarak Su-amonyak ve hidrojen eriyiği
- c-) Soğutucu akışkan olarak Su, yutucu akışkan olarak LiBr-su eriyiği
- d-) Soğutucu akışkan olarak Dichloromethane, yutucu akışkan olarak Demethoxytetraethylene glycol eriyiği
- e-) Soğutucu akışkan olarak Amonyak, yutucu akışkan olarak Sodyum thiocyanate (NaSCN) ve amonyak eriyiği

Açık çevrimli absorbsiyonlu soğutma sistemlerinde kullanılan akışkan çiftleri ise şunlardır;

- a-) Soğutucu akışkan olarak Su, yutucu akışkan olarak Lithium chloride-su eriyiği
- b-) Soğutucu akışkan olarak Su, yutucu akışkan olarak Triethylene glycol-su eriyiği

Son yıllarda absorbsiyonlu soğutma sistemlerinde kullanılan en önemli akışkan çiftleri olarak LiBr-su ve Amonyak-su göze çarpmaktadır.

Bu çalışmada LiBr-su ve Amonyak-su çiftleri seçildiği için; burada sözkonusu olan çiftlerin çalışma prensipleri hakkında kısaca bilgi vermek uygun görülmüştür.

Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin çalışma prensibi şöyledir; absorberden çıkıp bir pompa vasıtasıyla ısı değiştiricisinden geçerek ısınan LiBr bakımından fakir eriyik kaynatıcıya gelir. Burada, dışardan verilen ısıyla, soğutucu akışkan buharının tamamı buharlaşarak eriyikten ayrılır. Buharlaşarak kaynatıcıyı terkeden soğutucu buharı, yoğuşturucuya girer. Kaynatıcıda eriyik içinden soğutucu buharının ayrılmasıyla LiBr bakımından zenginleşen eriyik (zengin eriyik), ısı değiştiricisinden geçip, fakir eriyiğe ısı verdikten sonra absorbere geri döner. Kaynatıcıdan buharlaşarak yoğuşturucuya giren soğutucu buharı burada yoğunlaşarak dışarıya ısı atar. Yoğuşma basıncı, izafi olarak buharlaşma basıncından büyüktür. Her iki basınç mutlak olarak atmosfer basıncının altındadır. Basınç kayıpları düşünülmezse, kaynatıcı yoğuşturucu basıncında, absorber ise buharlaştırıcı basıncındadır. Yoğuşturucudan tamamen yoğunlaşmış olarak çıkan soğutucu akışkan, izafi olarak düşük basınçta çalışan buharlaştırıcıya girmeden evvel bir kısılma vanasından geçirilir. Buharlaştırıcıya kısılarak giren soğutucu akışkan, burada buharlaşarak, buharlaşma için gerekli ısıyı soğutulan ortamdan çeker. Buharlaştırıcıdan doymuş buhar veya kızgın buhar fazında çıkan soğutucu akışkan absorbere girer. Absorberde, ısı değiştiricisinden geçip ısı verdikten sonra bir kısılma vanasında absorber basıncına kısılan zengin eriyik, buharlaştırıcıdan gelen soğutucu buharını yutar (absorbe eder). İşlem esnasında ısı açığa çıkar. Yutma işleminin iyi bir şekilde gerçekleşmesi için, açığa çıkan ısının, absorberden atılması gerekir. Absorber içinde tekrar LiBr bakımından fakir hale gelen eriyik (fakir eriyik), bir pompa vasıtasıyla tekrar kaynatıcıya gönderilir. Isı kayıplarını azaltmak için, absorberden kaynatıcıya gönderilen fakir eriyik, kaynatıcıdan dönen zengin eriyik tarafından bir ısı değiştiricisinde ısıtılır.

Amonyak-su çifti ile çalışan absorpsiyonlu soğutma makinasının çalışma prensibi şöyledir; absorberden çıkıp bir pompa vasıtasıyla ısı değiştiricisinden geçerek ısınan amonyak bakımından zengin eriyik kaynatıcıya gelir. Burada, dışardan verilen ısıyla, soğutucu akışkan buharının tamamı buharlaşarak eriyikten ayrılır. Buharlaşarak kaynatıcıyı terkeden amonyak buharı, yoğunlaştırucuya girer. Kaynatıcıda eriyik içinden amonyak buharının ayrılmasıyla amonyak bakımından fakirleşen eriyik (fakir eriyik), ısı değiştiricisinden geçip, zengin eriyige ısı verdikten sonra absorbere geri döner. Kaynatıcıdan buharlaşarak yoğunlaştırucuya giren amonyak buharı burada yoğunlaşarak dışarıya ısı atar. Yoğunlaştırucudan doymuş sıvı veya sıkıştırılmış sıvı fazında çıkan amonyak bir kısılma vanası yardımıyla buharlaştırıcı basıncına genişletilir. Buharlaştırıcıda buharlaşırken buharlaşma için gerekli olan ısıyı soğutulan ortamdaki çeker. Buharlaştırıcıdan doymuş buhar veya kızgın buhar fazında çıkan amonyak buharı absorbere girer. Absorberde, ısı değiştiricisinden geçip ısı verdikten sonra bir kısılma vanasında absorber basıncına kısılan fakir eriyik, buharlaştırıcıdan gelen amonyak buharını yutar (absorbe eder). İşlem esnasında ısı açığa çıkar. Yutma işleminin iyi bir şekilde gerçekleşmesi için, açığa çıkan ısının absorberden atılması gerekir. Absorber içinde tekrar amonyak bakımından zengin hale gelen eriyik (zengin eriyik), bir pompa vasıtasıyla tekrar kaynatıcıya gönderilir. Isı kayıplarını azaltmak için, absorberden kaynatıcıya gönderilen zengin eriyik, kaynatıcıdan dönen fakir eriyik tarafından bir ısı değiştiricisinde ısıtılır.

Görüldüğü üzere pompaya verilen küçük bir enerji haricinde, absorpsiyonlu soğutma sisteminin çalışması için dış bir mekanik enerjiye ihtiyaç yoktur. Kaynatıcıda verilen ısı enerjisi ile sistem çalışır. Absorpsiyonlu soğutma sisteminde, soğutucu akışkan iki kere buharlaştırılıp yoğunlaştırılmaktadır. Oysa Buhar Sıkıştırırmalı Mekanik Soğutma Sisteminde bu işlem bir kere olur. İlave buharlaşma-yoğuşma, mekanik enerjinin yerini alan fiziko-kimyasal bir işlemdir. Absorpsiyonlu Soğutma Sistemindeki kaynatıcı ve absorber, Buhar Sıkıştırırmalı

Mekanik Soğutma Sistemindeki kompresörün yerini almıştır (Şekil 1. 1).

Çeşitli firmalar tarafından üretilen farklı tiplerde Absorbsiyonlu Soğutma Makinaları vardır. Ek 1 Şekil 7'de ARKLA firması tarafından üretilen dört ayrı bölmeli soğutma makinasının şematik görünüşü verilmiştir. Ek 1 Şekil 8' de TRANE firması tarafından üretilen iki bölmeli soğutma makinası, Eki Şekil 9' da CARRIER firması tarafından üretilen soğutma makinası görülmektedir. İki bölmeli sistemlerde kaynatıcı ve yoğunlaştırıcı ayrı, buharlaştırıcı ve absorber ise ayrı bir bölme içinde bulunmaktadır[63].

1. 5 KONU İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İlk defa Michael Faraday tarafından bir asırdan fazla bir zaman önce, Amonyagi (NH_3) yoğunlaştırma denemeleri sırasında keşfedilen Absorbsiyon prensibi, daha sonra bir soğutma çevrimi olarak uygulanıp bundan yararlanılmaya başlanmıştır. Faraday'ın Ek 1 Şekil 10' da gösterilen deney aygıtı, absorbsiyonlu soğutma sisteminin kavranması bakımından ilginçtir. Deneyin birinci kısmında amonyaga karşı aşırı bir emiciliği olan, amonyakla doyurulmuş gümüş klorür ısıtılırken deney tüpünün karşı ucu soğutma suyuna daldırılmış vaziyette tutulur. Kısa süre sonra, deney tüpünün soğutulan ucunda amonyagin yoğunlaşarak birikmeye başladığı görülür. Isıtılan uçtan amonyak tamamıyla soğutulan uca geçip sıvı halde toplandıktan sonra deneyin ikinci kısmına geçilir. Isıtma işlemi durdurulup soğutma suyu alınır. Çok kısa bir süre içerisinde, deney tüpünün soğutulan ucunda yoğunlaşmış olan sıvı amonyagin kaynamaya başladığı ve tüpün bu kısmının aşırı derecede soğuduğu görülür. Bu olay, sıvı amonyak tamamen buharlaşıp gümüş klorür tarafına taşınıncaya kadar sürer. Deney tekrarlandığında aynı olayların tekrar oluştuğu görülür. Burada, gümüş klorür yutucu akışkan, amonyak da soğutucu akışkan rolünü oynamaktadır. Faraday deney aygıtında soğutma işlemi sürekli değildir, pratik uygulama için sonradan bunun giderilmesi gerekmiştir[2].

Amonyak-su çifti ile çalışan ilk absorpsiyonlu soğutma makinası Ferdinand Carre tarafından 1859 yılında yapılmıştır.

Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde kullanılan ikili karışımlar üzerinde tam bir araştırma 1913 yılında Edmund Altenkirch tarafından yapılmıştır. 1979 yılında LOWELL A. McNEELY, LiBr-su akışkan çiftinin fiziksel ve termodinamik özelliklerini tablo ve diyagramlar halinde yayınlamıştır[29].

S. SCHULZ, birtakım boyutsuz sayıları baz alarak amonyakın sıvı ve gaz fazları için Gibs fonksiyonlarını ve denklemlerdeki katsayıları vermiştir[10,44].

1984 yılında H. Perez-Blanco, değişik tiplerdeki eriyikler için absorpsiyonlu ısı pompası performansını incelemiştir. Absorpsiyonlu ısı pompalarına ilginin artması yeni akışkanların araştırılmasına vesile olmuştur. Bu sebeple H.Perez-Blanco bu çalışmada amonyak içeren hangi tip eriyiğin optimum ısıl performans vereceğini araştırmak için, eriyikleri basit bir ısı pompası modeline uygulamıştır[6].

P. H. G. VAN KASTEREN amonyak-su karışımlarının 70 K ile 300 K arasındaki kristalizasyon davranışı ve kalorik özelliklerini incelemiş, amonyak-su karışımlarını araştırmış ve belirtilen sıcaklıklarda konsantrastona bağlı olarak erime noktalarını ve kristalizasyon sıcaklığına bağlı olarak spesifik ısı değişimini grafik halinde göstermiştir[36].

Burgess H. Jennings, amonyak-su karışımının termodinamik özelliklerini incelemiş, basınç ve konsantrasyona bağlı olarak amonyak-su karışımının sıcaklık, doymuş sıvı fazındaki antalpisi ve doymuş buhar fazındaki antalpisini tablo halinde (doymuş haller tablosu) vermiştir. Bu tablo Ek 2.' de Tablo 5. olarak sunulmuştur[16].

S. C. G. SCHULZ, amonyak-su karışımının ve saf amonyakın sıvı ve gaz fazında Gibs fonksiyonlarını ve denklemlerdeki katsayıları vermiştir[10,44].

1985 yılında G. Grossman ve E. Michelson, absorpsiyonlu sistemlerin standart bir kompüter simülasyonunu yapmış ve absorpsiyonlu sistemler için çeşitli çevrim konfigrasyonlarında çözüm veren standart bir kompüter simülasyonu geliştirmiştir. Bu program Lityum bromür-su ve amonyak-su eriyiği kullanan tek kademeli ve çift kademeli absorpsiyonlu sistemlerde test edilmiş ve sonuçlar deneysel verilerle karşılaştırılmıştır[41].

1985 yılında M. McLinden ve R. Radermacher absorpsiyonlu ısı pompalarında amonyak-su ve amonyak-lityum bromür-su karışımı soğutucu akışkan çiftini deneysel olarak karşılaştırmış, amonyak-su ve amonyak-su-lityum bromür eriyiği kullanan absorpsiyonlu ısı pompası performanslarını kıyaslamıştır[58].

M. A. R. EISA, S. DEVOTTA ve F. A. HOLLAND 1985 yılında Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu bir soğutma makinasında ısı değiştiricisi performansını incelemiş, Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu bir soğutma makinasında ısı değiştiricisi etkenliğinin, soğutma kapasitesi ve akış oranının artmasıyla azaldığını göstermiştir. Deneyler akış oranının dokuz değeri ve soğutma kapasitesinin altı derecesi için tatbik edilmiştir. Bu deneylerde kullanılan deneysel absorpsiyonlu soğutma makinasının sistematik diyagramı Ek 1.'deki Şekil 11'de gösterilmiştir[33].

P. Bourseau ve R. Bugarel 1986 yılında absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde NH_3-H_2O ve $NH_3-NaSCN$ soğutucu akışkan çiftlerinin performanslarının kıyasını yapmışlar ve bu çiftlerin hal denklemlerini sunarak bu denklemlerdeki katsayıları vermişlerdir[7].

1987 yılında Levent Özal, Ö. Ercan Ataer ve Yalçın Gögüş, amonyak soğutuculu, su soğuruculu sistemin simülasyonunu yapmışlardır. Analizi yapılan sistemde performans katsayısı ve dolaşım oranının, ayırıcı, soğurucu ve buharlaştırıcı sıcaklıklarıyla değişimlerini incelemişlerdir. Ayrıca bu çalışmada ısı değiştirgeçlerindeki tersinmezlikler ve sistemdeki basınç

kayıpları dikkate alınarak, sistemin performans katsayısını artırmak için zengin karışımın bir miktarı soğurucu çıkışından ayrılarak ayırıcıya verilmiştir[11].

1988 yılında M. R. Patterson ve H. Perez-Blanco, Lityum bromür-su eriyiğinin termodinamik ve taşınım özelliklerinin kompüter yardımıyla sayısal uydurulmasını sunmuşlardır[37].

1988 yılında Ö. Ercan Ataer ve Yalçın Gögüş, amonyak-su soğurmalı sistemlerin analizini yapmış ve ısıl süreçlerdeki tersinmezlikleri karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, önce amonyak-su soğurmalı soğutma sisteminin termodinamik analizi yapılmıştır. Analizi yapılan soğutma sistemi yoğunlaştırıcı, buharlaştırıcı, soğurucu, pompa, genleşme vanaları, ayırıcı ile eriyik ısı değiştirgeci, soğutkan ısı değiştirgeci ve üst ayırıcıdan oluşmaktadır. Analizde soğutma etkinliği ve dolaşım oranının, ayırıcı, soğurucu ve buharlaştırıcı sıcaklıkları ile değişimlerini incelemişlerdir. İşlerlik(energy) analizinde içeren çalışmada benzetişim hesaplarıyla boyutsuz tersinmezliklerin parametrelerle değişimleri elde edilmiştir. Grafikler halinde verilen sonuçlar literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılmıştır[62].

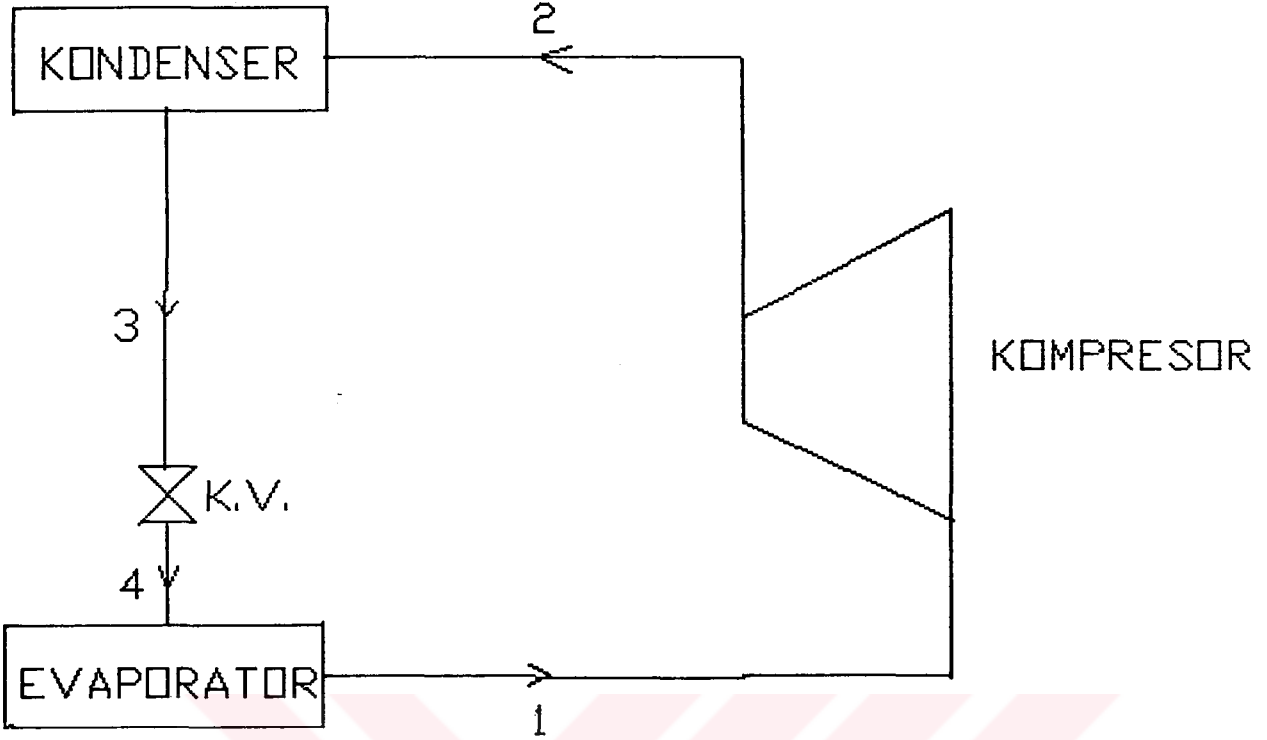
1989 yılında Abdülvahap Yigit, Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin simülasyonu adlı bir çalışma yapmış, bu çalışmasında absorbsiyonlu soğutma sistemi elemanlarını ayrı ayrı modelleyerek tüm sistemin simülasyonunu yapmıştır. Özellikle absorber üzerinde durduğu bu çalışmasında soğutucu akışkan çifti olarak Lityum bromür-su çiftini almıştır.[63]

1. 6 ÇALIŞMANIN AMACI

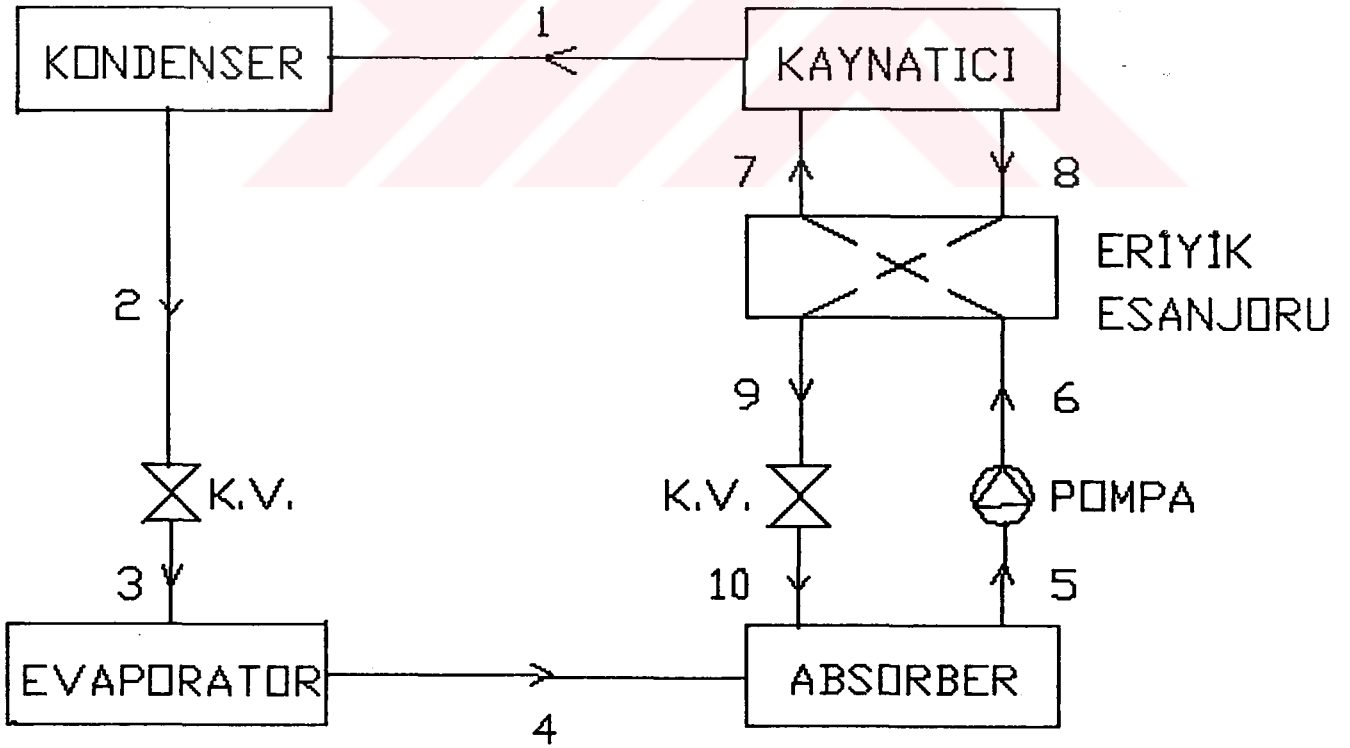
Çalışmanın amacı, absorpsiyonlu soğutma sisteminin, genel soğutma sistemleri sınıflandırılmasındaki yerinin belirlenmesi, ana elemanlarının tanıtılması, çalışma prensiplerinin anlatılması yanında bu sistemlerde kullanılan soğutucu akışkan çiftlerinden amonyak-su çifti ile lityum bromür-su çiftinin kıyaslanmasıdır.

Bölüm 1. 2' deki literatür araştırmasından da görüleceği üzere, Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri üzerinde yapılan deneysel ve teorik çalışmalar oldukça fazla olmasına rağmen, bu sistemlerde çok yaygın olarak kullanılan soğutucu akışkan çiftlerinden amonyak-su çifti ve lityum bromür-su çifti hakkında detaylı bir araştırmaya ve bu iki soğutucu akışkan çiftinin birbirlerine göre kıyaslanmasına rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada, kısaca Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri tanıtılıp, bu sistemlerde kullanılan soğutucu akışkanlardan bahsedildikten sonra, amonyak-su çifti ve lityum bromür-su çifti üzerinde detaylı olarak durulmuştur. Bu iki soğutucu akışkan çiftinin, gerek diyagramlardan ve gerekse bilgisayar yardımıyla hal denklemlerinden özelliklerinin nasıl bulunacağı ve bu özelliklerin hesaplarda ne şekilde kullanılacağından bahsedilmiştir. Bilgi-işlem programıyla her iki akışkan çifti için çizilen diyagramlar yardımıyla, bu iki soğutucu akışkan çifti kıyaslanmıştır.



(a) : Buhar Sıkıştırırmalı Mekanik Soğutma Sistemi



(b) : Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi

Sekil 1. 1 Buhar Sıkıştırırmalı ve Absorbsiyonlu Soğutma Sistemlerinin Sematik Gösterimleri

2. B Ö L Ü M

T E R M O D İ N A M İ K A N A L İ Z

2. 1 T E R M O D İ N A M İ K Ç E V R İ M A N A L İ Z İ

Absorbsiyonlu soğutma sistemi, ideal Carnot çevrimi olarak düşünüldüğünde, termodinamik sistemin analiz edilmesi için termodinamiğin birinci ve ikinci kanunlarının yazılması gerekir. Genel halde çevrim için termodinamiğin birinci kanunu,

$$\delta Q_i - \delta W = dE \quad (2. 1)$$

şeklindedir. Burada, dE ; sistem sınırları içindeki enerji değişimi, δQ_i ; toplam ısı giriş ve çıkışı ve δW ; toplam iş alışverişidir.

Termodinamiğin ikinci kanunu ise,

$$dS = \sum \frac{Q_i}{T_i} + \frac{K_y}{T_o} \quad (2. 2)$$

dir. Burada, dS ; sistem sınırları içindeki entropi değişimi, T_i ; bölge (eleman) sıcaklığını, T_o ; çevre sıcaklığını ve K_y ; kayıp işi göstermektedir.

Bir soğutma sisteminde, olay bir çevrim boyunca gerçekleştiğinden, $dE = dS = 0$ olur. Eriyik pompasının işi ihmal edilirse ($W_p = 0$), Şekil 1. 1-b' deki sisteme göre I.kanun,

$$Q_{KAY} + Q_{BUH} + Q_{ABS} + Q_{YOĞ} = 0 \quad (2. 3)$$

şeklini alır.

Yine Şekil 2. 1'e göre II. kanun yazılacak olursa;

$$\frac{Q_{KAY}}{T_{KAY}} + \frac{Q_{BUH}}{T_{BUH}} + \frac{Q_{ABS}}{T_{ABS}} + \frac{Q_{YOĞ}}{T_{YOĞ}} + \frac{K_y}{T_o} = 0 \quad (2. 4)$$

olur.

Bu soğutma sisteminin termodinamik olarak mümkün olabilmesi için soğutma sistemi, (2. 3) ve (2. 4) eşitliklerini sağlamalı ve (2. 4) eşitliğindeki kayıp iş (K_y) pozitif değer olmalıdır.

2. 1. 1 TERSİNİR ABSORBSİYONLU SOĞUTMA ÇEVİRİMİNİN SOĞUTMA TESİR KATSAYISI

ideal absorbsiyonlu soğutma çevriminin soğutma tesir katsayısı,

$$STK = \frac{Q_{BUH}}{Q_{KAY}} \quad (2. 5)$$

bağıntısıyla tarif edilir.

Tersinir ideal bir çevrim için kayıp işin sıfır olduğu düşünülerek, (2. 3) ve (2. 4) eşitlikleri şu şekilde düzenlenebilir;

$$1 + x + y + z = 0 \quad (2. 6)$$

$$1 + ax + by + cz = 0 \quad (2. 7)$$

Burada, $x = \frac{Q_{BUH}}{Q_{KAY}}$, $y = \frac{Q_{ABS}}{Q_{KAY}}$, $z = \frac{Q_{YOĞ}}{Q_{KAY}}$

şeklindedir. Ayrıca, $a = \frac{T_{KAY}}{T_{BUH}}$, $b = \frac{T_{KAY}}{T_{ABS}}$, $c = \frac{T_{KAY}}{T_{YOĞ}}$ dir.

Tersinir Carnot Çevrimi için,

$$\frac{Q_{BUH}}{T_{BUH}} = \frac{Q_{YOĞ}}{T_{YOĞ}} \quad (2. 8)$$

olduğundan (2. 8) eşitliği, (2. 4) eşitliğine taşınacak olursa, (2. 7) eşitliğinden

$$1 + 0 + by + 0 = 0 \quad (2. 9)$$

elde edilir. (2. 6), (2. 7) ve (2. 9) eşitliklerinden x çözülecek olursa;

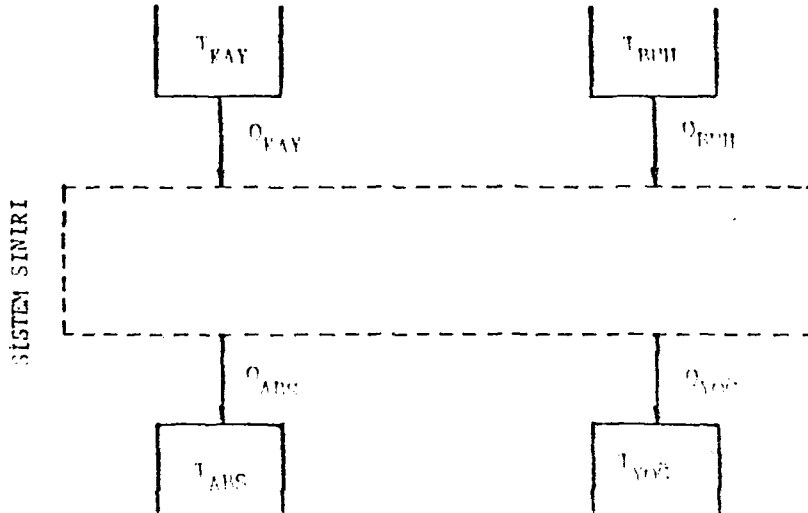
$$x = (STK)_{ter} = c \left[\frac{b - 1}{b - (a - c)} \right] \quad (2. 10)$$

bulunur. Diğer bir ifadeyle

$$ISTK = (STK)_{ter} = \frac{T_{BUH}}{T_{KAY}} \frac{(T_{KAY} - T_{ABS})}{(T_{YOĞ} - T_{BUH})} \quad (2. 11)$$

şeklindedir.

İdeal absorpsiyonlu soğutma çevriminde, (2. 11) eşitliğinden görüleceği üzere, soğutma tesir katsayısı çevre özelliklerinden bağımsızdır..



Şekil 2. 1 Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Carnot Makinası Şeklinde Gösterimi

2. 1. 2 TEORİK ABSORBSİYONLU SOĞUTMA ÇEVİRİMİNİN SOĞUTMA TESİR KATSAYISI

Absorbsiyonlu soğutma çevriminin teorik tersinmez soğutma tesir katsayısını bulabilmek için çeşitli kabuller yapılması gerekir.

1. Değişik elemanların sıcaklıkları üniform ve sabit değerlerdedir.
2. Kaynatıcı ve yoğusturucu basıncı, yoğuşma sıcaklığına karşılık gelen doyma basıncıdır.
3. Buharlaştırıcı ve absorber basıncı, buharlaşma sıcaklığına karşılık gelen doyma basıncıdır.
4. Kaynatıcıdan ayrılan soğutucu buharının sıcaklığı ve basıncı, kaynatıcı sıcaklığı ve basıncındadır.
5. Yoğusturucudan ayrılan soğutucu akışkan, doymuş sıvı halindedir ($x = 0$).
6. Buharlaştırıcıdan ayrılan soğutucu buharı, kuru doymuş buhar halindedir ($x = 1$).
7. Absorberden ayrılan eriyik, absorber basınç ve sıcaklığında denge halindedir.
8. Kaynatıcıdan ayrılan eriyik, kaynatıcı sıcaklığı ve basıncında denge halindedir.
9. Aynı sıcaklık ve derişiklik için, denge halindeki entalpi ile dengesiz haldeki entalpi eşittir.
10. Absorber, kaynatıcı, yoğusturucu ve buharlaştırıcı gibi elemanların çevreye ısı kaybı yoktur.
11. Sistemde basınç kaybı meydana gelmemektedir.
12. Sisteme iş girişi ihmal edilebilir.
13. Yoğusturucu ve absorberde aynı soğutma suyu kullanıldığından eriyiğin absorberden çıkış sıcaklığı, yoğuşma sıcaklığına eşittir ($T_{a2} = T_y$) [56].

Özellikle yukarıda belirtilen (11) ve (12) kabullerini pratikte gerçekleştirmek çok zordur. Buharlaştırıcı ve absorber arasındaki çok küçük basınç düşümleri bile buharlaştırıcı sıcaklığını büyük ölçüde etkiler.

Absorbsiyonlu soğutma çevrimi için kararlı halde termodinamiğin birinci kanunu yazılırsa,

$$0 = Q_{KAY} + Q_{BUH} + Q_{YOG} + Q_{ABS} + Q_o + W \quad (2. 12)$$

olur. (10) ve (12) kabullerinden; $Q_o = W = 0$ dır. Buradan;

$$0 = Q_{KAY} + Q_{BUH} + Q_{YOG} + Q_{ABS} \quad (2. 13)$$

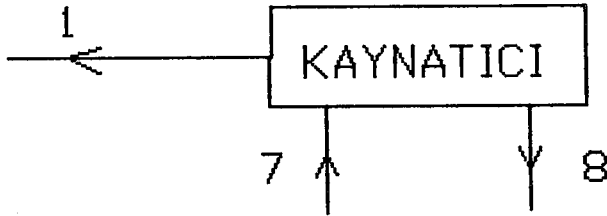
eşitliği elde edilir.

Açık sistemler için termodinamiğin birinci kanunu ve süreklilik denklemi hatırlanıp, 1 kg soğutucu buharı için ($m_1 = 1$ kg), Şekil 1. 1-b' ye göre, kaynatıcı için bu denklemler yazılırsa,

Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemi için;

$$WZ = \frac{m_8}{m_1} \quad \text{ve} \quad WF = \frac{m_7}{m_1} \quad \text{olmak üzere;}$$

KAYNATICI SASA



$$\text{Süreklilik denklemi} \quad \Sigma m_g = \Sigma m_c \quad (2. 14)$$

$$m_7 = m_8 + m_1$$

$$\text{Lityum bromür dengesi} \quad m_7 \times 7 = m_8 \times 8$$

$$(m_8 + m_1)x_7 = m_8x_8$$

$$m_1x_7 = m_8(x_8 - x_7)$$

$$\frac{m_1}{m_8} = \frac{x_8 - x_7}{x_7}$$

$$WZ = \frac{m_8}{m_1} = \frac{x_7}{x_8 - x_7}$$

$$\frac{m_7}{m_1} = \frac{m_8}{m_1} + 1$$

$$\frac{m_7}{m_1} = WZ + 1$$

$$WF = \frac{m_7}{m_1} = \frac{x_8}{x_8 - x_7}$$

Ana elemanların ısı hesapları;

Kaynatıcı için süreklilik denklemi (2.14) ve termodinamiğin I. kanunu yazılırsa;

$$\Sigma Q - \Sigma W = \Sigma H_C - \Sigma H_G$$

$P_{KAY} = \text{sabit olduğundan } \Sigma W = 0 \text{ olur ve}$

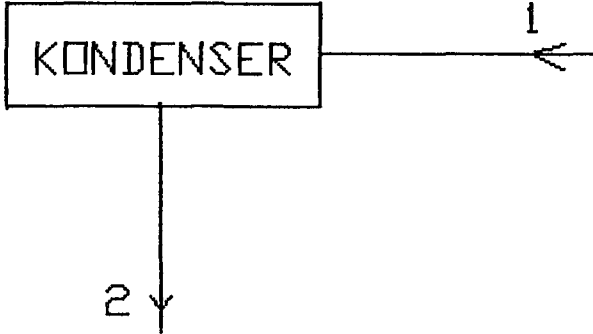
$$\Sigma Q = Q_{KAY} = m_1h_1 + m_8h_8 - m_7h_7$$

Denklemin her tarafı m_1 ' e bölünürse;

$$q_{KAY} = h_1 + WZ h_8 - WF h_7$$

(2. 15)

YOGUŞTURUCU (KONDENSER) SASA



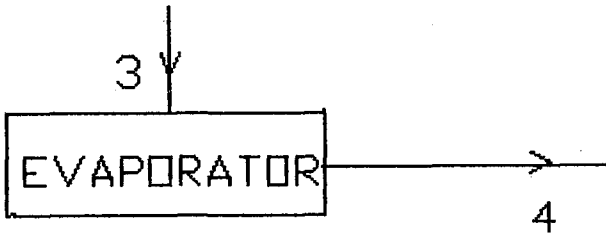
$P_{YOG} = \text{sabit olduğundan } \Sigma W = 0 \text{ olur ve I. kanundan;}$

$$Q_{YOG} = m_1 (h_2 - h_1)$$

Denklemin her tarafı m_1 ' e bölünürse;

$$q_{YOG} = h_2 - h_1 \quad (2. 16)$$

BUHARLAŞTIRICI (EVAPORATÖR) SASA



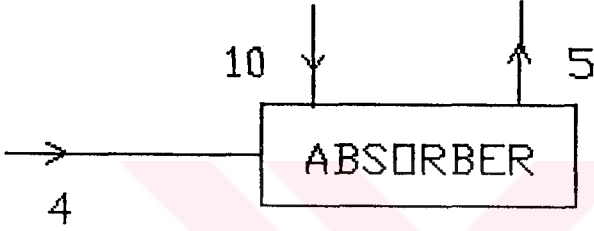
$P_{BUH} = \text{sabit olduğundan } \Sigma W = 0 \text{ olur ve I. kanun;}$

$$Q_{\text{BUH}} = m_1 (h_4 - h_3)$$

Denklemin her tarafı m_1 ' e bölünürse;

$$q_{\text{BUH}} = h_4 - h_3 \quad (2. 17)$$

ABSORBER SASA



Absorber için süreklilik denklemi ve termodinamiğin I. kanunu yazılacak olursa;

$$m_5 = m_{10} + m_4$$

P_{ABS} = sabit olduğundan $\Sigma W = 0$ olur ve I.kanun;

$$\Sigma Q = Q_{\text{ABS}} = m_5 h_5 - m_4 h_4 - m_{10} h_{10}$$

$m_4 = m_1$, $m_5 = m_7$, $m_{10} = m_g$ olduğu da bilindiğine göre denklemin her tarafı m_4 ' e bölünürse;

$$q_{\text{ABS}} = W_F h_5 - h_4 - W_Z h_{10} \quad (2. 18)$$

Absorber kapasitesini bulmak için ikinci bir yol ise (2.13) denkleminde q_{ABS} değerini çekmek olabilir.

Bütün bu eşitlikler, (2.5) eşitliğine taşınacak olursa soğutma sisteminin soğutma tesir katsayısı için,

$$STK = \frac{h_4 - h_3}{h_1 + WZ h_8 - WF h_7} \quad (2. 19)$$

eşitliği bulunur.

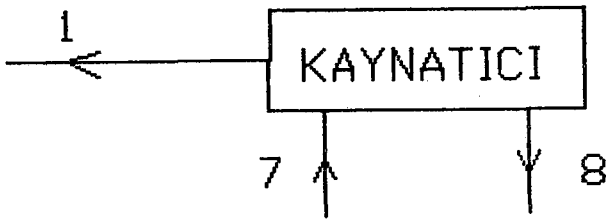
Yukarıdaki eşitlikten görüleceği üzere, soğutma sisteminin soğutma tesir katsayısı, soğutucu akışkanın buharlaşma gizli ısısına ($h_4 - h_3$) büyük ölçüde bağlıdır. Soğutucu akışkanın buharlaşma gizli ısısı ne kadar büyükse, soğutma tesir katsayısı o ölçüde büyük olacaktır. Dolaşım oranı ise eşitliğin paydasında olduğu için, artan dolaşım oranıyla soğutma tesir katsayısı azalacaktır. Dolaşım oranı, Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde kristalizasyon olayı ve film kararlılığı ile direkt ilgili olduğundan, pratikte belirli bir degerin altına düşmemesi gerekir.

Amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemi için;

$$WZ = \frac{m_7}{m_1} \quad \text{ve} \quad WF = \frac{m_8}{m_1} \quad \text{olmak üzere;}$$

KAYNATICI

SASA



Sürekli lik denklemi $\Sigma m_g = \Sigma m_c$

$$m_7 = m_8 + m_1$$

Amonyak dengesi $m_7 x_7 = m_8 x_8 + m_1$

$$(m_8 + m_1) x_7 = m_8 x_8 + m_1$$

$$m_8 (x_7 - x_8) = m_1 (1 - x_7)$$

$$\frac{m_8}{m_1} = \frac{1 - x_7}{x_7 - x_8}$$

$$WF = \frac{m_8}{m_1} = \frac{1 - x_7}{x_7 - x_8}$$

$$\frac{m_7}{m_1} = \frac{m_8}{m_1} + 1$$

$$\frac{m_7}{m_1} = WF + 1$$

$$WZ = \frac{m_7}{m_1} = \frac{1 - x_8}{x_7 - x_8}$$

Ana elemanların ısı l hesapları ;

Kaynatıcı için sürekli lik denklemi (2.14) ve termodinamiğin I. kanunu yazılırsa ;

$$\Sigma Q - \Sigma W = \Sigma H_c - \Sigma H_g$$

P_{KAY} = sabit olduğundan $\Sigma W = 0$ olur ve

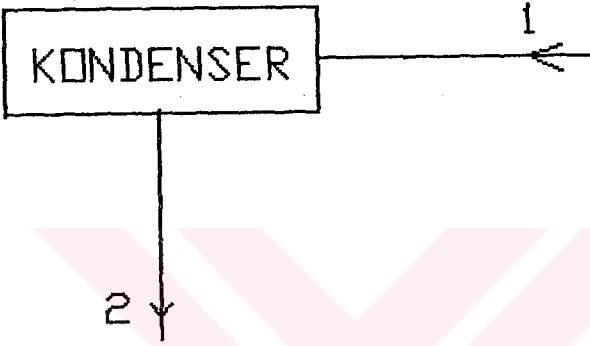
$$\Sigma Q = Q_{KAY} = m_1 h_1 + m_8 h_8 - m_7 h_7$$

Denklemin her tarafı m_1 ' e bölünürse;

$$q_{KAY} = h_1 + WF hg - WZ h_7 \quad (2. 20)$$

YOGUŞTURUCU (KONDENSER)

SASA



$P_{YOG} = \text{sabit olduğundan } \Sigma W = 0 \text{ olur ve I. kanundan;}$

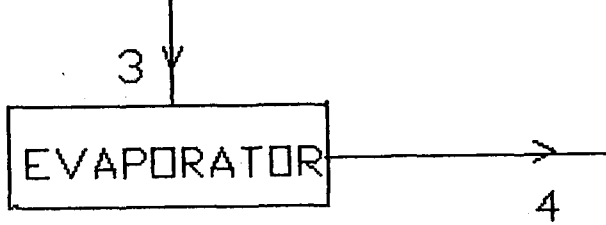
$$Q_{YOG} = m_1 (h_2 - h_1)$$

Denklemin her tarafı m_1 ' e bölünürse;

$$q_{YOG} = h_2 - h_1 \quad (2. 21)$$

BUHARLAŞTIRICI (EVAPORATÖR)

SASA



$P_{\text{BUH}} = \text{sabit olduğundan } \Sigma W = 0 \text{ olur ve I. kanun;}$

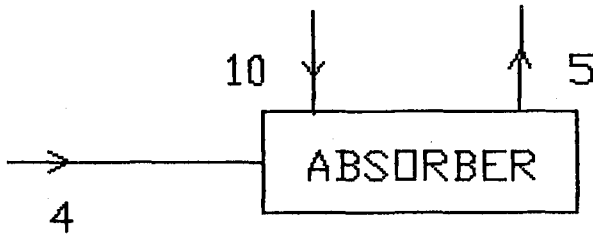
$$Q_{\text{BUH}} = m_1 (h_4 - h_3)$$

Denklemin her tarafı m_1 ' e bölünürse;

$$q_{\text{BUH}} = h_4 - h_3 \quad (2. 22)$$

ABSORBER

SASA



Absorber için süreklilik denklemi ve termodinamiğin I. kanunu yazılacak olursa;

$$m_5 = m_{10} + m_4$$

$P_{ABS} = \text{sabit olduğundan } \Sigma W = 0 \text{ olur ve I.kanun;}$

$$\Sigma Q = Q_{ABS} = m_5 h_5 - m_4 h_4 - m_{10} h_{10}$$

$m_4 = m_1$, $m_5 = m_7$, $m_{10} = m_8$ olduğu da bilindiğine göre denklemin her tarafı m_4 ' e bölünürse;

$$q_{ABS} = WZ h_5 - h_4 - WF h_{10} \quad (2. 23)$$

Absorber kapasitesini bulmak için ikinci bir yol ise (2.13) denkleminde q_{ABS} değerini çekmek olabilir.

Bütün bu eşitlikler, (2.5) eşitliğine taşınacak olursa soğutma sisteminin soğutma tesir katsayısı için,

$$STK = \frac{h_4 - h_3}{h_1 + WF h_8 - WZ h_7} \quad (2. 24)$$

eşitliği bulunur.

3. B Ö L Ü M

A K I Ş K A N Ç İ F T L E R İ N İ N Ö Z E L İ K L E R İ

3. 1 SOĞUTUCU VE SOĞURUCU AKIŞKAN ÖZELİKLERİ

Absorbsiyonlu soğutma sisteminde kullanılacak akışkan çiftinin aşağıdaki özellikleri taşıması gerekmektedir;

- Soğutucu ve soğurucu akışkan çifti, çevrimin çalışacağı sıcaklıklarda katı fazda bulunmamalıdır. Oluşacak çözeltinin derişikliği hiçbir zaman katı fazın meydana gelebileceği değerlere düşmemelidir. Aksi takdirde çevrim içindeki akış duracak ve çevrim çalışmayacaktır.

- Soğutucu akışkan, soğurucu akışkandan daha çabuk buharlaşabilmelidir. Böylece kaynatıcıda soğutucu-soğurucu eriyiği ısıtıldığında soğutucu akışkan kolayca ayrılarak yoğunlaştırıcuya gidebilir. Bu özellik var olmadığı takdirde kaynatıcıya daha çok ısı vermek gerekeceğinden çevrimin verimi düşecektir.

- Absorbsiyonun gerçekleştiği şartlarda soğurucu akışkanın soğutucu akışkana eğiliminin büyük olması gerekir. Zira akışkan çifti molekülleri arasındaki çekim kuvveti büyük olursa, bu da kaynatıcı ile absorber arasında kullanılan termik kompresörün boyutlarını küçültecektir.

- Soğutucu akışkan özelliklerinin büyük ölçüde etkilediği çevrim basınçlarının çok yüksek ve çok alçak olması istenmez. Basıncın çok yüksek olması kullanılacak donanımın daha kalın olmasını gerektirdiğinden maliyeti artıracaktır. Çok düşük basınçlarda donanımların daha korunumlu olması, içeriye hava kaçağı olmaması gerekmektedir. Hava kaçağı çevrimin yapısına etki ederek istenmeyen hallerin doğmasına sebep olacaktır.

- Uzun yıllar değişik ve zor şartlarda hizmet verecek akışkanların kimyasal olarak kararlı olması istenir. Kararsızlık çevrimde istenmeyen gaz ve katı oluşumuna neden olabileceği gibi, korazif etkili maddelerin oluşumuna neden

olabilir.

- Soğutucu ve soğurucu akışkanların, donanımda kullanılan malzemelere korazif etkisi olmamaları gerekir.

- Soğutucu ve soğurucu akışkanlar, zehirli ve yanıcı olmamalıdırlar.

- Isı ve kütle geçişinin kolay olabilmesi, pompa işinin fazla olmaması için soğutucu ve soğurucu akışkanların viskozitelerinin düşük olması istenir.

- Soğutucu akışkanın buharlaşma gizli ısısının yüksek olması çevrimde dolaşacak soğutucu akışkan ve dolayısıyla soğurucu akışkan miktarını azaltacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Absorbsiyonlu soğutma sistemlerinde amonyak-su ve lityum bromür-su çiftlerini incelemek olduğuna göre bu soğutucu akışkan çiftleri hakkında bilgi vermek gerekir.

3. 2 AKIŞKAN ÇİFTLERİNİN TANITILMASI

3. 2. 1 AMONYAK-SU ERİYYİĞİNİN TANITILMASI

Hacimsel özgül soğutma yükünün büyük olması nedeniyle özellikle büyük endüstri tesislerinde amonyak kullanılır. Bakır, bakır çinko alaşımları ve galvaniz kaplamalı malzeme üzerinde korozif etkisi vardır. Tesisatta yalnız çelik ve dökme demir kullanılması zorunludur. Bronza fazla tesir etmez.

Atmosfer basıncında amonyağın buharlaşma sıcaklığı $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ civarında olduğundan bu sıcaklığın altına inmek sisteme hava sızmasına yol açabilir. Ancak çok düşük sıcaklıklara inildiğinde bu sızma pek tehlikeli değildir, zira amonyak sisteme sızan suda eridiğinden donma noktası alçalır, böylece katılaşma ve tıkanma tehlikesi azalır. Suda kolayca erimesi ve ısıtıldığında sudan kolayca ayrılması nedeniyle amonyak, absorbsiyonlu soğutma makinalarında çok kullanılır.

Amonyak küçük soğutma yükleri için pek elverişli bir akışkan değildir, çünkü sistemde dolaşan akışkan miktarı çok

az olunca ayar ve kontrol güçleşir.

Yüksek özgül soğutma yükü sayesinde kompresör boyutları küçük tutulur.

Yanıcı bir gaz değildir, ancak hava ile karışım halinde olunca 650 °C gibi yüksek sıcaklıklarda tutuşabilir. Solunum organlarına, cilde, gözlere hoş olmayan etkiler yapar, sıvısı ciltte yanmalar meydana getirir. Çok miktarda amonyak teneffüs edilirse, insana şok tesiri yapar.

Soğutma devresinde, amonyağın çarpıcı bir kokusu olduğu için kaçak olup olmadığı kolayca anlaşılır. Ancak bunun yerini saptamak biraz güçtür. Kaçakların yerini saptamakta kükürtdioksitten yararlanılır. Amonyak kükürtdioksit karışımca beyaz bir duman oluşturur. Bu da kaçakların yerinin kolayca belirlenmesini sağlar. Çoğu zaman kaçakların yerini belirlemede daha güvenilir olduğu için sabun köpüğünden yararlanmak gerekir.

Amonyak yiyecek maddesi muhafazasında kullanıldığında sistemin sızdırmaz olmasına özellikle özen gösterilmelidir, çünkü amonyağa bulaşmış besin maddeleri yenmez.

Soğutma tesislerinde soğutucu akışkan olarak amonyağın kullanılmasının ve tercih edilmesinin nedenlerini şöyle sıralayabiliriz;

- Buharlaşma gizli ısısı yüksektir.
- Yoğunlaşma basıncı ve yoğunlaşma sıcaklığı düşüktür.
- Üretimi kolay, maliyeti yüksek değildir.
- Kokulu olduğu için soğutma tesisinde kaçak olup olmadığı kolayca anlaşılabilir.

3. 2. 2 LİTYUM BROMÜR-SU ERİYİĞİNİN TANITILMASI

Bu çift, son yıllarda oldukça ehemmiyet kazanmış durumdadır.

Lityum bromür'ün kaynama noktası, sudan 540 °C (1000°F) daha fazladır. Bu da kaynatıcı içinde suyun lityum bromürden kolayca ayrılmasını sağlar. Lityum bromür kolayca elde edilebileceği için maliyeti çok ucuzdur.

Lityum bromür-su eriyiği, sistem konstrüksiyonunda kullanılan malzemelere karşı son derece korozif tesiri vardır. Bu eriyiğin Roult's kanunundan en geniş sapması bilindiğinden uygun operasyon şartları ve performans katsayısı verir. Lityum bromür eriyiği suya göre daha büyük yüzey gerilmesine sahiptir. Bu eriyiğin viskozitesi, kullanılan konsantrasyon değerleri için çok küçüktür. Bu eriyiğin özgül ısısında saf suyunkine göre çok küçüktür.

Lityum bromür-su eriyiği, ideal bir eriyikten istenen şartların çoğuna sahiptir. En büyük mahsuru korozif tesiridir. Bu tesirine karşı eriyiğe inhibitörler katılır.

Bu eriyiğin başlıca avantajları şöyle sıralanabilir;

- Aynı sıcaklıklar arasında çalışan diğer akışkan çiftlerine göre daha yüksek soğutma tesir katsayısı sağlar.
- Bu sistemlerde ilave bir rektifikasyon kolonuna ihtiyaç olmadığından nispeten basit elemanlardan meydana gelir.
- Dolaşım pompası için gerekli olan mekanik iş çok azdır. Bu iş, amonyak-su çifti ile çalışan sistemin işinin yüzde biri kadardır.

Yukarıda sayılan avantajların yanında, Lityum bromür-su eriyiğiyle çalışan soğutma sisteminin bazı dezavantajları da vardır. Bunlar;

- Buharlaştırıcı sıcaklığı, suyun donma noktası ile

sınırlanmıştır. Bu akışkan çifti sadece iklimlendirme tesisatlarında kullanılabilir.

- Kristallenme olayı, çevrimin çalışma şartlarını sınırlar.

- Soğutma sistemi, düşük basınçlarda çalışır. Bu durum önlenemeyen hava sızmalarına sebep olur.

3. 2. 2. 1 KRİSTALİZASYON

Lityum bromür katı haldeyken kristal yapıya sahiptir. Tuzların çoğu gibi Lityum bromür'de suda çözülebilir. Lityum bromürün su ile yaptığı çözeltinin belirli bir konsantrasyon değerinde belirli bir minimum çözelti sıcaklığı vardır. Bu minimum sıcaklığın altında tuz çözeltiden ayrılmaya başlar. Yani katı hale gelmeye başlar, kristalleşme olur.

Absorbsiyonlu soğutma sistemlerinde kristalleşme olayının olma ihtimalinin en fazla olduğu yer ısı değiştirgecidir. Isı değiştirgecinde zengin çözelti kristalleşme sıcaklığına kadar inebilir. Bu durumda kristal haldeki tuz, ısı değiştirgecinin borularına yerleşir ve boruları tıkararak cihazın çalışması için gerekli olan akışı durdurur. Sistem çalışamaz hale gelir.

Kristalizasyon olayının temelde üç nedeni vardır;

- Pompalama sisteminde güç düşümü olduğunda, otomatik dekrizalizasyon sistemi çalışmaz.

- Soğutma suyu sıcaklığında ani bir düşüş de kristalizasyona yol açar. Soğutma suyu, örneğin 30 °C' de gelmesi gerektiği halde 12 °C' de gelirse yoğunlaştırıcı soğutma suyunun sıcaklığı çok düşmüş olur. Bu su absorberde de kullanıldığından eşanjörden geçen zayıf eriyiğin sıcaklığı 24 °C' ye kadar düşer. Bu da zengin eriyiğin yaklaşık 15 °C' ye, yani kristalleşme noktasına yaklaşmasına neden olur. Bu durumda yoğunlaştırıcı soğutma suyunun kesilmesi kristalleşmeyi önler.

- Hava sızıntılarında kristalizasyona sebep olur. Absorber basıncının artışı buharlaştırıcının kapasitesini sınırlar. Basıncın artışına sebep olan hava kabarcıkları buharlaştırıcı-

cının soğutma suyu sıcaklığını yükseltir. Buharlaştırıcıdaki bu sıcaklık yükselmesi otomatik bir düzenle kaynatıcıyı uyararak daha fazla ısı yükünün kaynatıcıya verilmesini sağlar. Böylece kaynatıcıda Lityum bromür yüzdesi daha yüksek olan eriyiğin kalmasına sebep olur. Çünkü soğutucu akışkanın çoğu yoğunlaştırıcıya gitmiştir. Şimdi absorberde daha az bir ısı yükü vardır. Bu nedenle absorberi terk eden zayıf çözeltinin sıcaklığı düşer ve eşanjörde zengin çözeltinin sıcaklığını düşürerek kristallemeye neden olur.

3. 2. 2. 2 KRİSTALLEŞMENİN ÖNLENMESİ

Kristalleşme olduğu zaman ısı değiştirgecinin absorbere dönüş borusu tıklandığından zengin eriyik absorbere dönemez. Böylece kaynatıcıda eriyik seviyesi yükselir. Bu eriyik bir by-pass borusu vasıtasıyla absorbere gönderilebilir. Absorberdeki eriyiğe böyle bir ilave yapıldığında absorberin sıcaklığı yükselecektir. Sulandırılmış eriyik tekrar kaynatıcıya gönderilmek üzere ısı değiştirgecine pompalanır. Zayıf çözelti sıcaklığı bu işlemler neticesinde yüksek olduğundan eşanjör borularını ısıtır ve tıkalı olan zengin eriyik dönüş borusunun tekrar açılmasına yardım eder. Kaynatıcıdaki eriyik seviyesi düşer ve sistem tekrar normal hale gelmiş olur. Bu işleme otomatik dekrizalizasyon denir.

Yoğuşturucu ve absorberin soğutma suları aynı anda kesilirse kristalleşme önlenemez.

3. 3 AKIŞKAN ÇİFTLERİNİN HAL DENKLEMLERİ

3. 3. 1 LİTYUM BROMÜR-SU ÇİFTİNİN HAL DENKLEMLERİ

3. 3. 1. 1 SUYUN HAL DENKLEMLERİ

Su buharının doyma basıncı $P_d = f (T)$ [29]

$$\text{Log } P = k_0 + \frac{k_1}{TP} + \frac{k_2}{TP^2} \quad (3. 1)$$

$$k_0 = 6.21147$$

$$k_1 = -2886.373$$

$$k_2 = -337269.46$$

T : Suyun sıcaklığı (°C)

TP1 = [(T*1.8) + 32] (°F)

TP = (TP1 + 459.7) (°R)

P : Suyun doyma basıncı (PSI)

$$P_d = 6.89643 * P$$

P_d = Suyun doyma basıncı (kPa)

Doymuş sıvı fazındaki su buharının entalpisi $HS = f(T)$

$$THS = (T*1.8) + 32$$

$$HS = 2.326 (a*THS + b) \quad (3. 2)$$

$$a = 1.001$$

$$b = -32.05$$

T : Suyun sıcaklığı (°C)

HS : Doymuş sıvı fazındaki su buharının entalpisi (kJ / kg)

Doymuş buhar fazındaki su buharının entalpisi $HB = f(T)$

$$THB = (T*1.8) + 32$$

$$HB = 2.326 [(a_0*THB + a_1) * P_d + (a_2*THB + a_3)] \quad (3. 3)$$

$$\begin{aligned}a_0 &= 0.00274 \\a_1 &= -0.989805 \\a_2 &= 0.44942 \\a_3 &= 1060.8\end{aligned}$$

T : Suyun sıcaklığı (°C)

P_d : Suyun doyma basıncı (kPa)

HB : Doymuş buhar fazındaki su buharının antalpisi (kJ / kg)

Kızgın buhar fazındaki su buharının antalpisi HK = f(P,T)

$$THK = (T*1.8) + 32$$

$$HK = 2.326 [(b_0*THK + b_1) * P + (b_2*THK + b_3)] \quad (3. 4)$$

$$\begin{aligned}b_0 &= 0.00274 \\b_1 &= -0.989805 \\b_2 &= 0.44942 \\b_3 &= 1060.8\end{aligned}$$

T : Suyun sıcaklığı (°C)

P : Suyun basıncı (kPa)

HK : Kızgın buhar fazındaki su buharının antalpisi (kJ / kg)

3. 3. 1. 2 LİTYUM BROMÜR-SU ERİYİĞİNİN HAL DENKLEMLERİ

Lityum bromür-su eriyiği kristalizasyon sıcaklığı

$$\text{TCR} = f(X)$$

$$XX = X/100$$

$$\text{TCR} = A_0 + A_1*XX + A_2*XX^2 + A_3*XX^3 \quad (3. 5)$$

$$\begin{aligned}A_0 &= -24482.8251 \\A_1 &= 119660.035 \\A_2 &= -193206.971 \\A_3 &= 104338.263\end{aligned}$$

X : Lityum bromür kütle yüzdesi (konsantrasyon)

TCR : Lityum bromür-su eriyiğinin kristalizasyon sıcaklığı (K)

Lityum bromür-su eriyiğinin sıcaklığı TE = f (TAK, X)

$$TE = (A0 + A1*X + A2*X^2 + A3*X^3) * TAK + (B0 + B1*X + B2*X^2 + B3*X^3) \quad (3. 6)$$

$$A0 = -2.00755$$

$$B0 = 124.937$$

$$A1 = 0.16976$$

$$B1 = -7.7165$$

$$A2 = -3.1333E-3$$

$$B2 = 0.152286$$

$$A3 = 1.97668E-5$$

$$B3 = -7.9509E-4$$

TE : Eriyik sıcaklığı (°C)

X : Lityum bromür kütle yüzdesi (konsantrasyon)

TAK : Soğutucu akışkan sıcaklığı (°C)

Lityum bromür-su eriyiğinin antalpisi H = f (TE , X)

$$TH = (TE*1.8) + 32$$

$$H = 2.326 (A + B*TH + C*TH^2) \quad (3. 7)$$

$$A = -1015.07 + 79.5387*X - 2.358016*X^2 + 0.03031583*X^3 - (1.400261E-4)*X^4$$

$$B = 4.68108 - 0.3037766*X + (8.44845E-3)*X^2 - (1.047721E-4)*X^3 + (4.80097E-7)*X^4$$

$$C = -0.0049107 + (3.83184E-4)*X - (1.078963E-5)*X^2 + (1.3152E-7)*X^3 - (5.897E-10)*X^4$$

TE : Eriyik sıcaklığı (°C)

X : Lityum bromür kütle yüzdesi (konsantrasyon)

H : Eriyik antalpisi (kJ / kg) [29].

3. 3. 2 AMONYAK-SU ÇİFTİNİN HAL DENKLEMLERİ

3. 3. 2. 1 AMONYAĞIN HAL DENKLEMLERİ

Amonyak buharının doyma basıncı $P_d = f (T)$

$$\text{Log } P = A_0 + \frac{A_1}{TP} + \frac{A_2}{TP^2} \quad (3. 8)$$

$$A_0 = 6.59924$$

$$A_1 = -1721.24882$$

$$A_2 = -112599.5598$$

T : Amonyanın sıcaklığı (°C)

TP1 = [(T*1.8) + 32] (°F)

TP = (TP1 + 459.7) (°R)

P_d = Suyun doyma basıncı (kPa)

Doymuş sıvı fazındaki amonyak buharının entalpisi

$$\underline{HS = f(T)}$$

$$\text{THS} = (T*1.8) + 32$$

$$\text{HS} = 2.326 (a*\text{THS} + b) \quad (3. 9)$$

$$a = 1.110633419$$

$$b = 42.318715981$$

T : Amonyanın sıcaklığı (°C)

HS : Doymuş sıvı fazındaki amonyak buharının entalpisi
(kJ / kg)

Doymuş buhar fazındaki amonyak buharının antalpisi

$$\underline{HB = f(T)}$$

$$HB = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2 + a_3 \cdot T^3 \quad (3. 10)$$

$$a_0 = 1443.5$$

$$a_1 = 1.0577$$

$$a_2 = -0.00766$$

$$a_3 = -0.000011$$

T : Amonyagin sıcaklığı (°C)

HB : Doymuş buhar fazındaki amonyagin buharının antalpisi
(kJ / kg)

Kızgın buhar fazındaki amonyak buharının antalpisi

$$\underline{HK = f(P,T)}$$

$$THK = (T \cdot 1.8) + 32$$

$$HK = 2.326 [(b_0 \cdot THK + b_1) \cdot P + (b_2 \cdot THK + b_3)] \quad (3. 11)$$

$$b_0 = 0.00015$$

$$b_1 = 0.04061$$

$$b_2 = 0.5066901$$

$$b_3 = 620.97863$$

T : Amonyagin sıcaklığı (°C)

P : Amonyagin basıncı (kPa)

HK : Kızgın buhar fazındaki amonyak buharının antalpisi
(kJ / kg)

3. 3. 2. 2 AMONYAK-SU ERİYİĞİNİN HAL DENKLEMLERİ

Amonyak-su eriyiğinin doyma basıncı $P = f (T, X)$

$$P = M + \frac{N}{T} \quad (3. 12)$$

$$M = 10.44 - 1.767 \cdot X + 0.9823 \cdot X^2 + 0.3627 \cdot X^3$$
$$N = 2013.8 - 2155 \cdot X + 1540.9 \cdot X^2 - 194.7 \cdot X^3$$

T : Eriyik sıcaklığı (°C)

X : Eriyikteki amonyak kütle yüzdesi (konsantrasyon)

P : Eriyik doyma basıncı (kPa)

Amonyak-su eriyiğinin antalpisi $H = f(T, X)$

$$\theta = \frac{T}{T_B} , \quad \pi = \frac{P}{P_B} , \quad H_a = \frac{H}{R T_B} , \quad C_{pa} = \frac{C_p}{R}$$

$$T_B = 100 \text{ K}, \quad P_B = 10^6 \text{ Pascal} \text{ olmak üzere,}$$

Sıvı fazındaki amonyak ve su için geçerli ortak antalpi denklemi;

$$C_{pa} = B_1 + B_2 \theta$$

$$H_{as} = H_{os} + \int_{\theta_0}^{\theta} C_{pa} d\theta + A_1 (\pi - \pi_0) + \frac{A_2}{2} (\pi^2 - \pi_0^2)$$

$$- A_4 (\pi - \pi_0) \theta^2$$

(3. 13)

Buhar fazındaki amonyak ve su için geçerli ortak entalpi denklemi;

$$C_{pa} = D_1 + D_2\theta + D_3\theta^2$$

$$H_{ab} = H_{ob} + \int_{\theta_0}^{\theta} C_{pa} d\theta + C_2(\pi - \pi_0)$$

$$+ 2C_3 \left(\frac{\pi}{\theta} - \frac{\pi_0}{\theta_0} \right) \quad (3. 14)$$

Sıvı fazındaki amonyak-su eriyiğinin entalpisini veren denklem

$$\begin{aligned} H_a = & (1-X) H_{as \text{ su}} + X H_{as \text{ amonyak}} + X (1-X) \{ F_1 + F_2\pi + F_3\pi^2 \\ & + 2(F_4 + F_5\pi)/\theta + 3(F_6 + F_7\pi)/\theta^2 + 4F_8/\theta^3 \\ & + (F_9 + F_{10}\pi + F_{11}\pi^2 + 2(F_{12} + F_{13}\pi)/\theta)(2X - 1) \\ & + (F_{14} + F_{15}\pi + 2F_{16}/\theta)(2X - 1)^2 \} \end{aligned} \quad (3. 15)$$

Gaz fazındaki amonyak-su eriyiğinin entalpisini veren denklem;

$$H_{ab} = (1 - X)H_{ab \text{ su}} + H_{ab \text{ amonyak}} \quad (3. 16)$$

Denklemlerin katsayıları aşağıda belirtilmiştir[9];

	Su	Amonyak
Katsayılar		
A ₁	2.6949E-2	3.18219E-2
A ₂	-9.958E-6	-5.0416E-5
A ₄	7.7344E-4	2.6517E-3
B ₁	7.72211	6.18881
B ₂	3.93864E-1	1.26706
C ₂	2.30417	1.83950
C ₃	-8.28598	-4.69069
D ₁	4.09249	3.82918
D ₂	-8.9058E-2	2.369E-2
D ₃	2.3875E-2	4.495E-2
e ₀	5.0699	3.2515
π ₀	3.0000	2.1410
H _{0b}	60.9347	26.6392
H _{0s}	21.7697	5.20916

	Amonyak-su eriyiği
Katsayılar	
F ₁	25.5078
F ₂	4.935E-1
F ₃	-1.15994E-2
F ₄	-165.353
F ₅	-2.57531
F ₆	256.593
F ₇	3.25854
F ₈	-149.857
F ₉	1.60532
F ₁₀	2.84681E-1
F ₁₁	-5.3865E-3
F ₁₂	-7.84621E-1
F ₁₃	-7.85995E-1
F ₁₄	3.78720E-1
F ₁₅	2.25936E-2
F ₁₆	8.00572

4 . B Ö L Ü M

ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNİN HESAP TEKNİKLERİ

4. 1 BİLİNER KLASİK YOLLA (DİYAGRAMLAR YARDIMIYLA) HESAP YÖNTEMİ

İkinci bölümde anlatılan Termodinamik Analiz incelenirse Absorbsiyonlu soğutma sisteminin hesabı için zengin ve fakir eriyik konsantrasyonları ve her noktanın entalpilerinin bilinmesi, ana elemanların boyutlandırılmasına ve dolayısıyla soğutma tesir katsayısının bulunmasına yeterli olacaktır. Görüldüğü üzere zengin ve fakir eriyiğin konsantrasyonlarının ve her noktanın entalpilerinin bulunması yeterli olduğundan sadece bu değerlerin bilinmesi bizi sonuca götürecektir. Hesaplar da Şekil 1. 1-b' de gösterilen sistem gözönüne alınacaktır.

4. 1. 1 LİTYUM BROMÜR-SU ERİYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNİN DİYAGRAMLAR YARDIMIYLA HESABI

Çözüm için gerekli verileri bulmak için hemen hemen her yerde bulunabilecek tablolar olan su buharı için doymuş haller tablosu ve kızgın buhar fazındaki su buharının özelliklerini veren tabloların yanında Lityum bromür-su eriyiğinin sıcaklık-basınç-konsantrasyon diyagramı ile Lityum bromür-su eriyiğinin konsantrasyon-sıcaklık-entalpi diyagramı yeterli olacaktır.

Hesabın daha iyi anlaşılması açısından çözüm sayısal olarak yapılmıştır. Kabul edilen değerler aşağıda verilmiştir;

Kaynatıcı sıcaklığı $T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$

Buharlaştırıcı sıcaklığı ... $T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Yoğusturucu sıcaklığı $T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Absorber sıcaklığı $T_a = T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ (Kabul no:13)

2. 1. 2' de belirtilen kabüller ışığında;

Çevrim üst basıncı hesabı;

$T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul no 2' den T_y' ye karşılık gelen doyma basıncı P_y , su buharı doymuş haller tablosundan,

$$P_y = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kPa} \quad (\text{Ek2 Tablo 1' den})$$

Çevrim alt basıncı hesabı;

$T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul no 3' den T_b' ye karşılık gelen doyma basıncı P_b , su buharı doymuş haller tablosundan,

$$P_b = P_{\text{alt}} = 1.2277 \text{ kPa} \quad (\text{Ek2 Tablo 1' den})$$

1. nokta (Yoğuşturucu girişi) (Kaynatıcı çıkışı)

$$\begin{array}{l} T_1 = T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_1 = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kPa} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} T_1 = T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_1 = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kPa} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Su buharı kızgın buhar tablosundan} \\ \text{Ek2 Tablo2' den } h_1 = 2688.34 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

2. nokta (Yoğuşturucu çıkışı) (KV girişi)

$$\begin{array}{l} T_2 = T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_2 = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kPa} \\ x_2 = 0.0 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} T_2 = T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_2 = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kPa} \\ x_2 = 0.0 \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Su buharı doymuş haller tablosundan} \\ h_2 = h_s = 167.50 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

3. nokta (Kısılma vanası çıkışı) (Buharlaştırıcı girişi)

$$\begin{array}{l} T_3 = T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_3 = P_{\text{alt}} = 1.2277 \text{ kPa} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} T_3 = T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_3 = P_{\text{alt}} = 1.2277 \text{ kPa} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Kısılma vanasında entalpi sabit} \\ h_3 = h_2 = 167.50 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

4. nokta (Buharlaştırıcı çıkışı)

$$\begin{array}{l} T_4 = T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_4 = P_{\text{alt}} = 1.2277 \text{ kPa} \\ x_4 = 1.0 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} T_4 = T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_4 = P_{\text{alt}} = 1.2277 \text{ kPa} \\ x_4 = 1.0 \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Su buharı doymuş haller tablosundan} \\ h_4 = h_b = 2519 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

5. nokta (Absorber çıkışı) (Pompa girişi)

$$\begin{array}{l} T_5 = T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_5 = P_{\text{alt}} = 1.2277 \text{ kPa} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} T_5 = T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_5 = P_{\text{alt}} = 1.2277 \text{ kPa} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Diyagram 1' den } X_5 = 0.55 \\ \text{Diyagram 2' den } h_5 = 93 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

6. nokta (Pompa çıkışı) (Eşanjör Çıkışı)

$$\begin{array}{l} T_6 = T_5 = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_6 = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kPa} \\ X_6 = X_5 = 0.55 \\ h_6 = h_5 = 93 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

8. nokta (Kaynatıcı çıkışı) (Eşanjör girişi)

$$\begin{aligned} T_8 = T_k = 100 \text{ } ^\circ\text{C} & \quad \text{Ek2 Diyagram 1' den } X_8 = 0.66 \\ P_8 = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kPa} & \quad \text{Ek2 Diyagram 2' den } h_8 = 260 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

9. nokta (Eşanjör çıkışı) (KV girişi)

$$P_9 = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kPa}$$

$$\epsilon = \frac{\text{Gerçek ısı geçişi}}{\text{Olabilecek en büyük ısı geçişi}} = \frac{T_{s1c \text{ g}} - T_{s1c \text{ c}}}{T_{s1c \text{ g}} - T_{soğ \text{ g}}}$$

$$\epsilon = \frac{h_8 - h_9}{h_8 - h_6}$$

$$h_9 = h_8 - \epsilon(h_8 - h_6)$$

$$\epsilon = 0.6 \text{ kabul edilirse;}$$

$$h_9 = 260 - 0.6(260 - 93) = 159.8 \text{ kJ / kg}$$

$$X_9 = X_8 = 0.66$$

9 noktasının entalpisi ve konsantrasyonu bilindiğine göre;
Diyagram 2' den $T_9 = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$

10. nokta (KV çıkışı) (Absorber girişi)

$$T_{10} = T_9 = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{10} = P_9 = 1.2277 \text{ kPa}$$

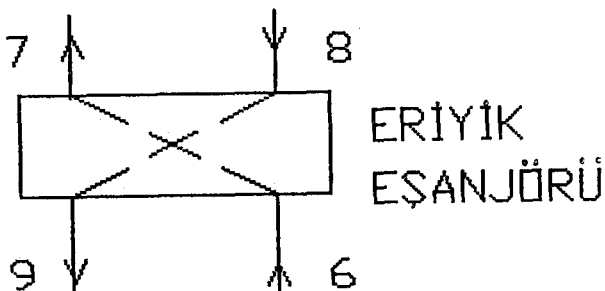
$$h_{10} = h_9 = 159.8 \text{ kJ / kg}$$

$$X_{10} = X_9 = 0.66$$

7. nokta (Kaynatıcı girişi) (Eşanjör çıkışı)

$$P_7 = P_{\text{üst}} = 7.375 \text{ kJ / kg}$$

$$X_7 = X_6 = 0.55$$



Eşanjör dengesi

$$WZ(h_8 - h_9) = WF(h_7 - h_6)$$

$$h_7 = h_6 + \frac{WZ}{WF}(h_8 - h_9)$$

$$WZ = \frac{X_7}{X_8 - X_7} = \frac{0.55}{0.66 - 0.55} = 5$$

$$WF = \frac{X_8}{X_8 - X_7} = \frac{0.66}{0.66 - 0.55} = 6$$

$$h_7 = 93 + \frac{5}{6}(260 - 159.8) = 176.5 \text{ kJ / kg}$$

Eşanjör dengesinde,

$$WF(T_7 - T_6) = WZ(T_8 - T_9)$$

$$T_7 = T_6 + \frac{WZ}{WF}(T_8 - T_9)$$

$$T_7 = 40 + \frac{5}{6}(100 - 45) = 85 \text{ °C}$$

Denklem 2.16 ' dan

$$q_{\text{YOG}} = h_1 - h_2 = 2688.34 - 167.50 = 2520.84 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.17 ' den

$$q_{\text{BUH}} = h_4 - h_3 = 2519 - 167.50 = 2351.5 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.15 ' den

$$q_{KAY} = h_1 + WZ h_8 - WF h_7$$

$$q_{KAY} = 2688.34 + 5 \cdot 260 - 6 \cdot 176.5 = 2929.34 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.18 ' den

$$q_{ABS} = WF h_5 - WZ h_{10} - h_4$$

$$q_{ABS} = 6 \cdot 93 - 5 \cdot 159.8 - 2519 = 2760 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{Alinan ısı} = q_{KAY} + q_{BUH} = 2929.34 + 2351.5 = 5280.84 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{Verilen ısı} = q_{YOG} + q_{ABS} = 2520.84 + 2760 = 5280.84 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{STK} = \frac{q_{BUH}}{q_{KAY}} = \frac{2351.5}{2929.34} = 0.803$$

$$\text{ITK} = \frac{q_{YOG} + q_{ABS}}{q_{KAY}} = \frac{2520.84 + 2760}{2929.34} = 1.803$$

4. 1. 2 AMONYAK-SU ERİYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU
SOĞUTMA SİSTEMİNİN DİYAGRAMLAR YARDIMIYLA HESABI

Çözüm için gerekli verileri bulmak için her yerde bulunabilecek tablolar olan amonyak buharı için doymuş haller tablosu ve kızgın buhar fazındaki amonyak buharının özelliklerini veren tabloların yanında amonyak-su eriyiğinin antalpi-konsantrasyon (h-x)(i-w) diyagramı yeterli olacaktır.

Hesabın daha iyi anlaşılması açısından çözüm sayısal olarak yapılmıştır. Kabul edilen değerler aşağıda verilmiştir;

Kaynatıcı sıcaklığı $T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$
Buharlaştırıcı sıcaklığı ... $T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
Yoğusturucu sıcaklığı $T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$
Absorber sıcaklığı $T_a = T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ (Kabul no:13)

2. 1. 2' de belirtilen kabüller ışığında;

Çevrim üst basıncı hesabı;

$T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul no 2' den T_y' ye karşılık gelen doyma basıncı P_y , amonyak buharı doymuş haller tablosundan,

$$P_y = P_{\text{üst}} = 1554.33 \text{ kPa} \quad (\text{Ek2 Tablo 3' den})$$

Çevrim alt basıncı hesabı;

$T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul no 3' den T_b' ye karşılık gelen doyma basıncı P_b , amonyak buharı doymuş haller tablosundan,

$$P_b = P_{\text{alt}} = 614.95 \text{ kPa} \quad (\text{Ek2 Tablo 3' den})$$

1. nokta (Yoğusturucu girişi) (Kaynatıcı çıkışı)

$T_1 = T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ } Amonyak kızgın buhar tablosundan
 $P_1 = P_{\text{üst}} = 1554.33 \text{ kPa}$ } Ek2 Tablo 4'den $h_1 = 1647.89 \text{ kJ/kg}$

2. nokta (Yoğusturucu çıkışı) (KV girişi)

$T_2 = T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ } Amonyak doymuş haller tablosundan
 $P_2 = P_{\text{üst}} = 1554.33 \text{ kPa}$ } $h_2 = h_g = 371.7 \text{ kJ / kg}$
 $x_2 = 0.0$

3. nokta (Kısılma vanası çıkışı) (Buharlaştırıcı girişi)

$$\begin{aligned} T_3 &= T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_3 &= P_{alt} = 614.95 \text{ kPa} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} T_3 &= T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_3 &= P_{alt} = 614.95 \text{ kPa} \end{aligned}} \right\} \begin{array}{l} \text{Kısılma vanasında antalpi sabit} \\ h_3 = h_2 = 371.7 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

4. nokta (Buharlaştırıcı çıkışı)

$$\begin{aligned} T_4 &= T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_4 &= P_{alt} = 614.95 \text{ kPa} \\ x_4 &= 1.0 \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} T_4 &= T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_4 &= P_{alt} = 614.95 \text{ kPa} \\ x_4 &= 1.0 \end{aligned}} \right\} \begin{array}{l} \text{Amonyak doymuş haller tablosundan} \\ h_4 = h_b = 1453.3 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

5. nokta (Absorber çıkışı) (Pompa girişi)

$$\begin{aligned} T_5 &= T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_5 &= P_{alt} = 614.95 \text{ kPa} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} T_5 &= T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_5 &= P_{alt} = 614.95 \text{ kPa} \end{aligned}} \right\} \begin{array}{l} \text{Ek2 Diyagram 3' den } X_5 = 0.55 \\ \text{Ek2 Diyagram 4' den} \\ h_5 = 27.3 \text{ kcal / kg} = 114.3 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

6. nokta (Pompa çıkışı) (Eşanjör Çıkışı)

$$\begin{aligned} T_6 &= T_5 = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_6 &= P_{üst} = 1554.33 \text{ kPa} \\ X_6 &= X_5 = 0.55 \\ h_6 &= h_5 = 114.3 \text{ kJ / kg} \end{aligned}$$

8. nokta (Kaynatıcı çıkışı) (Eşanjör girişi)

$$\begin{aligned} T_8 &= T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_8 &= P_{üst} = 1554.33 \text{ kPa} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} T_8 &= T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_8 &= P_{üst} = 1554.33 \text{ kPa} \end{aligned}} \right\} \begin{array}{l} \text{Diyagram 1' den } X_8 = 0.40 \\ h_8 = 86.4 \text{ kcal / kg} = 361.74 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

9. nokta (Eşanjör çıkışı) (KV girişi)

$$P_9 = P_{üst} = 1554.33 \text{ kPa}$$

$$\epsilon = \frac{\text{Gerçek ısı geçişi}}{\text{Olabilecek en büyük ısı geçişi}} = \frac{T_{sıc g} - T_{sıc ç}}{T_{sıc g} - T_{soğ g}}$$

$$\epsilon = \frac{h_8 - h_9}{h_8 - h_6}$$

$$h_9 = h_8 - \epsilon(h_8 - h_6)$$

$$\epsilon = 0.6 \text{ kabul edilirse;}$$

$$h_9 = 361.74 - 0.6(361.74 - 114.3) = 213.3 \text{ kJ / kg}$$

$$X_9 = X_8 = 0.40$$

9 noktasının antalpisi ve konsantrasyonu bilindiğine göre;

Diyagram 3' den $T_9 = 68 \text{ }^\circ\text{C}$

10. nokta (KV çıkışı) (Absorber girişi)

$$T_{10} = T_9 = 68 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_{10} = P_9 = 614.95 \text{ kPa}$$

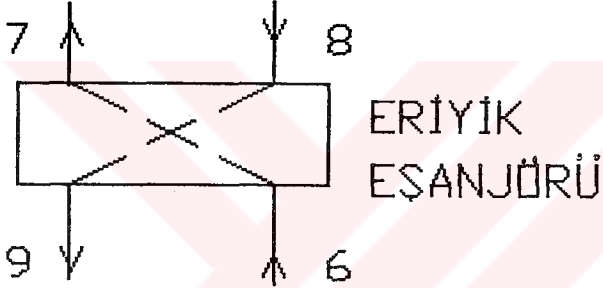
$$h_{10} = h_9 = 213.3 \text{ kJ / kg}$$

$$X_{10} = X_9 = 0.40$$

7. nokta (Kaynatıcı girişi)

$$P_7 = P_{\text{üst}} = 1554.33 \text{ kJ / kg}$$

$$X_7 = X_6 = 0.55$$



Eşanjör dengesi

$$WF(h_8 - h_9) = WZ(h_7 - h_6)$$

$$h_7 = h_6 + \frac{WF}{WZ}(h_8 - h_9)$$

$$WF = \frac{1 - X_7}{X_7 - X_8} = \frac{1 - 0.55}{0.55 - 0.40} = 3$$

$$WZ = \frac{1 - X_8}{X_7 - X_8} = \frac{1 - 0.40}{0.55 - 0.40} = 4$$

$$h_7 = 114.3 + \frac{3}{4}(361.74 - 213.3) = 225.63 \text{ kJ / kg}$$

Eşanjör dengesinde,

$$WZ(T_7 - T_6) = WF(T_8 - T_9)$$

$$T_7 = T_6 + \frac{WF}{WZ}(T_8 - T_9)$$

$$T_7 = 40 + \frac{3}{4}(100 - 68) = 64 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Denklem 2.21 ' den

$$q_{\text{YOG}} = h_1 - h_2 = 1647.8 - 371.7 = 1276.19 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.22 ' den

$$q_{\text{BUH}} = h_4 - h_3 = 1453.3 - 371.7 = 1081.6 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.20 ' den

$$q_{\text{KAY}} = h_1 + WF h_8 - WZ h_7$$

$$q_{\text{KAY}} = 1647.89 + 3 \cdot 361.74 - 4 \cdot 225.63 = 1830.59 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.23 ' den

$$q_{\text{ABS}} = WZ h_5 - WF h_{10} - h_4$$

$$q_{\text{ABS}} = 4 \cdot 114.3 - 3 \cdot 213.3 - 1453.3 = 1636 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{Alınan ısı} = q_{\text{KAY}} + q_{\text{BUH}} = 1830.59 + 1081.6 = 2912.19 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{Verilen ısı} = q_{\text{YOĞ}} + q_{\text{ABS}} = 1276.19 + 1636 = 2912.19 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{STK} = \frac{q_{\text{BUH}}}{q_{\text{KAY}}} = \frac{1081.6}{1830.59} = 0.591$$

$$\text{ITK} = \frac{q_{\text{YOĞ}} + q_{\text{ABS}}}{q_{\text{KAY}}} = \frac{1276.19 + 1636}{1830.59} = 1.591$$

4. 2 BİLGİSAYAR YARDIMI İLE HESAP YÖNTEMİ

Absorbsiyonlu soğutma sisteminin hesabı için zengin ve fakir eriyik konsantrasyonları ve her noktanın entalpilerinin bilinmesi, ana elemanların boyutlandırılmasına ve dolayısıyla soğutma tesir katsayısının bulunmasına yeterli olacağı daha önce belirtilmişti.

Hem kıyas açısından hem de doğruluğun kontrolü açısından aynı sayısal değerler alınarak, yine Şekil 1. 1-b' de gösterilen sistem için hesaplar yapılacaktır.

4. 2. 1 LİTYUM BROMÜR-SU ERİYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNİN BİLGİSAYAR YARDIMIYLA HESABI

Hesap için kabul edilen değerler aşağıda verilmiştir:

Kaynatıcı sıcaklığı $T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$

Buharlaştırıcı sıcaklığı ... $T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Yoğusturucu sıcaklığı $T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Absorber sıcaklığı $T_a = T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ (Kabul no:13)

2. 1. 2' de belirtilen kabüller ışığında;

Cevrim üst basıncı hesabı;

$T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$, kabul no 2' den T_y ' ye karşılık gelen doyma basıncı P_y , 3.33 nolu denklemden,

$$T_{P1} = [(40 * 1.8) + 32] = 104 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_P = 104 + 459.7 = 563.7 \text{ }^\circ\text{R}$$

$$P = 1.070678 \text{ PSI}$$

$$P_d = 6.89643 * 1.070678 = 7.3838 \text{ kPa}$$

$$P_y = P_{üst} = 7.3838 \text{ kPa}$$

Çevrim alt basıncı hesabı;

$T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul no 3' den T_b ' ye karşılık gelen doyma basıncı P_b , 3. 34 nolu denklemden,

$$T_{P1} = [(10 * 1.8) + 32] = 50 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_P = 50 + 459.7 = 509.7 \text{ }^\circ\text{R}$$

$$P = 0.1779777 \text{ PSI}$$

$$P_d = 6.89643 * 0.1779777 = 1.2274 \text{ kPa}$$

$$P_b = P_{alt} = 1.2274 \text{ kPa}$$

1. nokta (Yoğuşturucu girişi) (Kaynatıcı çıkışı)

$$T_1 = T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_1 = P_{üst} = 7.3838 \text{ kPa}$$

3. 4 nolu denklemden kızgın buhar fazındaki su buharının entalpisi;

$$T_{HK} = (100 * 1.8) + 32 = 212 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 = H_K = 2682.012 \text{ kJ / kg}$$

2. nokta (Yoğuşturucu çıkışı) (KV girişi)

$$T_2 = T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_2 = P_{üst} = 7.3838 \text{ kPa}$$

$$x_2 = 0.0$$

3. 36 nolu denklemden doymuş sıvı fazındaki suyun entalpisi;

$$T_{HS} = (40 * 1.8) + 32 = 104 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$h_2 = H_S = 167.5976 \text{ kJ / kg}$$

3. nokta (Kısılma vanası çıkışı) (Buharlaştırıcı girişi)

$$T_3 = T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_3 = P_{alt} = 1.2274 \text{ kPa}$$

Kısılma vanasında entalpi sabittir,

$$h_3 = h_2 = 167.5976 \text{ kJ / kg}$$

4. nokta (Buharlaştırıcı çıkışı)

$$T_4 = T_b = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_4 = P_{alt} = 1.2274 \text{ kPa}$$

$$x_4 = 1.0$$

3. 3 nolu denklemden doymuş buhar fazındaki su buharının entalpisi;

$$THB = (10 \cdot 1.8) + 32 = 50 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$h_4 = HB = 2517.254 \text{ kJ / kg}$$

5. nokta (Absorber çıkışı) (Pompa girişi)

$$T_5 = T_a = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_5 = P_{alt} = 1.2274 \text{ kPa}$$

3. 6 nolu denklem yardımıyla eriyik konsantrasyonunu bulabiliriz. Bu denklemden konsantrasyon (X), direkt olarak eşitliğin diğer tarafına kolayca çekilemediğinden çeşitli X değerlerine karşılık gelen eriyik sıcaklığıyla yapılan kıyas sonucunda (ki bu bilgisayarda çok kolaydır) aranılan X değeri kolayca bulunur.

$$T_E = T_5 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TAK = T_b = 10 °C olmak üzere denklemi sağlayan X değeri,

$$X_5 = 55 \text{ olarak bulunur.}$$

3. 7 nolu denklem yardımıyla 5 noktasının entalpisini bulabiliriz,

$$TH = (40 \cdot 1.8) + 32 = 104 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_5 = H = 93.7 \text{ kJ / kg}$$

6. nokta (Pompa çıkışı) (Eşanjör Çıkışı)

$$T_6 = T_5 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_6 = P_{üst} = 7.3838 \text{ kPa}$$

$$X_6 = X_5 = 0.55$$

$$h_6 = h_5 = 93.7 \text{ kJ / kg}$$

8. nokta (Kaynatıcı çıkışı) (Eşanjör girişi)

$$T_8 = T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_8 = P_{üst} = 7.3838 \text{ kPa}$$

Basınç ve sıcaklık belli olduğuna göre 3. 6 nolu denklem yardımıyla eriyik konsantrasyonu,

$$X_8 = 66 \text{ olarak bulunur.}$$

Yine 3. 7 nolu denklem yardımıyla bu noktanın entalpisi de

$$h_8 = H = 258.4554 \text{ kJ / kg bulunur.}$$

9. nokta (Eşanjör çıkışı) (KV girişi)

$$P_9 = P_{üst} = 7.3838 \text{ kPa}$$

$$\epsilon = \frac{\text{Gerçek ısı geçişi}}{\text{Olabilecek en büyük ısı geçişi}} = \frac{T_{s1c g} - T_{s1c c}}{T_{s1c g} - T_{soğ g}}$$

$$\epsilon = \frac{h_8 - h_9}{h_8 - h_6}$$

$$h_9 = h_8 - \epsilon(h_8 - h_6)$$

$$\epsilon = 0.6 \text{ kabul edilirse;}$$

$$h_9 = 258.4554 - 0.6(258.4554 - 93.7) = 159.6 \text{ kJ / kg}$$

$$X_9 = X_8 = 0.66$$

9 noktasının basıncı, entalpisi ve konsantrasyonu bilindiğine göre 3. 7 nolu denklemden;

$$T_9 = 44 \text{ }^\circ\text{C bulunur.}$$

10. nokta (KV çıkışı) (Absorber girişi)

$$T_{10} = T_9 = 44 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_{10} = P_9 = 1.2274 \text{ kPa}$$

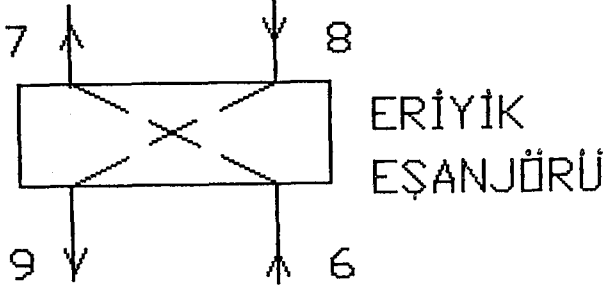
$$h_{10} = h_9 = 159.6 \text{ kJ / kg}$$

$$X_{10} = X_9 = 0.66$$

7. nokta (Kaynatıcı girişi)

$$P_7 = P_{üst} = 7.3838 \text{ kJ / kg}$$

$$X_7 = X_6 = 0.55$$



Eşanjör dengesi

$$WZ(h_8 - h_9) = WF(h_7 - h_6)$$

$$h_7 = h_6 + \frac{WZ}{WF} (h_8 - h_9)$$

$$WZ = \frac{X_7}{X_8 - X_7} = \frac{0.55}{0.66 - 0.55} = 5$$

$$WF = \frac{X_8}{X_8 - X_7} = \frac{0.66}{0.66 - 0.55} = 6$$

$$h_7 = 93.7 + \frac{5}{6} (258.4544 - 159.6) = 176 \text{ kJ / kg}$$

3. 7' den $T_7 = 75 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak bulunur.

Denklem 2.16' dan

$$q_{\text{YOĞ}} = h_1 - h_2 = 2688.012 - 167.5976 = 2514.414 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.17' den

$$q_{\text{BUH}} = h_4 - h_3 = 2517.254 - 167.5976 = 2349.656 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.15' den

$$q_{\text{KAY}} = h_1 + WZ h_8 - WF h_7$$

$$q_{\text{KAY}} = 2682.012 + 5 \cdot 258.4544 - 6 \cdot 176.077 = 2917.818 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.18' den

$$q_{\text{ABS}} = WF h_5 - WZ h_{10} - h_4$$

$$q_{\text{ABS}} = 5 \cdot 93.7 - 4 \cdot 159.6 - 2517.254 = 2753.059 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{Alınan ısı} = q_{\text{KAY}} + q_{\text{BUH}} = 2917.818 + 2349.656 = 5267.474 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{Verilen ısı} = q_{\text{YOĞ}} + q_{\text{ABS}} = 2514.414 + 2753.059 = 5267.473 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{STK} = \frac{q_{\text{BUH}}}{q_{\text{KAY}}} = \frac{2349.656}{2917.818} = 0.805$$

$$\text{ITK} = \frac{q_{\text{YOĞ}} + q_{\text{ABS}}}{q_{\text{KAY}}} = \frac{2514.414 + 2753.059}{2917.818} = 1.805$$

4. 1. 2 AMONYAK-SU ERİYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNİN BİLGİSAYAR YARDIMIYLA HESABI

Hesap için kabul edilen değerler aşağıda verilmiştir;

Kaynatıcı sıcaklığı $T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$

Buharlaştırıcı sıcaklığı ... $T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Yoğusturucu sıcaklığı $T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Absorber sıcaklığı $T_a = T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ (Kabul no:13)

2. 1. 2' de belirtilen kabüller ışığında;

Çevrim üst basıncı hesabı;

$T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$, kabul no 2' den T_y' ye karşılık gelen doyma basıncı P_y , 3.33 nolu denklemden,

$$TP1 = [(40*1.8) + 32] = 104 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$TP = 104 + 459.7 = 563.7 \text{ } ^\circ\text{R}$$

$$P = 225.307 \text{ PSI}$$

$$P_d = 6.89643*225.307 = 1553.815 \text{ kPa}$$

$$P_y = P_{üst} = 1553.815 \text{ kPa}$$

Çevrim alt basıncı hesabı;

$T_b = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ kabul no 3' den T_b' ye karşılık gelen doyma basıncı P_b , 3. 34 nolu denklemden,

$$TP1 = [(10*1.8) + 32] = 50 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$TP = 50 + 459.7 = 509.7 \text{ } ^\circ\text{R}$$

$$P = 89.16883083 \text{ PSI}$$

$$P_d = 6.89643*89.16883083 = 614.9466 \text{ kPa}$$

$$P_b = P_{alt} = 614.9466 \text{ kPa}$$

1. nokta (Yoğusturucu girişi) (Kaynatıcı çıkışı)

$$T_1 = T_k = 100 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_1 = P_{üst} = 1553.815 \text{ kPa}$$

3. 35 nolu denklemden kızgın buhar fazındaki su buharının entalpisi;

$$THK = (100*1.8) + 32 = 212 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_1 = HK = 1646.23 \text{ kJ / kg}$$

2. nokta (Yoğusturucu çıkışı) (KV girişi)

$$T_2 = T_y = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_2 = P_{üst} = 1553.815 \text{ kPa}$$

$$x_2 = 0.0$$

3. 36 nolu denklemden doymuş sıvı fazındaki suyun entalpisi;

$$THS = (40*1.8) + 32 = 104 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$h_2 = HS = 367.1 \text{ kJ / kg}$$

3. nokta (Kısılma vanası çıkışı)(Buharlaştırıcı girişi)

$$T_3 = T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_3 = P_{alt} = 614.9466 \text{ kPa}$$

Kısılma vanasında entalpi sabittir,

$$h_3 = h_2 = 367.1 \text{ kJ / kg}$$

4. nokta (Buharlaştırıcı çıkışı)

$$T_4 = T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_4 = P_{alt} = 614.9466 \text{ kPa}$$

$$x_4 = 1.0$$

3. 36 nolu denklemden doymuş buhar fazındaki su buharının entalpisi;

$$THB = (10 \cdot 1.8) + 32 = 50 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$h_4 = HB = 1453.3 \text{ kJ / kg}$$

5. nokta (Absorber çıkışı) (Pompa girişi)

$$T_5 = T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_5 = P_{alt} = 614.9466 \text{ kPa}$$

3. 37 nolu denklem yardımıyla eriyik konsantrasyonunu bulabiliriz. Bu denklemden konsantrasyon (X), direkt olarak eşitliğin diğer tarafına kolayca çekilemediğinden çeşitli X değerlerine karşılık gelen eriyik sıcaklığıyla yapılan kıyas sonucunda (ki bu bilgisayarda çok kolaydır) aranılan X değeri kolayca bulunur.

$$TE = T_5 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

TAK = T_b = 10 °C olmak üzere denklemi sağlayan X değeri,

$$X_5 = 55 \text{ olarak bulunur.}$$

3. 39 nolu denklem yardımıyla 5 noktasının entalpisini bulabiliriz,

$$TH = (40 \cdot 1.8) + 32 = 104 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_5 = H = 117 \text{ kJ / kg}$$

6. nokta (Pompa çıkışı) (Eşanjör Çıkışı)

$$T_6 = T_5 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_6 = P_{\text{üst}} = 1553.815 \text{ kPa}$$

$$X_6 = X_5 = 0.55$$

$$h_6 = h_5 = 117 \text{ kJ / kg}$$

8. nokta (Kaynatıcı çıkışı) (Eşanjör girişi)

$$T_8 = T_k = 100 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_8 = P_{\text{üst}} = 1553.815 \text{ kPa}$$

Basıncı ve sıcaklık belli olduğuna göre 3. 37 nolu denklem yardımıyla eriyik konsantrasyonu,

$$X_8 = 40 \text{ olarak bulunur.}$$

Yine 3. 39 nolu denklem yardımıyla bu noktanın entalpisi de

$$h_8 = H = 371 \text{ kJ / kg bulunur.}$$

9. nokta (Eşanjör çıkışı) (KV girişi)

$$P_9 = P_{\text{üst}} = 1553.815 \text{ kPa}$$

$$\epsilon = \frac{\text{Gerçek ısı geçişi}}{\text{Olabilecek en büyük ısı geçişi}} = \frac{T_{\text{sıc g}} - T_{\text{sıc ç}}}{T_{\text{sıc g}} - T_{\text{soğ g}}}$$

$$\epsilon = \frac{h_8 - h_9}{h_8 - h_6}$$

$$h_9 = h_8 - \epsilon(h_8 - h_6)$$

$$\epsilon = 0.6 \text{ kabul edilirse;}$$

$$h_9 = 371 - 0.6(371 - 117) = 218.6 \text{ kJ / kg}$$

$$X_9 = X_8 = 0.40$$

9 noktasının basıncı, entalpisi ve konsantrasyonu bilindiğine göre 3. 37 nolu denklemden;

$$T_9 = 38 \text{ } ^\circ\text{C bulunur.}$$

10. nokta (KV çıkışı) (Absorber girişi)

$$T_{10} = T_9 = 38 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{10} = P_9 = 614.9466 \text{ kPa}$$

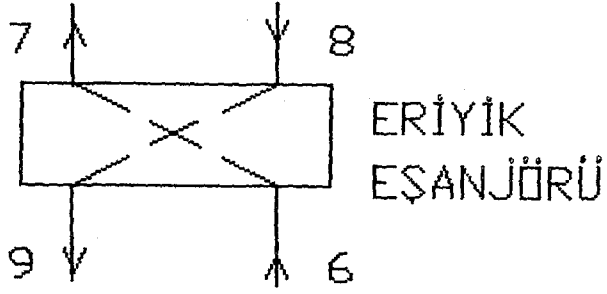
$$h_{10} = h_9 = 218.6 \text{ kJ / kg}$$

$$X_{10} = X_9 = 0.40$$

7. nokta (Kaynatıcı girişi)

$$P_7 = P_{üst} = 1553.815 \text{ kJ / kg}$$

$$X_7 = X_6 = 0.55$$



Eşanjör dengesi

$$WF(h_8 - h_9) = WZ(h_7 - h_6)$$

$$h_7 = h_6 + \frac{WF}{WZ} (h_8 - h_9)$$

$$WF = \frac{1 - X_7}{X_7 - X_8} = \frac{1 - 0.55}{0.55 - 0.40} = 3$$

$$WZ = \frac{1 - X_8}{X_7 - X_8} = \frac{1 - 0.40}{0.55 - 0.40} = 4$$

$$h_7 = 117 + \frac{3}{4} (371 - 218.6) = 231.3 \text{ kJ / kg}$$

Eşanjör dengesinden,

$$WZ(T_7 - T_6) = WF(T_8 - T_9)$$

$$T_7 = T_6 + \frac{WF}{WZ} (T_8 - T_9)$$

$$T_7 = 40 + \frac{3}{4}(100 - 68) = 64 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Denklem 2.21 ' den

$$q_{\text{YOG}} = h_1 - h_2 = 1646.23 - 367.1 = 1279.13 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.22 ' den

$$q_{\text{BUH}} = h_4 - h_3 = 1453.3 - 367.1 = 1086.2 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.20 ' den

$$q_{\text{KAY}} = h_1 + WF h_8 - WZ h_7$$

$$q_{\text{KAY}} = 1646.23 + 3 \cdot 371 - 4 \cdot 231.3 = 1834.03 \text{ kJ / kg}$$

Denklem 2.23 ' den

$$q_{\text{ABS}} = WZ h_5 - WF h_{10} - h_4$$

$$q_{\text{ABS}} = 4 \cdot 117 - 3 \cdot 218.6 - 1453.3 = 1641.1 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{Alinan ısı} = q_{\text{KAY}} + q_{\text{BUH}} = 1834.03 + 1086.2 = 2912.19 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{Verilen ısı} = q_{\text{YOG}} + q_{\text{ABS}} = 1279.13 + 1641.1 = 2912.19 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{STK} = \frac{q_{\text{BUH}}}{q_{\text{KAY}}} = \frac{1086.2}{1834.03} = 0.5922$$

$$\text{ITK} = \frac{q_{\text{YOG}} + q_{\text{ABS}}}{q_{\text{KAY}}} = \frac{1279.13 + 1641.1}{1834.03} = 1.5922$$

5. B Ö L Ü M

S O N U Ç V E İ R D E L E M E

Bu bölümde sunulan bütün grafikler Ek 3' de sunulan bilgisayar programı yardımıyla çizilmiştir.

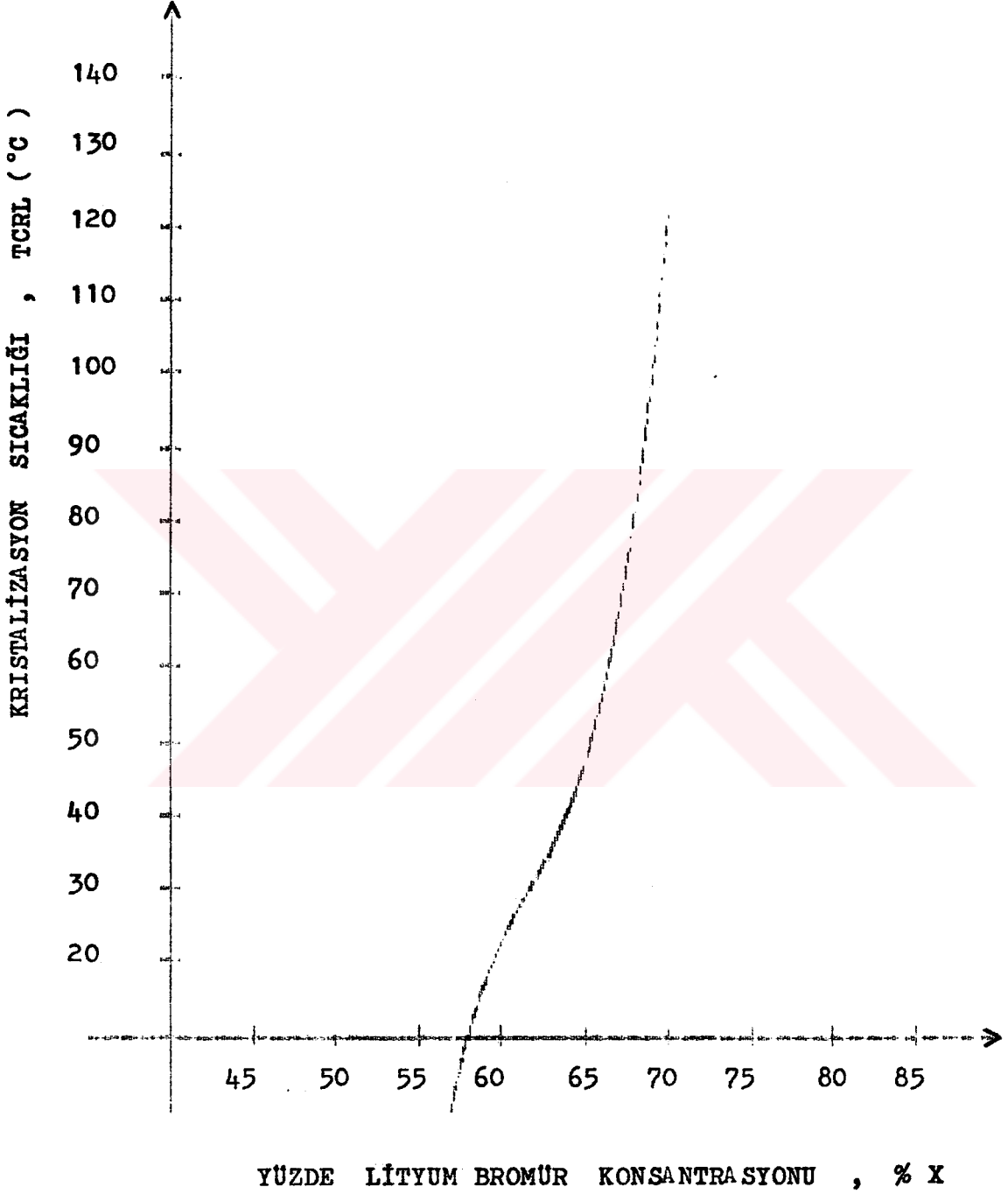
Lityum bromür katı haldeyken kristal yapıya sahiptir. Tuzların çoğu gibi Lityum bromür'de suda çözülebilir. Lityum bromürün su ile yaptığı çözeltinin belirli bir konsantrasyon değerinde belirli bir minimum çözelti sıcaklığı vardır. Bu minimum sıcaklığın altında tuz çözeltiden ayrılmaya başlar. Yani katı hale gelmeye başlar, kristalleşme olur.

Şekil 5. 1' de kristalleşme sıcaklığının konsantrasyona bağlı olarak değişimi grafik halinde verilmiştir. 3. 5 nolu denklemden de görüleceği üzere Lityum bromür-su eriyiğinin kristalizasyon sıcaklığı sadece Lityum bromür konsantrasyonuna bağlıdır. Şekil 5. 1' den de görüldüğü gibi Lityum bromür konsantrasyonu arttıkça, kristalizasyon sıcaklığı artmaktadır.

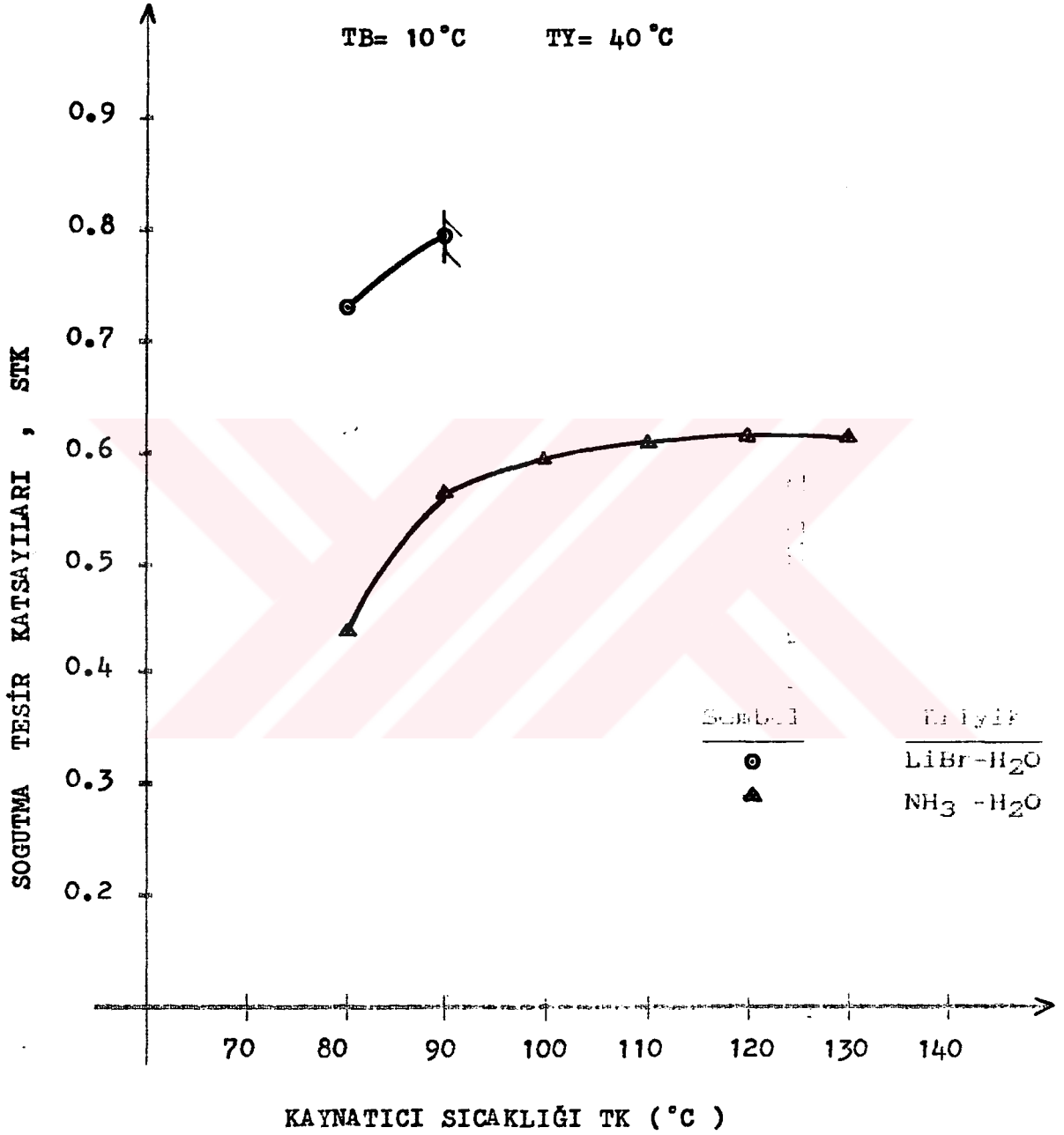
Şekil 5. 2' de yoğunlaştırıcı ve buharlaştırıcı sıcaklığı sabit olmak üzere soğutma tesir katsayılarının kaynatıcı sıcaklığına bağlı değişimleri görülmektedir. Buharlaştırıcı ve absorber sıcaklıklarının sabit olması sebebiyle, fakir eriyiğin konsantrasyon değerinde sabit kalacaktır. Yoğunlaştırıcı sıcaklığının sabit tutulup kaynatıcı sıcaklığının artırılması, kaynatıcıdan dönen zengin eriyiğin konsantrasyonunda artıracaktır. Zengin ve fakir eriyik konsantrasyonundaki bu değişim dolaşım oranına etkiyecek, dolaşım oranının azalmasına sebep olacaktır. Dolaşım oranının azalmasıyla soğutma tesir katsayısı artacaktır. Şekil 5. 2' den de görüleceği gibi Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin soğutma tesir katsayısı, amonyak-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin soğutma tesir

katsayısından daha büyüktür. Lityum bromür-su eriyikli sistemin soğutma tesir katsayısının fazla olması iyi bir avantaj olmasına rağmen sekilden de görüldüğü gibi alt ve üst sınırlar arasında çalışır. Bu sınırlamayı kristalizasyon tehlikesi oluşturur. Bunun yanında amonyak-su eriyikli sistemin soğutma tesir katsayısı düşüktür fakat sınırlayıcı etkeni yoktur.

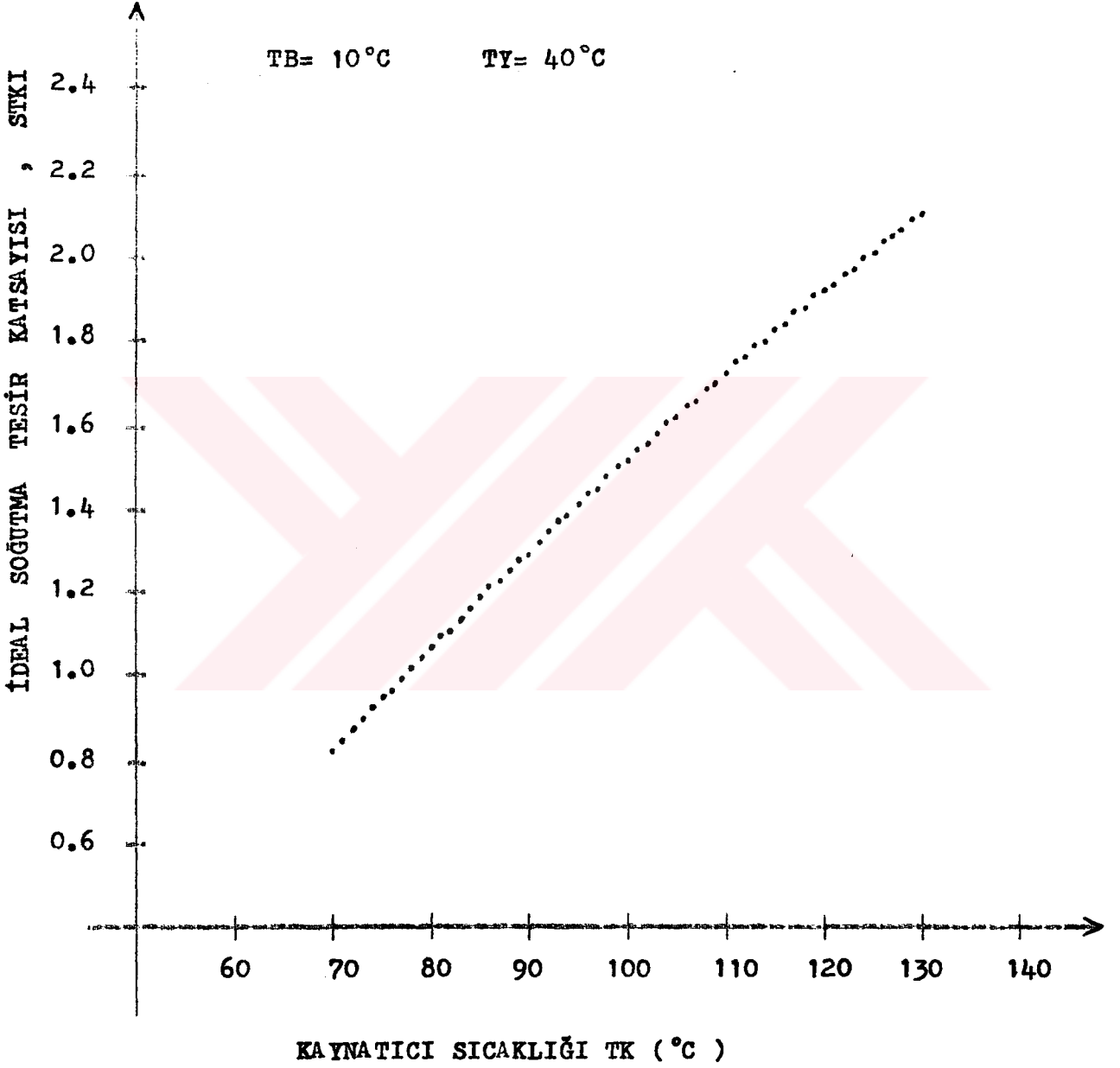
Şekil 5. 3' de yoğunlaştırıcı ve buharlaştırıcı sıcaklıkları sabit olmak üzere ideal soğutma tesir katsayısının kaynatıcı sıcaklığına bağlı değişimi görülmektedir. 2. 11 nolu denklemden de görüldüğü gibi ideal soğutma tesir katsayısı direkt olarak kaynatıcı, yoğunlaştırıcı ve buharlaştırıcı sıcaklıklarına bağlıdır. Kaynatıcı sıcaklığı arttıkça ideal soğutma tesir katsayısında lineer olarak artmaktadır. Bu denklemden sıcaklıkların K cinsinden olduğu unutulmamalıdır.



Şekil 5. 1. Lityum bromür-su eriyiğinin kristalizasyon sıcaklığının, lityum bromür konsantrasyonuna bağlı diyagramı



Sekil 5. 2. Yoğusturucu ve buharlaştırıcı sıcaklığı sabit olmak üzere soğutma tesir katsayılarının, kaynatıcı sıcaklığına bağlı değişimleri



Şekil 5. 3. Yoğuşturucu ve buharlaştırıcı sıcaklıkları sabit olmak üzere ideal soğutma tesir katsayısının, kaynatıcı sıcaklığına bağlı değişimi

Şekil 5. 4' de buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere soğutma tesir katsayılarının yoğunlaştırıcı sıcaklığına bağlı olarak değişimleri görülmektedir. Yoğunlaştırıcı sıcaklığının, absorber sıcaklığına eşit olduğu unutulmamalıdır. Şekil 5. 4 düşük yoğunlaştırıcı sıcaklıklarında soğutma tesir katsayılarının maksimum değerlerini aldığı ve yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttıkça soğutma tesir katsayılarının soğutma tesir katsayılarının azaldığı görülmektedir.

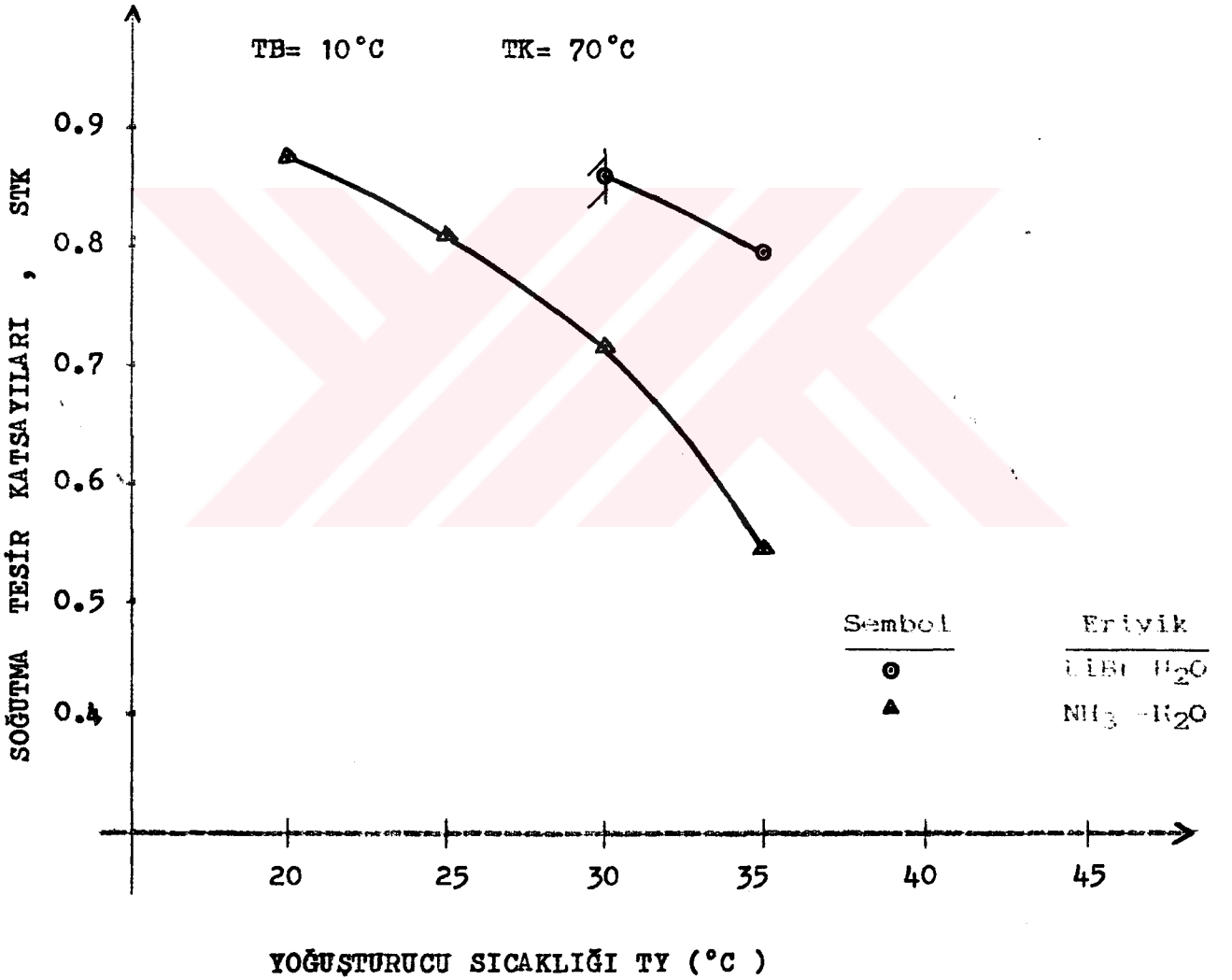
Yoğunlaştırıcı sıcaklığının, kaynatıcı sıcaklığına yaklaşma derecesine göre soğutma tesir katsayılarının azaldığı görülmüş olup, bu duruma müsaade edilmemesi gereği anlaşılmıştır. Lityum bromür-su eriyiği kullanan sistemin daha avantajlı olduğu, fakat kiritalizasyon tehlikesi sebebiyle alt ve üst sınırlar arasında çalıştığı gözlenmiştir. Sınırlayıcı etkenin olmadığı amonyak-su eriyikli sistemin soğutma tesir katsayısının daha düşük olduğu görülmüştür.

Buharlaştırıcı sıcaklığının sabit olması nedeniyle çevrim alt basınç değeri sabit bir değerdedir. Oysa yoğunlaştırıcı sıcaklığının artması üst basınç değerini gittikçe yükseltmektedir. Bu iki basınç seviyesi arasındaki fark büyüdüğünden Buhar Sıkıştırıcı Mekanik Soğutma Sistemindeki kompresör sıkıştırma işi artmaktadır. Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminde, de aynı görevi görmekte olan kaynatıcı ve absorberin ısı kapasiteleri artmakta olduğundan, soğutma tesir katsayısı azalmaktadır.

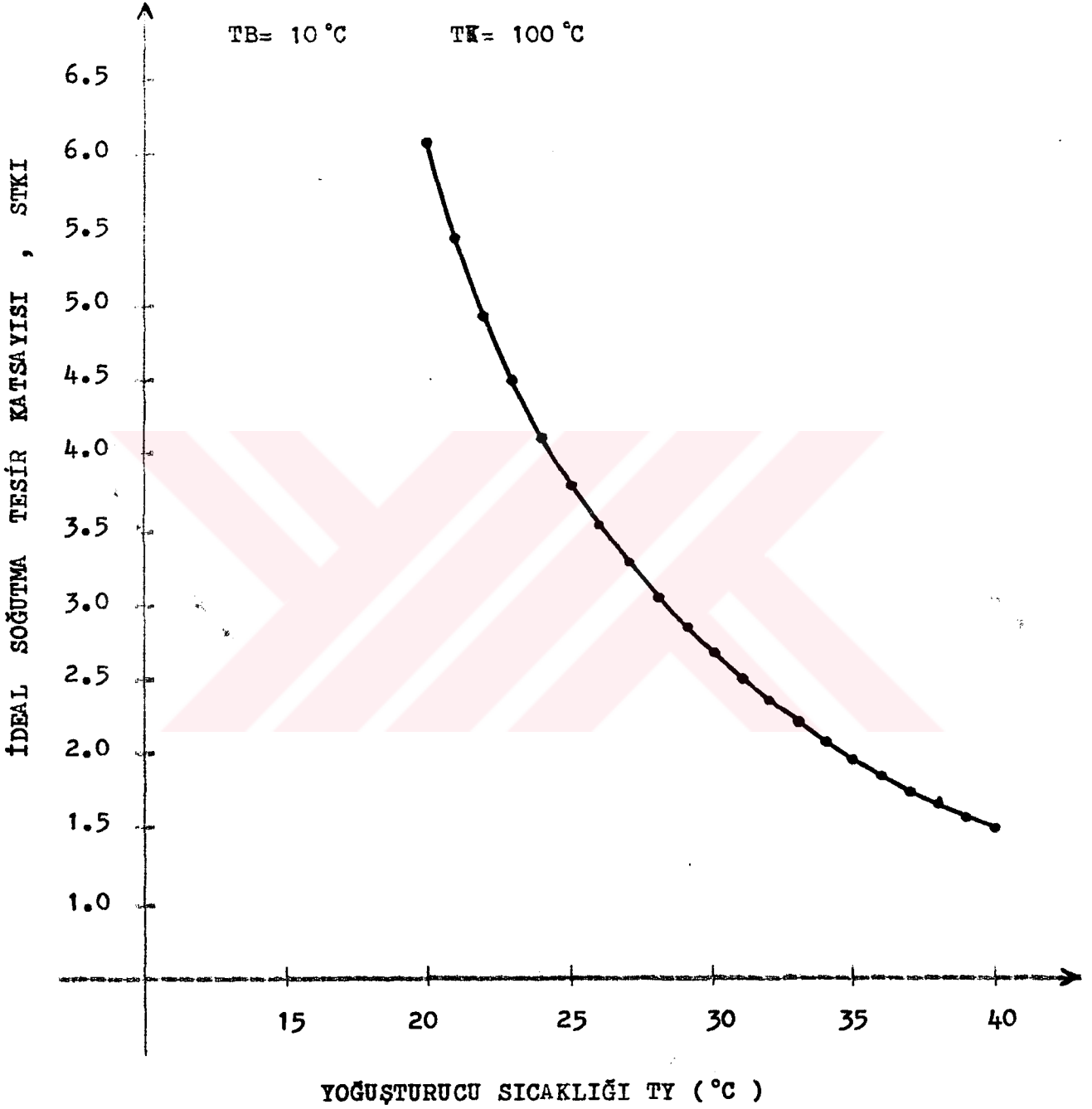
Şekil 5. 5' de buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklıkları sabit olmak üzere ideal soğutma tesir katsayısının yoğunlaştırıcı sıcaklığına bağlı olarak değişimi görülmektedir. Yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttıkça ideal soğutma tesir katsayısının azaldığı gözlenmektedir.

Yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı artırıldığında soğutma tesir katsayılarının arttığı, fakat çok yüksek kaynatıcı sıcaklıklarında soğutma tesir katsayılarının azaldıkları görülmüştür. Bu durumu düzeltmek için yoğunlaştırıcı

sıcaklığı ile kaynatıcı sıcaklığı arasındaki optimum çalışma aralığını seçmek gerekir. Yoğusturucu sıcaklığının azalmasıyla soğutma tesir katsayılarının arttığı, fakat bu seferde çevrimin üst basınç değerinin azalması ve buna bağlı olarak soğutma gücünün azaldığı görülür.



Sekil 5. 4 Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere soğutma tesir katsayılarının, yoğusturucu sıcaklığına bağlı olarak değişimleri

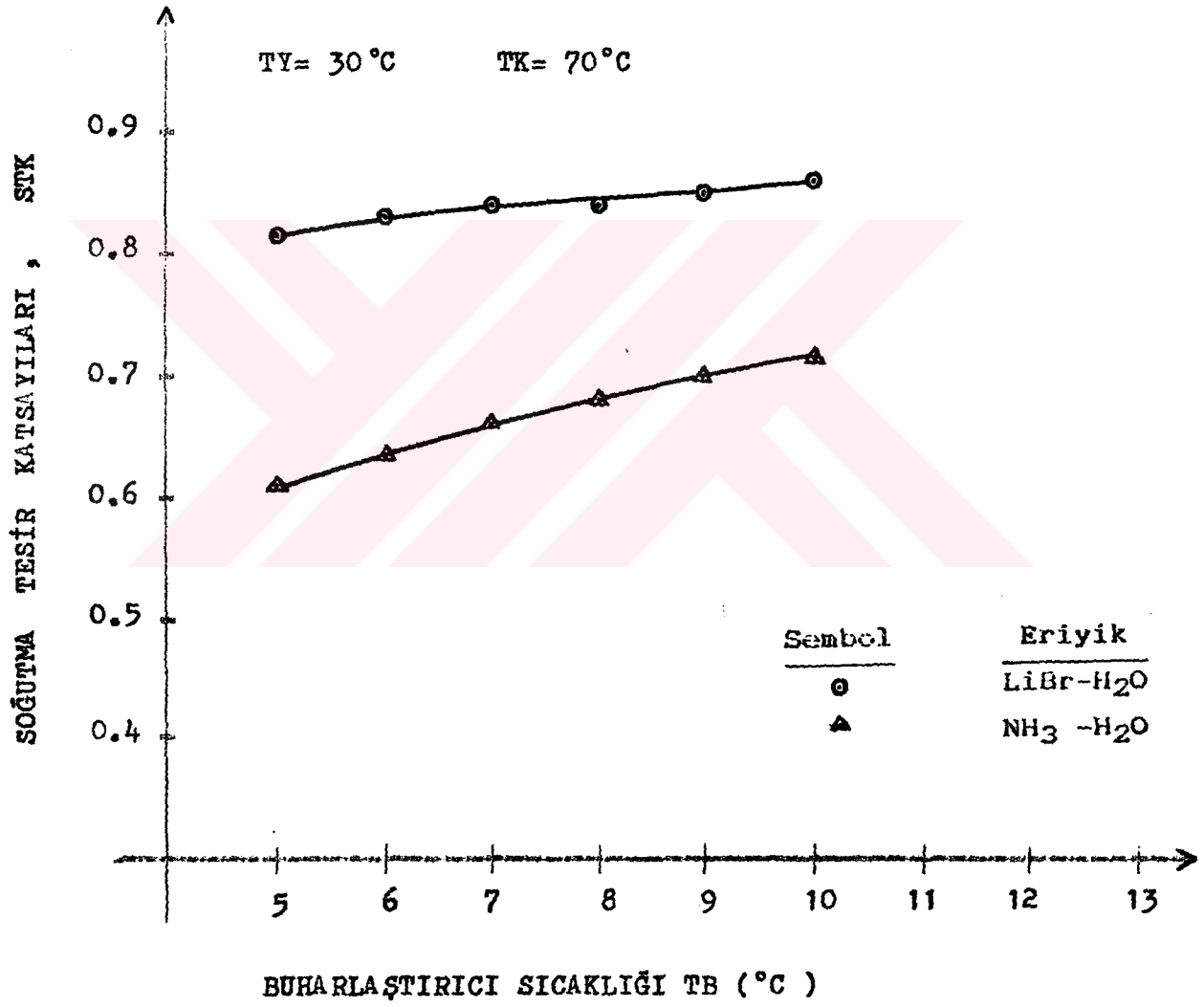


Şekil 5. 5 Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklıkları sabit olmak üzere ideal soğutma tesir katsayısının, yoğuşturucu sıcaklığına bağlı olarak değişimi

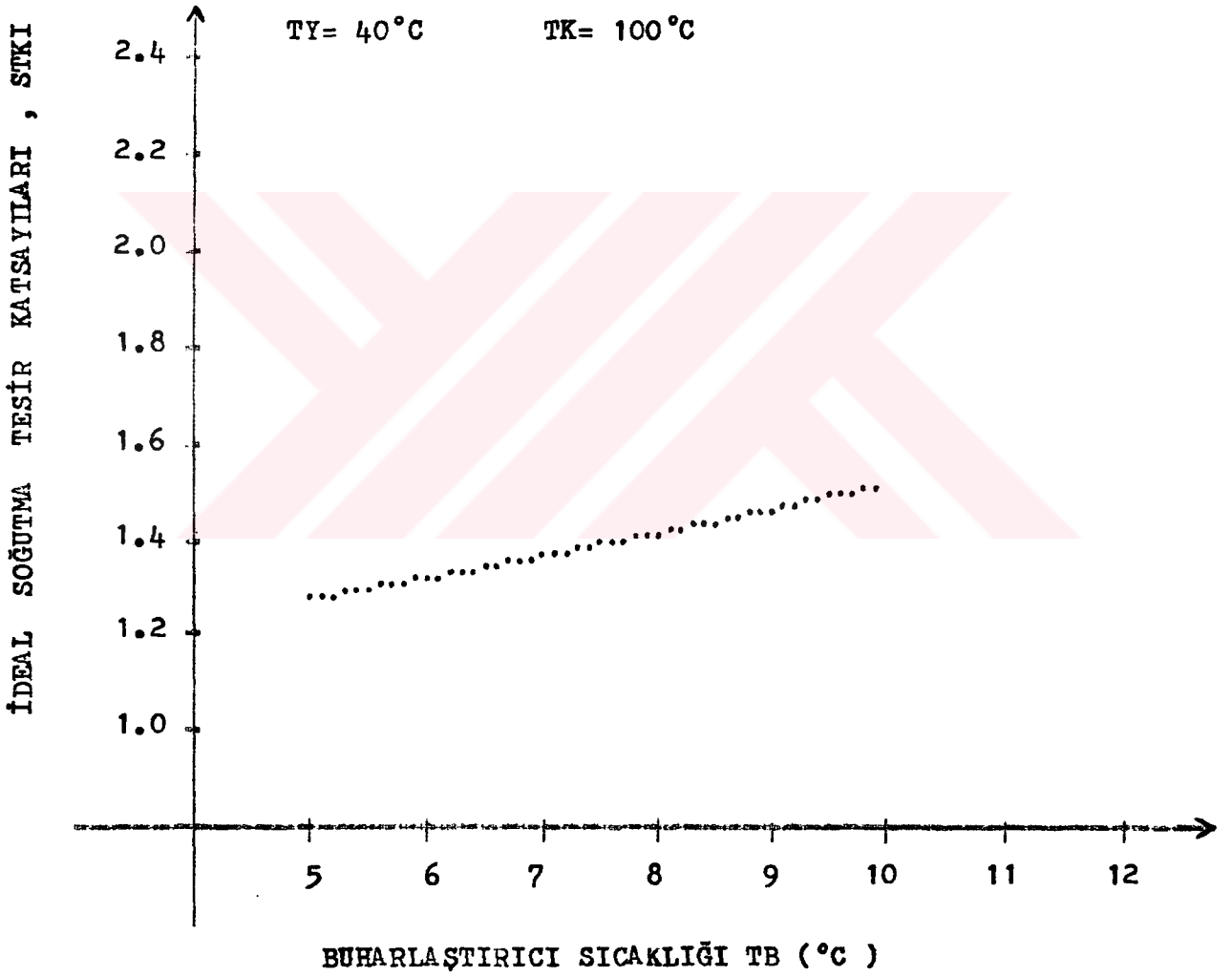
Şekil 5. 6' da yoğuşturucu ve kaynatıcı sıcaklıkları sabit olmak üzere soğutma tesir katsayılarının buharlaştırıcı sıcaklığına bağlı olarak değişimleri görülmektedir.

Şekil 5. 6' dan da görüldüğü gibi buharlaştırıcı sıcaklığı arttıkça soğutma tesir katsayıları artmaktadır. Buharlaştırıcı sıcaklığı arttıkça buharlaşma gizli ısı artmakta olduğundan 2. 19 nolu denklemden de görüleceği üzere soğutma tesir katsayıları artar. Lityum bromür-su eriyiği kullanan sistemin soğutma tesir katsayısı büyük olmasına rağmen, alttan soğutucu akışkanın su olmasından dolayı donma tehlikesi yüzünden bir alt sınır, üstte ise kristalizasyon tehlikesi yüzünden bir üst sınır sözkonusudur. Sınırlayıcı etkeni olmayan amonyak-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin soğutma tesir katsayısı Lityum bromür-su eriyiği kullanan sisteme göre düşüktür.

Şekil 5. 7' de yoğuşturucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere ideal soğutma tesir katsayısının buharlaştırıcı sıcaklığına bağlı değişimi görülmektedir. Şekil 5. 7' den de görüldüğü gibi yoğuşturucu ve kaynatıcı sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığı artırıldığında ideal soğutma tesir katsayısı artar. Fakat bu artış yoğuşturucu sıcaklığının artmasına karşılık ideal soğutma tesir katsayısının artışı kadar fazla değildir.



Sekil 5. 6 Yogusturucu ve kaynatıcı sıcaklıkları sabit olmak üzere soğutma tesir katsayılarının, buharlaştırıcı sıcaklığına bağlı olarak değişimleri



Sekil 5. 7 Yoğuşturucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere ideal soğutma tesir katsayısının, buharlaştırıcı sıcaklığına bağlı değişimi

Şekil 5. 8' de yoğusturucu, buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklıkları sabit olmak üzere soğutma tesir katsayılarının, eriyik eşanjörü etkenliğine göre değişimi görülmektedir. Diğer bütün diyagramlarda eriyik eşanjörü etkenliği 0.6 alınmıştır. Eriyik eşanjörü etkenliğinin, soğutma tesir katsayılarına etkisini şu şekilde gösterebiliriz;

Lityum bromür-su çifti için,

$$q_{KAY} = h_1 + WZ h_8 - WF h_7$$

$$h_8 - h_9 = \epsilon (h_8 - h_6)$$

$$WZ (h_8 - h_9) = WF (h_7 - h_6)$$

$$h_8 - h_9 = \frac{WF}{WZ} (h_7 - h_6)$$

$$h_9 = h_8 - \frac{WF}{WZ} (h_7 - h_6)$$

$$\epsilon (h_8 - h_6) = h_8 - h_8 + \frac{WF}{WZ} (h_7 - h_6)$$

$$\epsilon (h_8 - h_6) = \frac{WF}{WZ} (h_7 - h_6)$$

$$WF (h_7 - h_6) = WZ \epsilon (h_8 - h_6)$$

$$WF h_7 = WF h_6 + WZ \epsilon (h_8 - h_6)$$

Bu değeri birinci denklemde yerine koyarsak;

$$q_{KAY} = \underbrace{h_1 + WZ h_8 - WF h_6}_A - \underbrace{\epsilon WZ (h_8 - h_6)}_B$$

$$q_{KAY} = A - \epsilon B$$

$$STK = \frac{q_{BUH}}{q_{KAY}} = \frac{q_{BUH}}{A - \epsilon B}$$

Denklemden de eriyik eşanjörü etkenliği arttıkça soğutma tesir

katsayısı artar.

Amonyak-su çifti için;

$$q_{KAY} = h_1 + WF h_8 - WZ h_7$$

$$h_8 - h_9 = \epsilon (h_8 - h_6)$$

$$WF (h_8 - h_9) = WZ (h_7 - h_6)$$

$$h_8 - h_9 = \frac{WZ}{WF} (h_7 - h_6)$$

$$h_9 = h_8 - \frac{WZ}{WF} (h_7 - h_6)$$

$$\epsilon (h_8 - h_6) = h_8 - h_8 + \frac{WZ}{WF} (h_7 - h_6)$$

$$\epsilon (h_8 - h_6) = \frac{WZ}{WF} (h_7 - h_6)$$

$$WZ (h_7 - h_6) = WF \epsilon (h_8 - h_6)$$

$$WZ h_7 = WZ h_6) + WF \epsilon (h_8 - h_6)$$

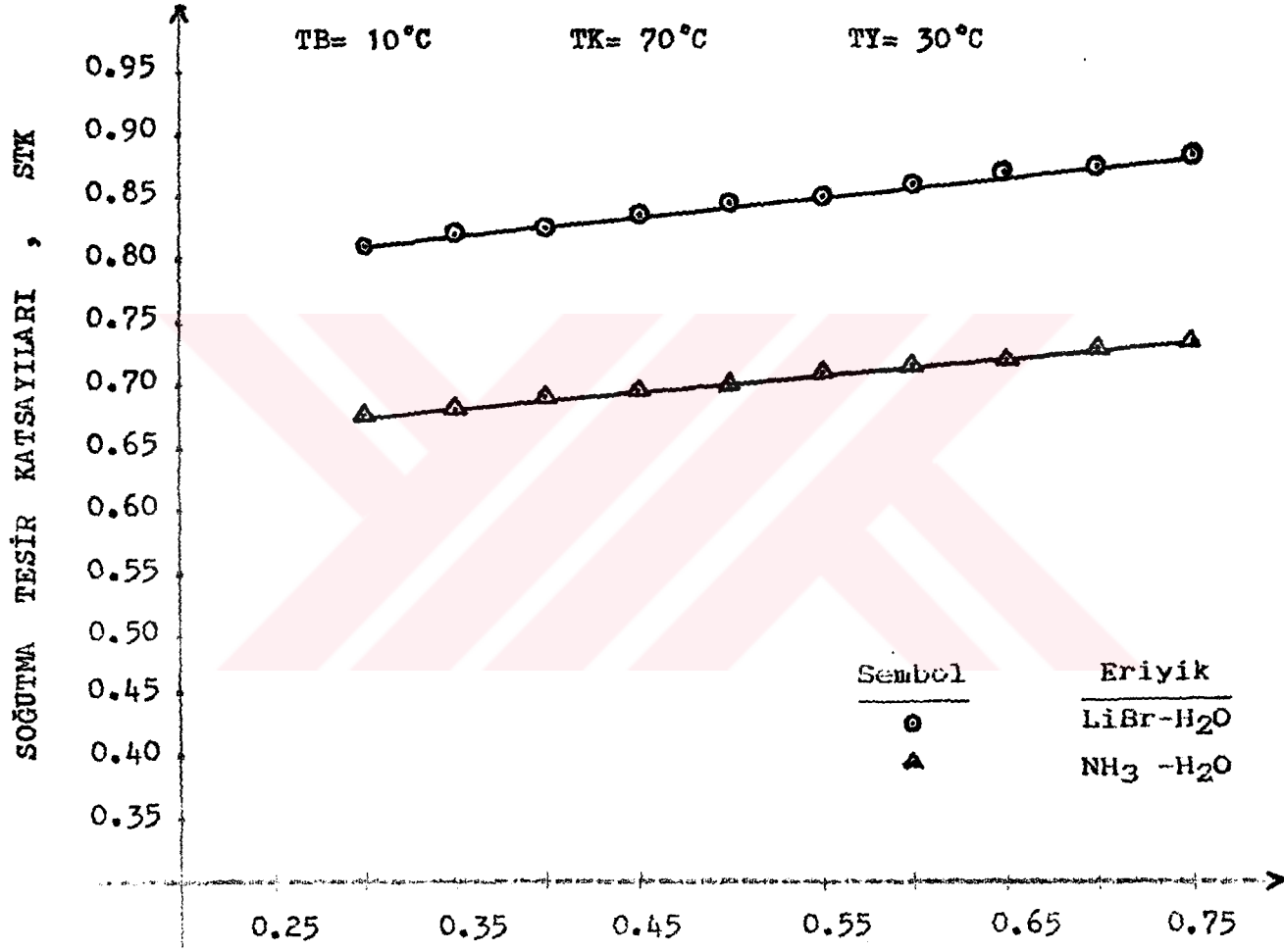
Bu değeri birinci denklemde yerine koyarsak;

$$q_{KAY} = \underbrace{h_1 + WF h_8 - WZ h_6 }_A - \underbrace{\epsilon WF (h_8 - h_6)}_B$$

$$q_{KAY} = A - \epsilon B$$

$$STK = \frac{q_{BUH}}{q_{KAY}} = \frac{q_{BUH}}{A - \epsilon B}$$

Eriyik esanjörü etkenliğinin etkisinin, iki soğutucu akışkan çifti içinde farklı olmasının sebebi; Amonyak-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde zengin veya fakir eriyik diye isimlendirmenin amonyağa göre olması ve bunun yanında Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde ise zenginliğin ve fakirliğin Lityum bromüre göre yapılmasıdır.



ERİYİK EŞANJÖRÜ ETKENLİĞİ EK

Sekil 5. 8 Yoğuşturucu, buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklıkları sabit olmak üzere soğutma tesir katsayılarının, eriyik eşanjörü etkenliğine göre değişimi

Şekil 5. 9' da buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere yoğusturucu ısıı kapasitelerinin yoğusturucu sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

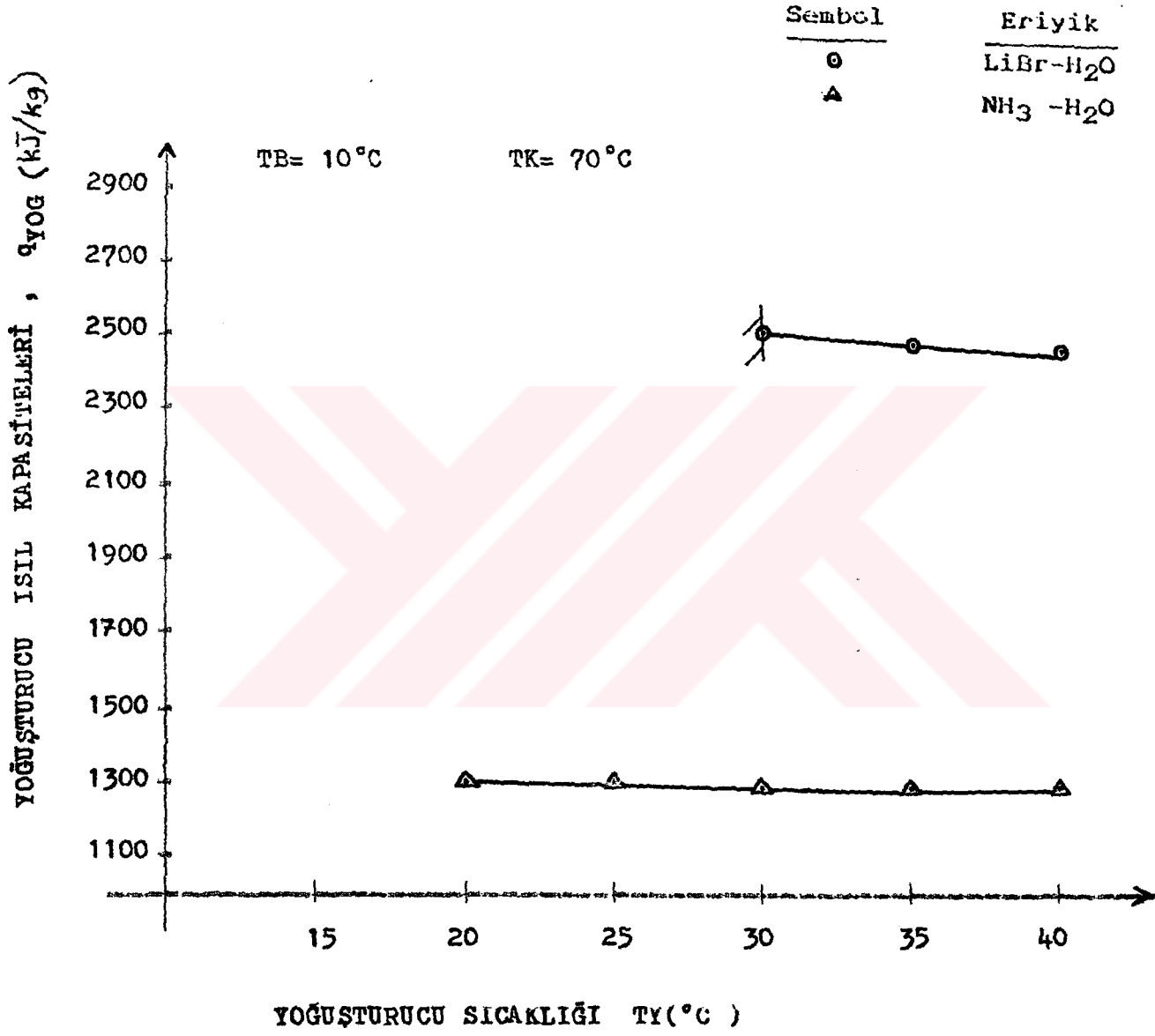
Şekil 5. 10' da yoğusturucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere yoğusturucu ısıı kapasitelerinin buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

Şekil 5. 11' de buharlaştırıcı ve yoğusturucu sıcaklığı sabit olmak üzere yoğusturucu ısıı kapasitelerinin kaynatıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

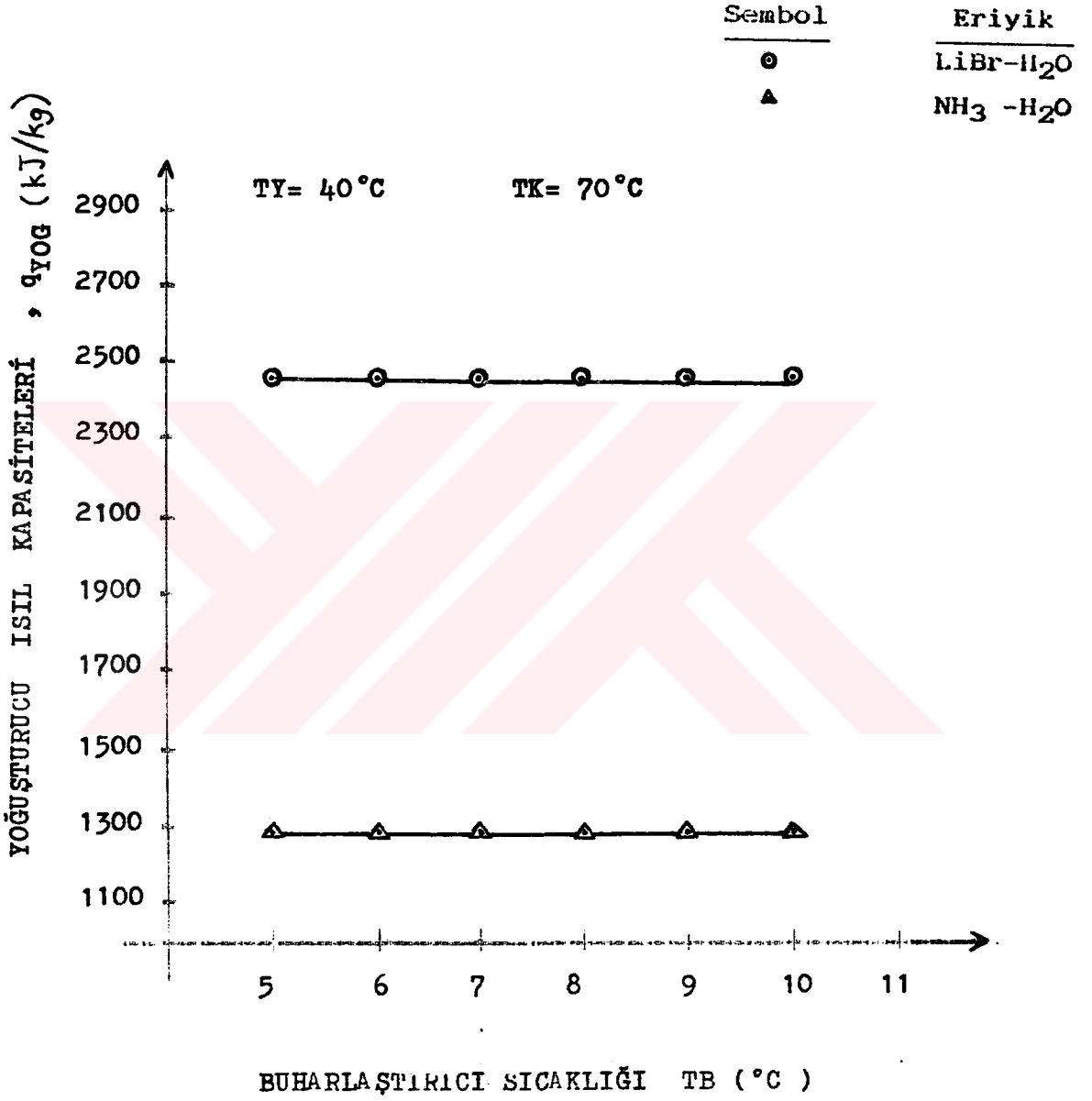
Şekillerden de görüldüğü gibi, Lityum bromür-su çifti kullanan absorbsiyonlu soğutma sisteminde, yoğusturucu ısıı kapasitesi, amonyak-su çifti kullanan absorbsiyonlu soğutma sistemindekine nazaran daha büyüktür.

Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğusturucu sıcaklığı arttırıldığında, yoğusturucu ısıı kapasitesinde azda olsa bir düşme olmaktadır. Kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğusturucu sıcaklığı arttırıldığında, yoğusturucu giriş noktası olan 1 noktasının antalpisini düşecektir. Aynı zamanda yoğusturucu çıkış noktası olan 2 noktasının antalpisinde de olan düşüş, yoğusturucu ısıı kapasitesindeki azalmaya sebep olacaktır.

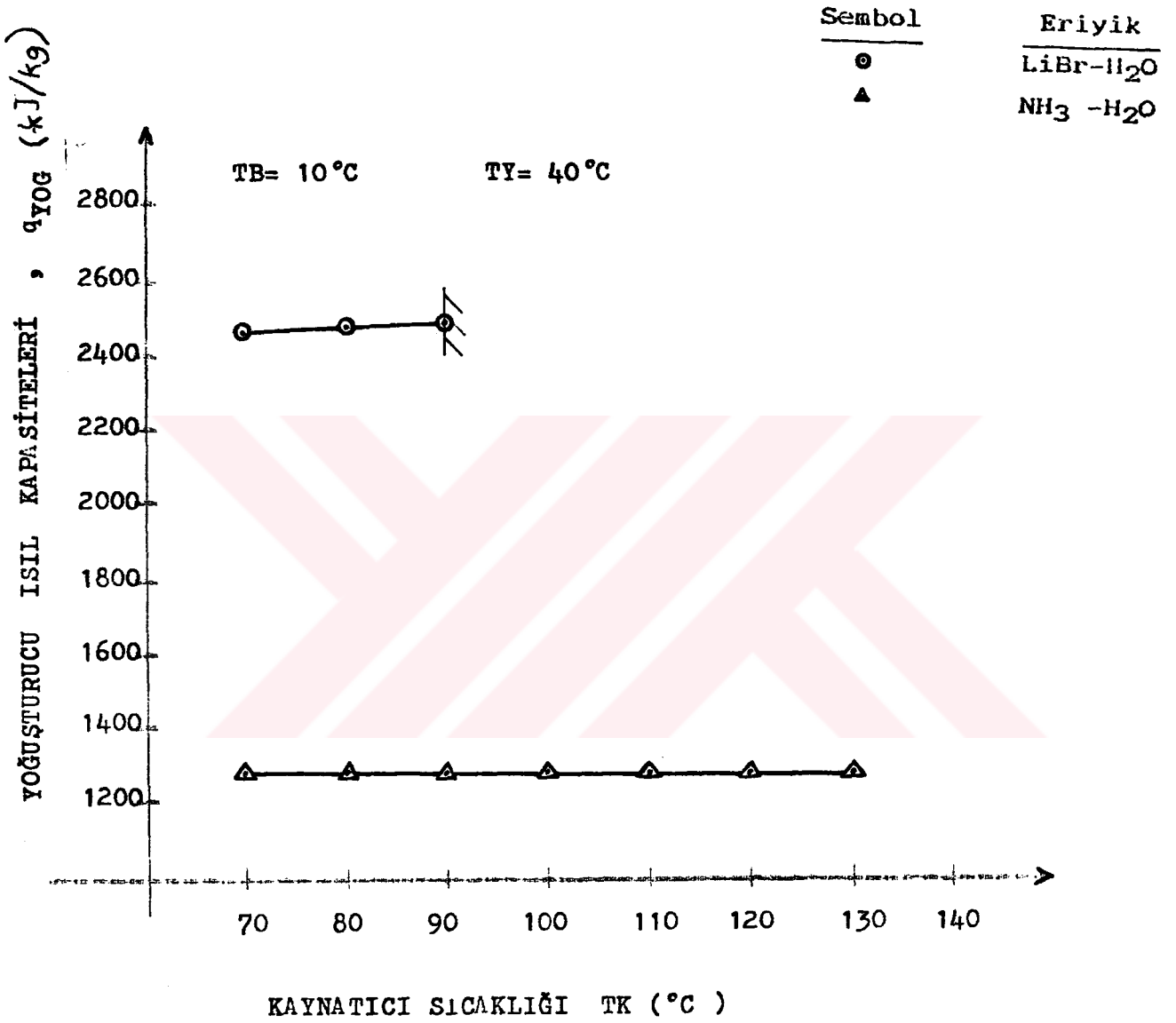
Yoğusturucu ve buharlaştırıcı sıcaklıkları sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında yoğusturucu giriş noktası antalpisinde bir artış gözleneceğinden, bu artışın etkisiyle yoğusturucu ısıı kapasitesinde azda olsa bir çoğalma gözlenecektir.



Şekil 5. 9 Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere yoğusturucu ısıt kapasitelerinin, yoğusturucu sıcaklığına göre değışimleri gösterilmiştir.



Şekil 5. 10 Yoğusturucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere yoğusturucu ısıl kapasitelerinin, buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri



Sekil 5. 11 Buharlaştırıcı ve yoğuşturucu sıcaklığı sabit olmak üzere yoğuşturucu ısı kapasitelerinin, kaynatici sıcaklığına göre değişimleri

Sekil 5. 12' de buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere buharlaştırıcı ısı kapasitelerinin yoğunlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

Sekil 5. 13' de yoğunlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere buharlaştırıcı ısı kapasitelerinin buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

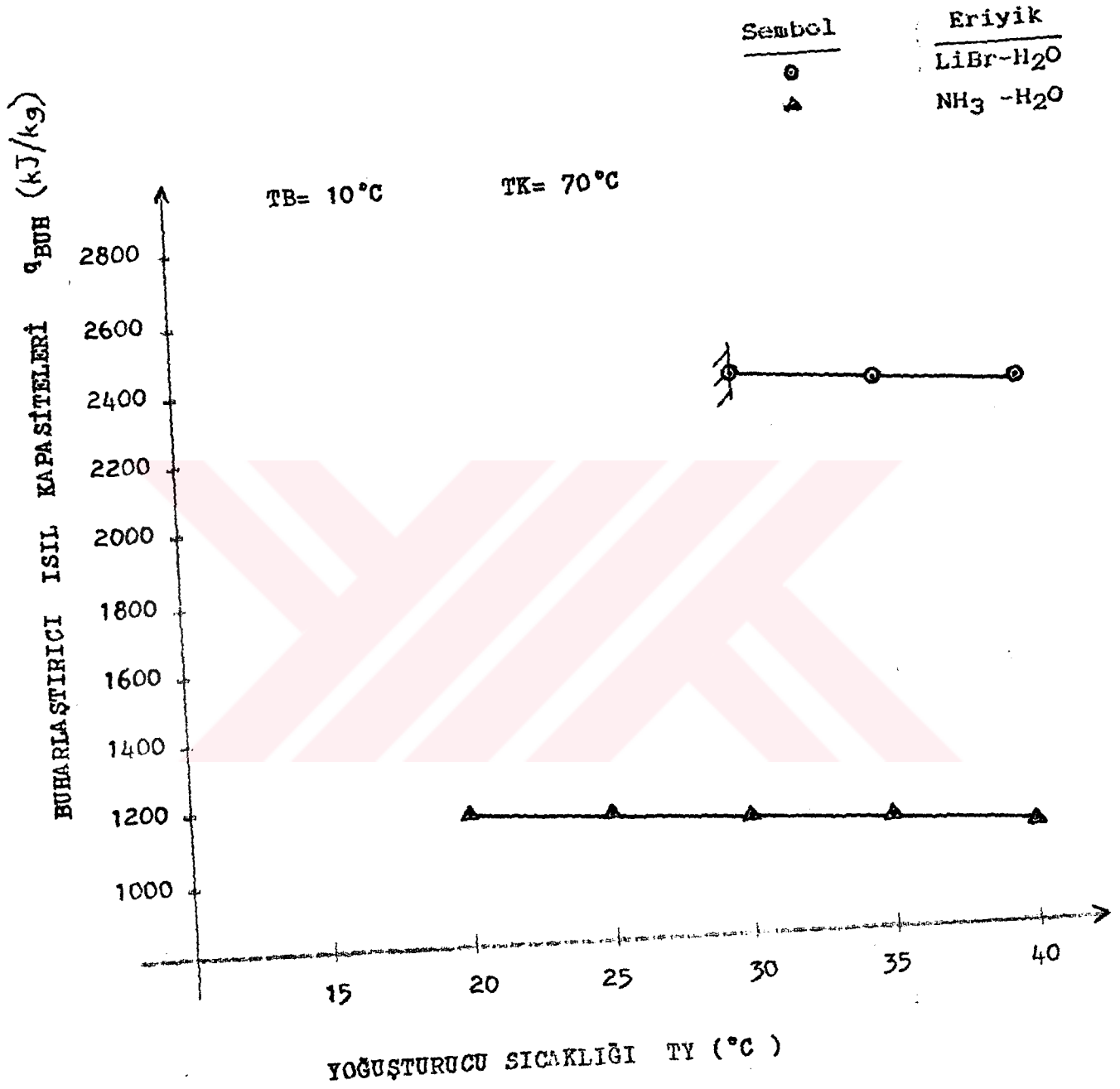
Sekil 5. 14' de buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit olmak üzere buharlaştırıcı ısı kapasitelerinin kaynatıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

Sekillerden de görüldüğü gibi, Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, buharlaştırıcı ısı kapasitesi, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekine nazaran daha büyüktür.

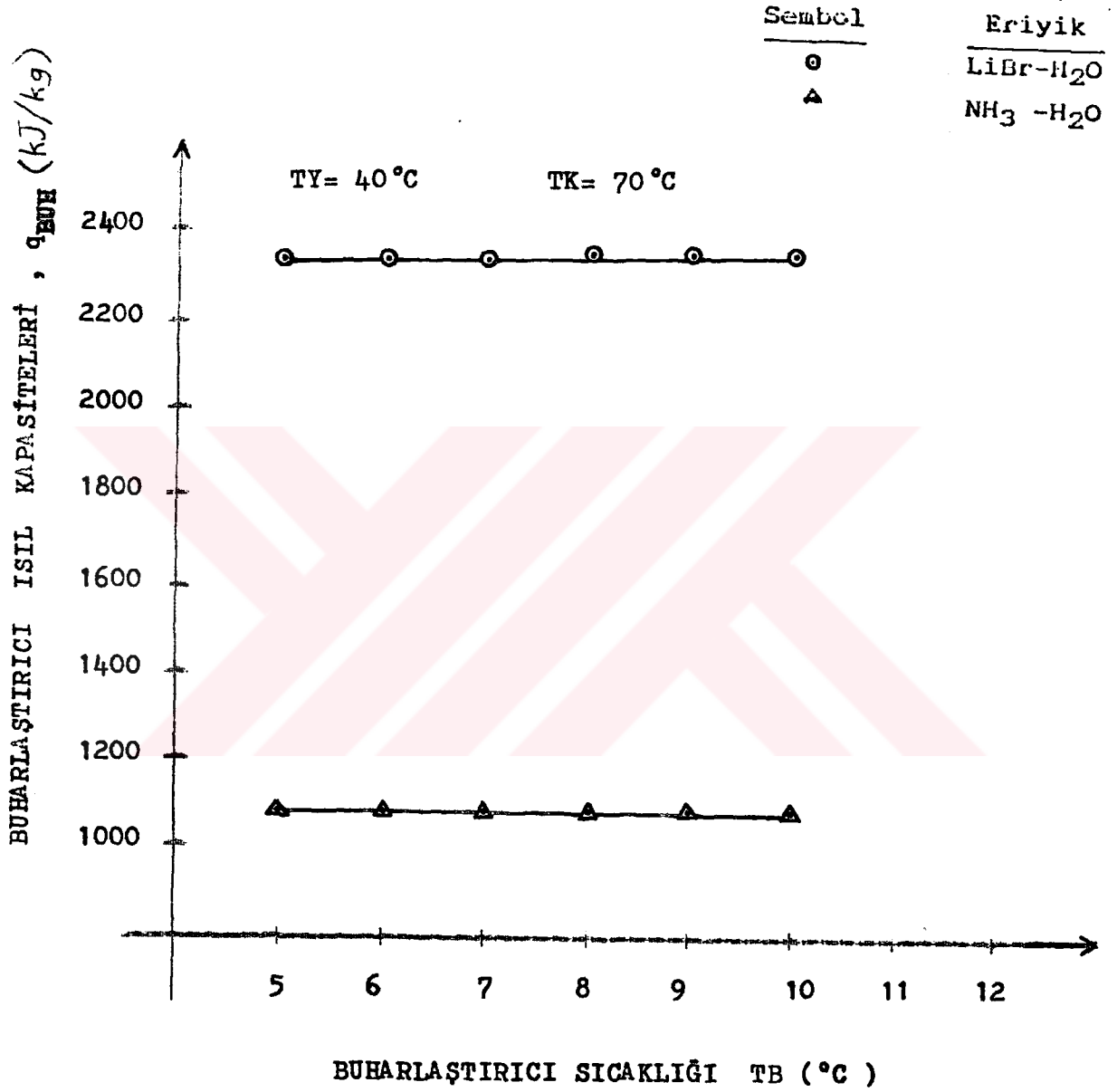
Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, buharlaştırıcı ısı kapasitesinde azda olsa bir düşme olmaktadır. Yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, yoğunlaştırıcı çıkış noktası olan 2 noktasının antalpisinde bir düşüş olacaktır, 2 noktasının antalpi 3 noktasının antalpisine eşit olduğundan (kısılma vanaşında antalpi sabit hal değişimi olur), buharlaştırıcı giriş noktası olan 3 noktası antalpisindeki düşüş buharlaştırıcı ısı kapasitesindeki azalmaya sebep olacaktır.

Kaynatıcı sıcaklığındaki artış, buharlaştırıcı ısı kapasitesi üzerinde fazla bir rol oynamayacaktır.

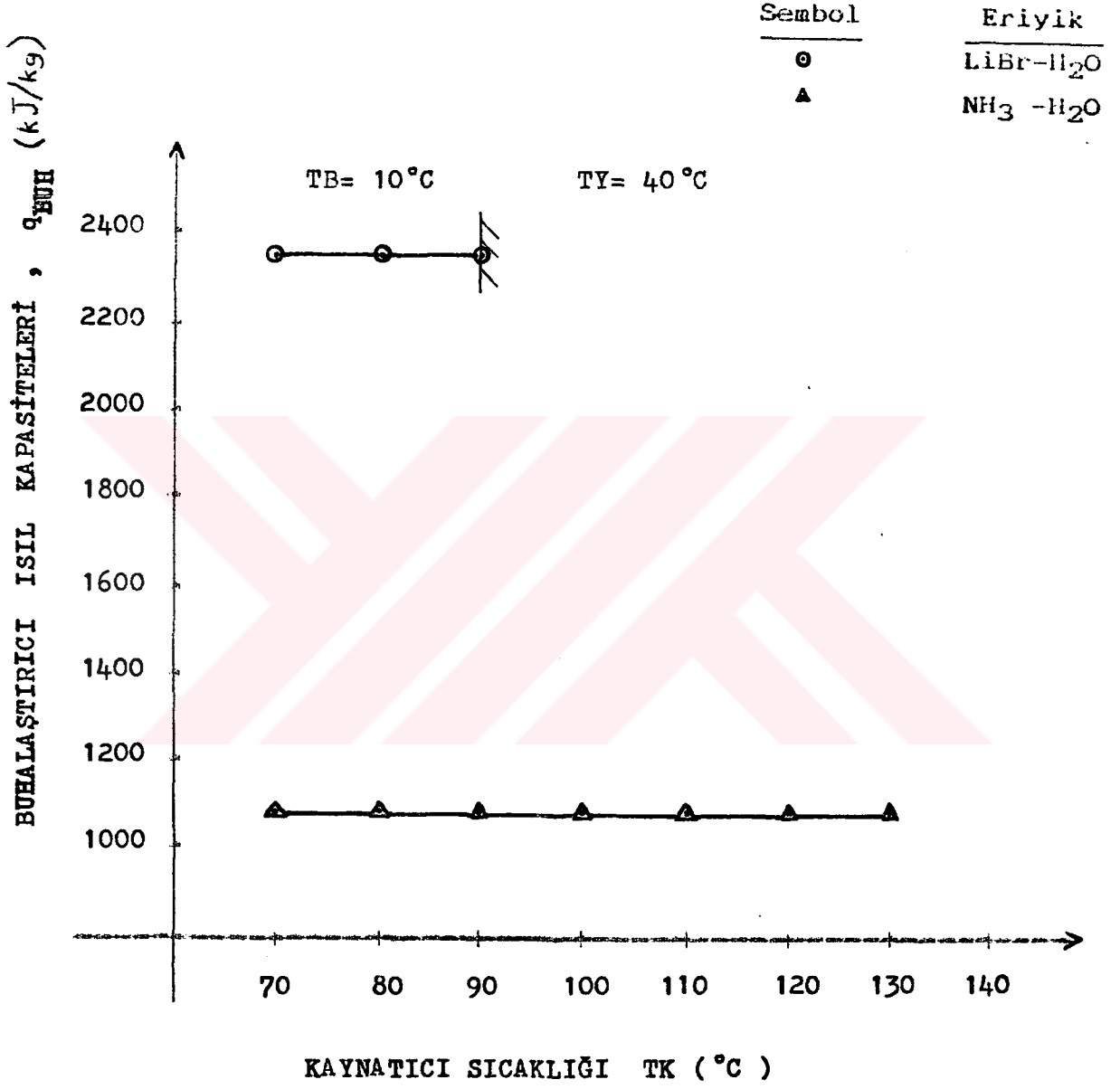
Yoğunlaştırıcı sıcaklığının sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığının arttırılması durumunda ise, buharlaştırıcı çıkış noktası olan 4 noktası antalpisinde bir artış gözlenecek, bu artış buharlaştırıcı ısı kapasitesini arttıracaktır.



Şekil 5. 12 Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere buharlaştırıcı ısıtma kapasitelerinin, yoğusturucu sıcaklığına göre değişimleri



Şekil 5. 13 Yoğusturucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere buharlaştırıcı ısıl kapasitelerinin, buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri



Sekil 5. 14 Buharlaştırıcı ve yoğusturucu sıcaklığı sabit olmak üzere buharlaştırıcı ısıl kapasitelerinin, kaynaticı sıcaklığına göre değişimleri

Şekil 5. 15' de buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere kaynatıcı ısıtıcı kapasitelerinin yoğunlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

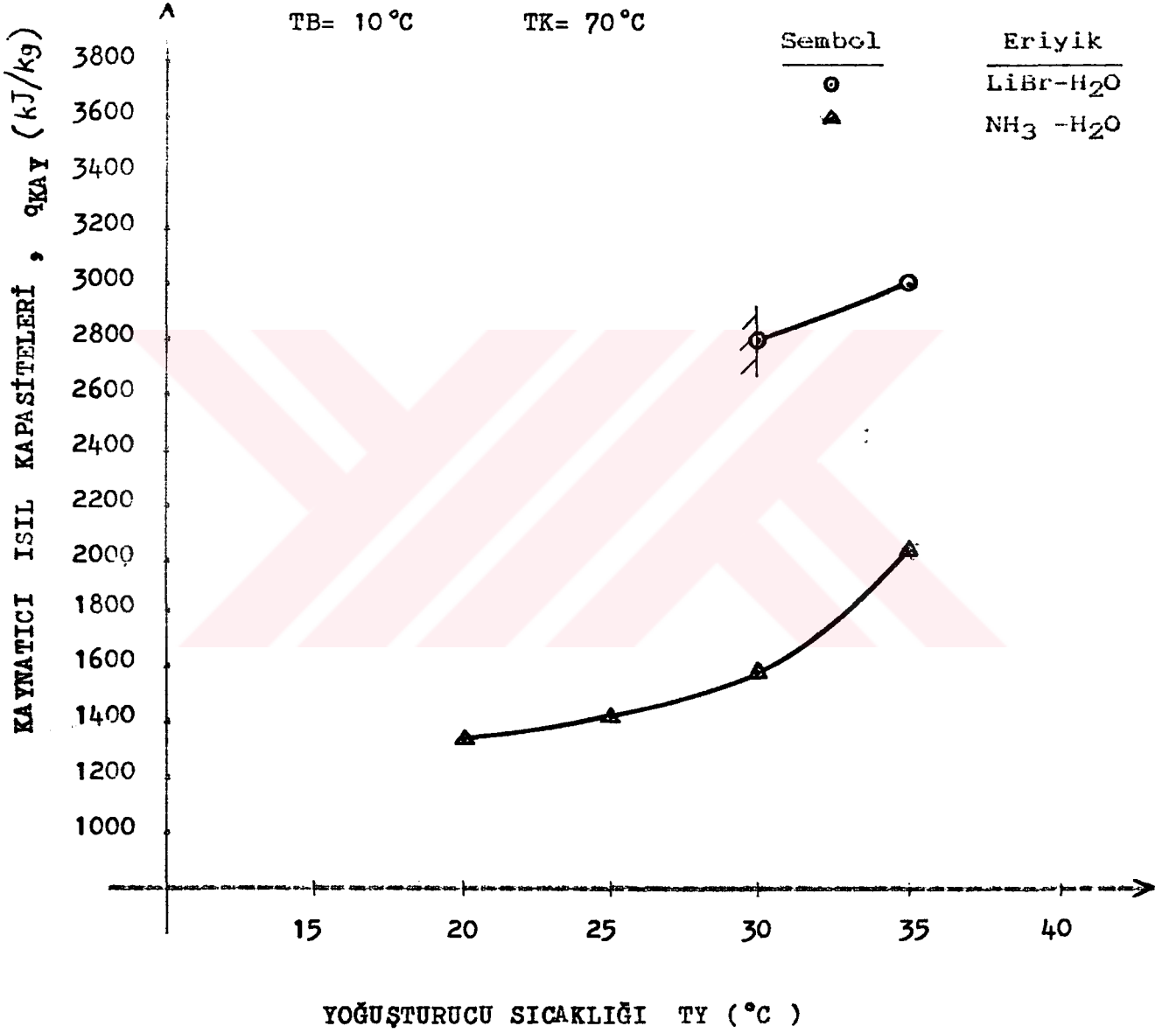
Şekil 5. 16' da yoğunlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere kaynatıcı ısıtıcı kapasitelerinin buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

Şekil 5. 17' de buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit olmak üzere kaynatıcı ısıtıcı kapasitelerinin kaynatıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

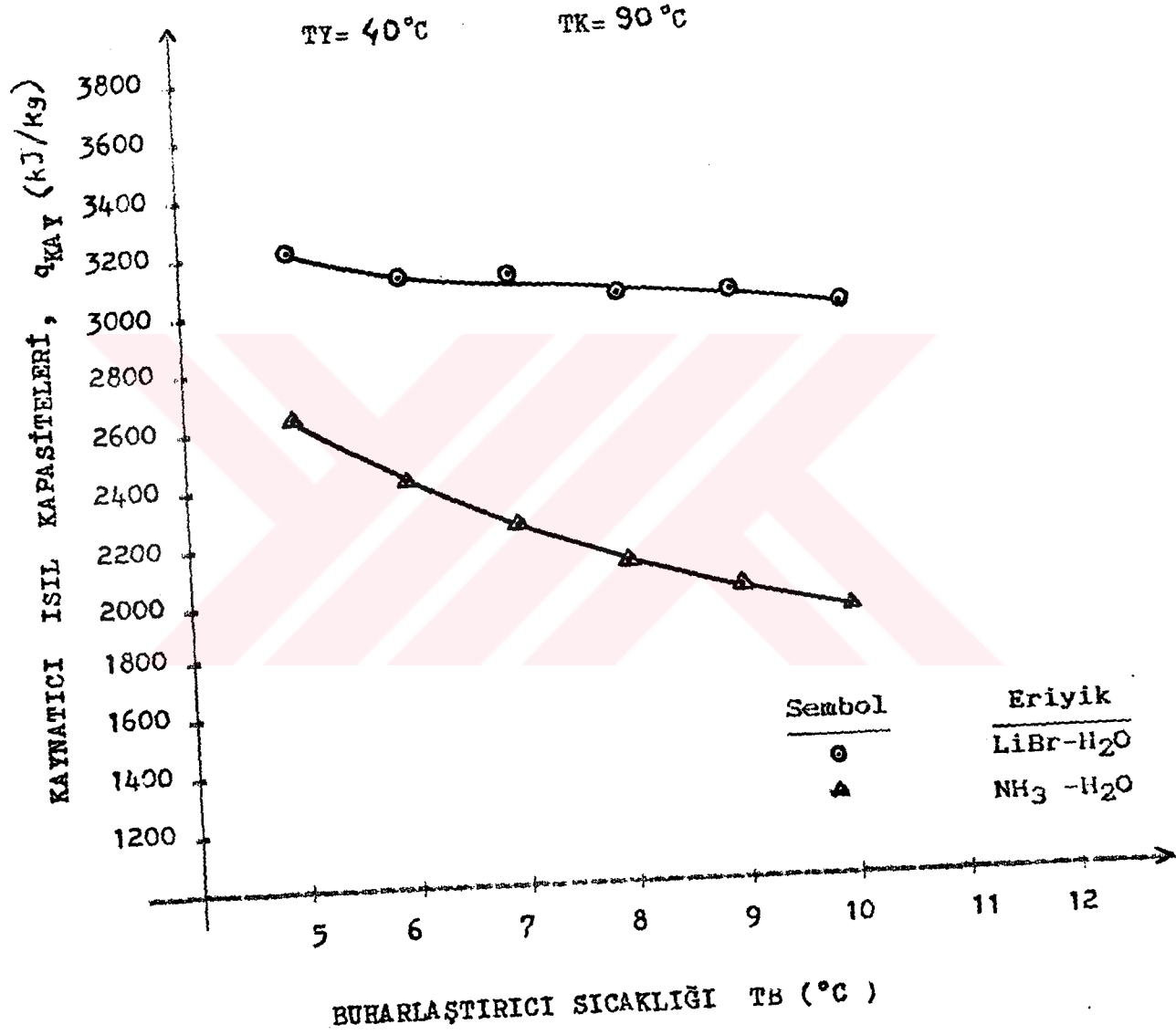
Şekillerden de görüldüğü gibi, Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, kaynatıcı ısıtıcı kapasitesi, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekine nazaran daha büyüktür.

Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, kaynatıcı ısıtıcı kapasitesinde artış olmaktadır. Yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, yoğunlaştırıcı basıncı yoğunlaştırıcı sıcaklığına tekabül eden doyma basıncı olduğundan, yoğunlaştırıcı basıncıda artacaktır. Kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında eriyik konsantrasyonunda bir artış olacak ve bu artış kaynatıcı ısıtıcı kapasitesinde çoğalmaya sebebiyet verecektir. Yine bunun tersi olarak, yoğunlaştırıcı basıncı sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında, eriyik konsantrasyonunda bir azalma olacak ve bu azalma, kaynatıcı ısıtıcı kapasitesinde düşüşe sebebiyet verecektir.

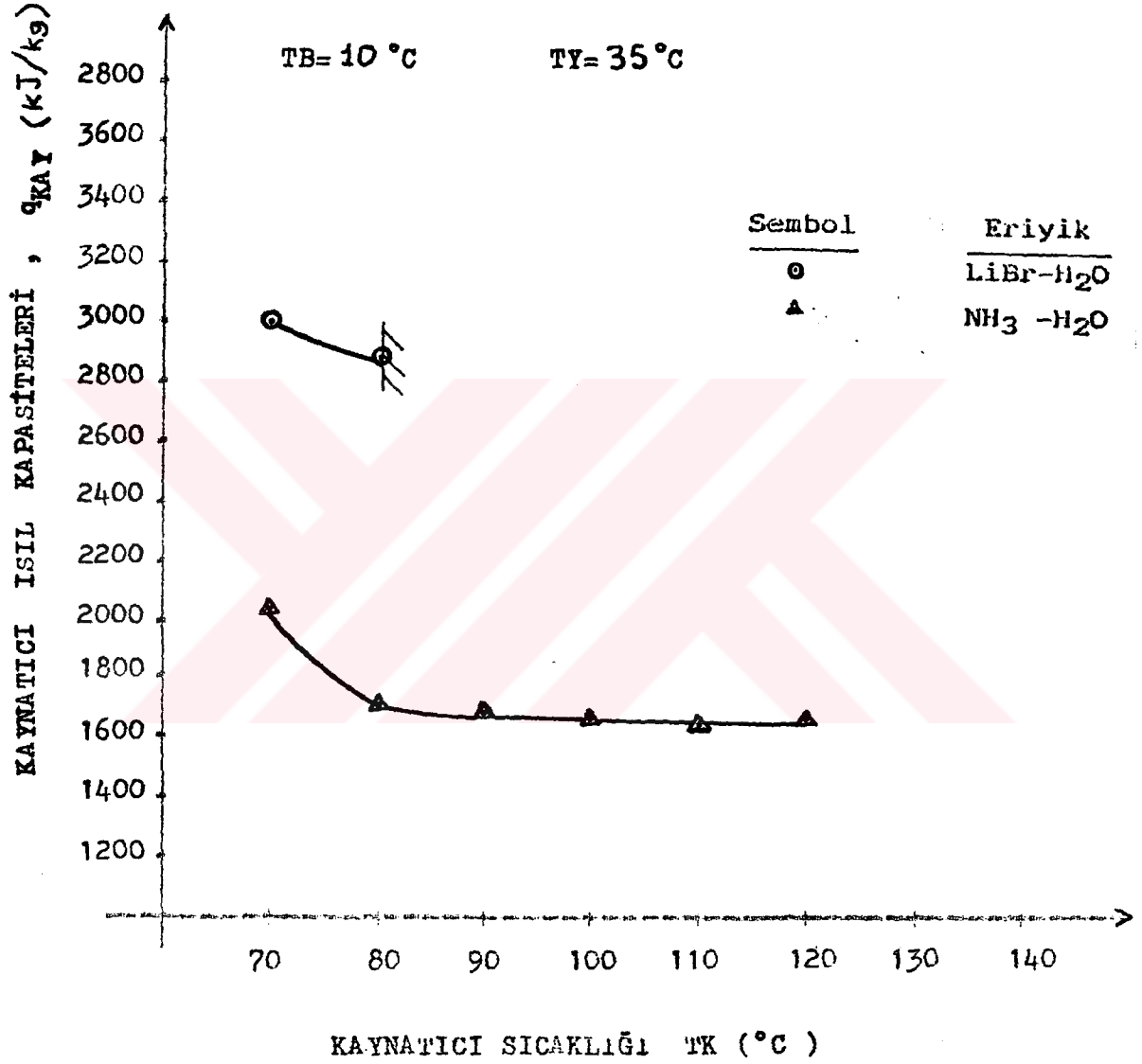
Buharlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, buharlaştırıcı basıncı buharlaştırıcı sıcaklığına tekabül eden doyma basıncı olduğundan, buharlaştırıcı basıncıda artacaktır. Yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında fakir eriyik konsantrasyonunda bir artış olacak ve bu artış kaynatıcı ısıtıcı kapasitesinde azalmaya sebebiyet verecektir.



Sekil 5. 15 Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere kaynatıcı ısıl kapasitelerinin, yoğunlaştırucu sıcaklığına göre değişimleri



Sekil 5. 16 Yoğusturucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere kaynatıcı ısıtıcı kapasitelerinin, buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri



Şekil 5. 17 Buharlaştırıcı ve yoğusturucu sıcaklığı sabit olmak üzere kaynatıcı ısıtıl kapasitelerinin, kaynatıcı sıcaklığına göre değişimleri

Şekil 5. 18' de buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere absorber ısı kapasitelerinin yoğunlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

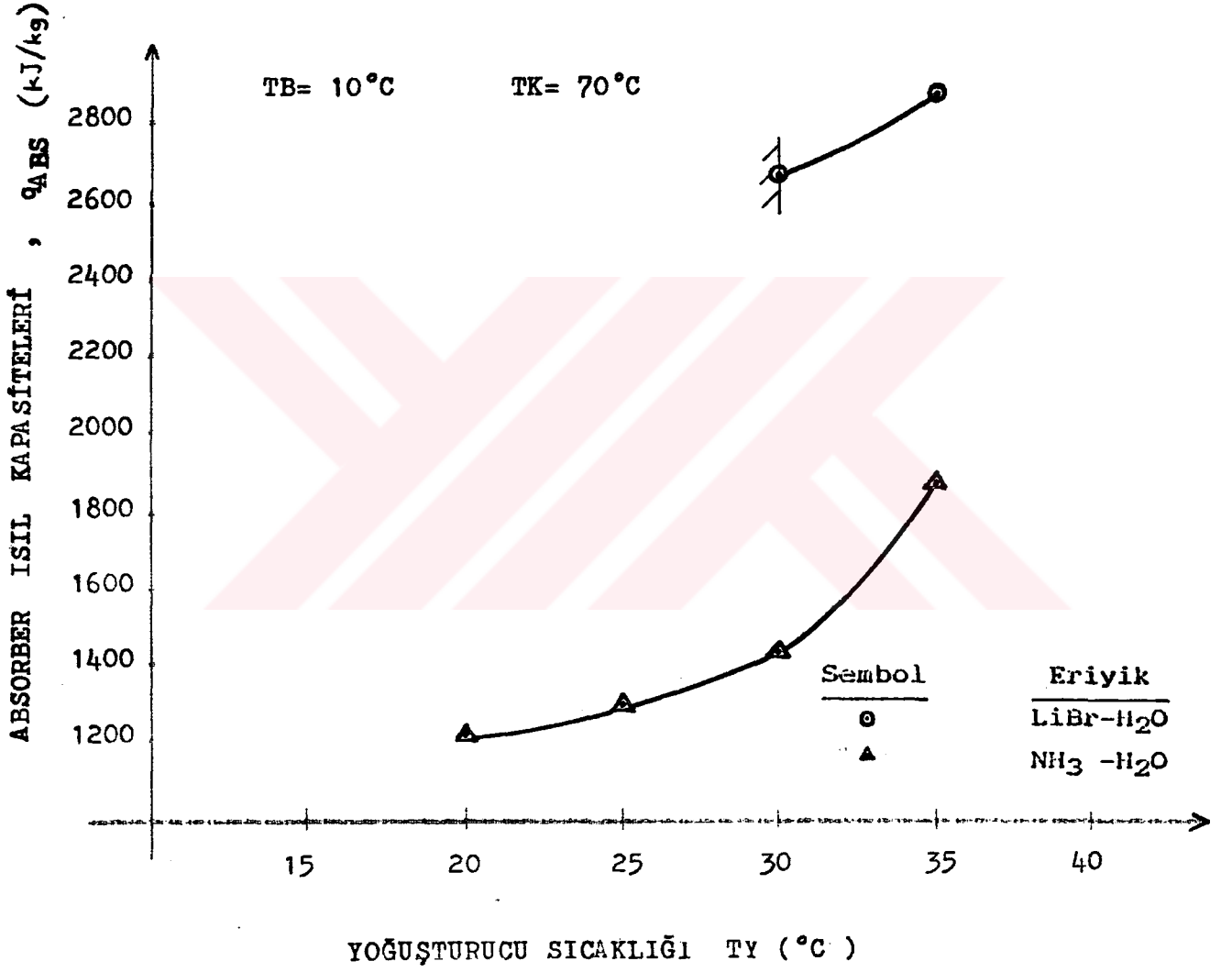
Şekil 5. 19' da yoğunlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere absorber ısı kapasitelerinin buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

Şekil 5. 20' de buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit olmak üzere absorber ısı kapasitelerinin kaynatıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

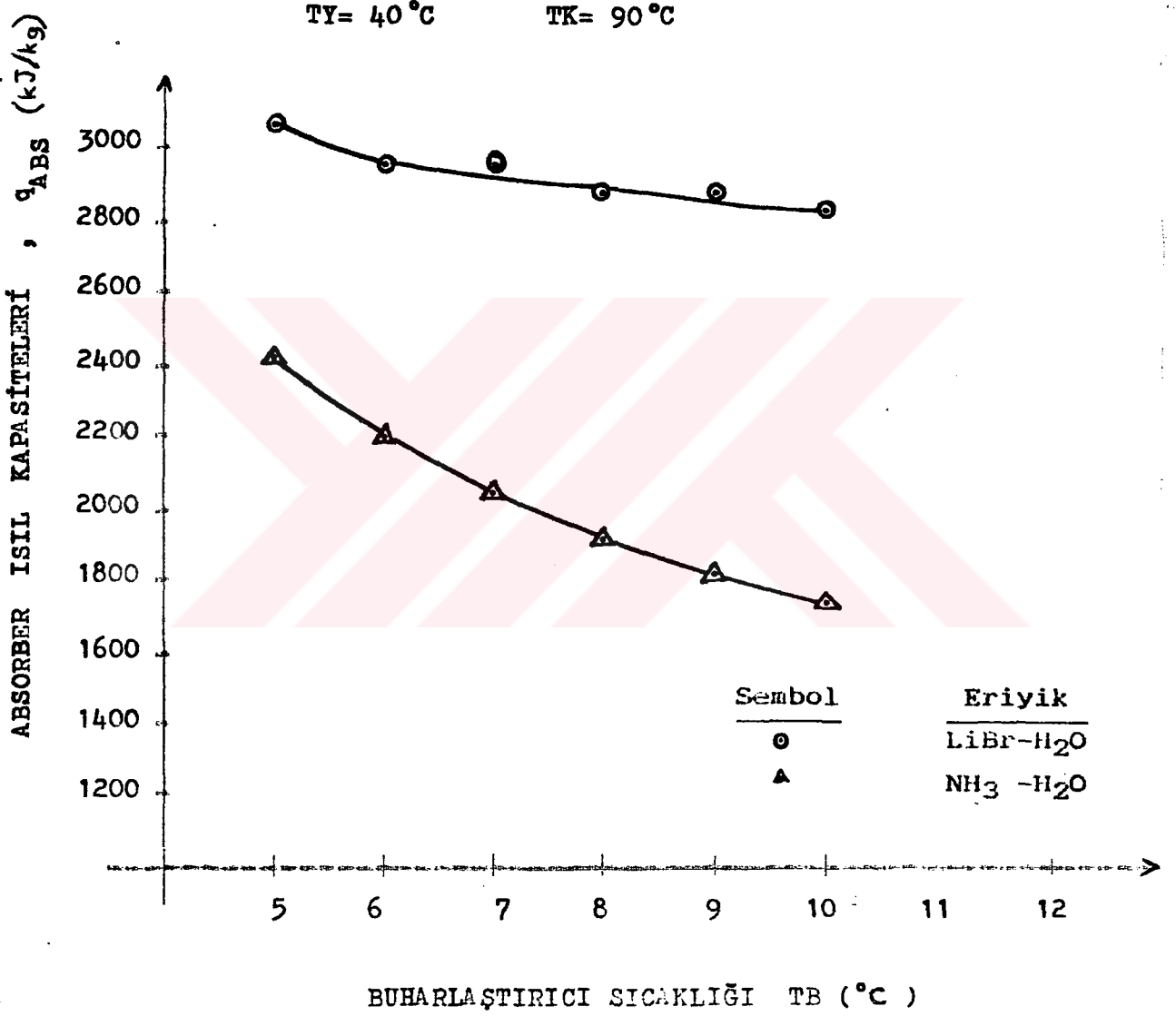
Şekillerden de görüldüğü gibi, Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, absorber ısı kapasitesi, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekine nazaran daha büyüktür.

Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, absorber ısı kapasitesinde artış olmaktadır. Yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, yoğunlaştırıcı basıncı yoğunlaştırıcı sıcaklığına tekabül eden doyma basıncı olduğundan, yoğunlaştırıcı basıncıda artacaktır. Kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında eriyik konsantrasyonunda bir artış olacak ve absorber giriş sıcaklığı azalacaktır. Bu esanada yoğunlaştırıcı sıcaklığına eşit olan absorber çıkış sıcaklığı, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttıkça artacağından absorberden çekilen ısı miktarında bir artış gözlenecektir. Yine bunun tersi olarak, yoğunlaştırıcı basıncı sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında, eriyik konsantrasyonunda bir azalma olacak ve absorber giriş sıcaklığı artacaktır. Absorber çıkış sıcaklığı sabit olarak kaldığından, absorberden çekilen ısı miktarında gözle görülür bir azalma olacaktır.

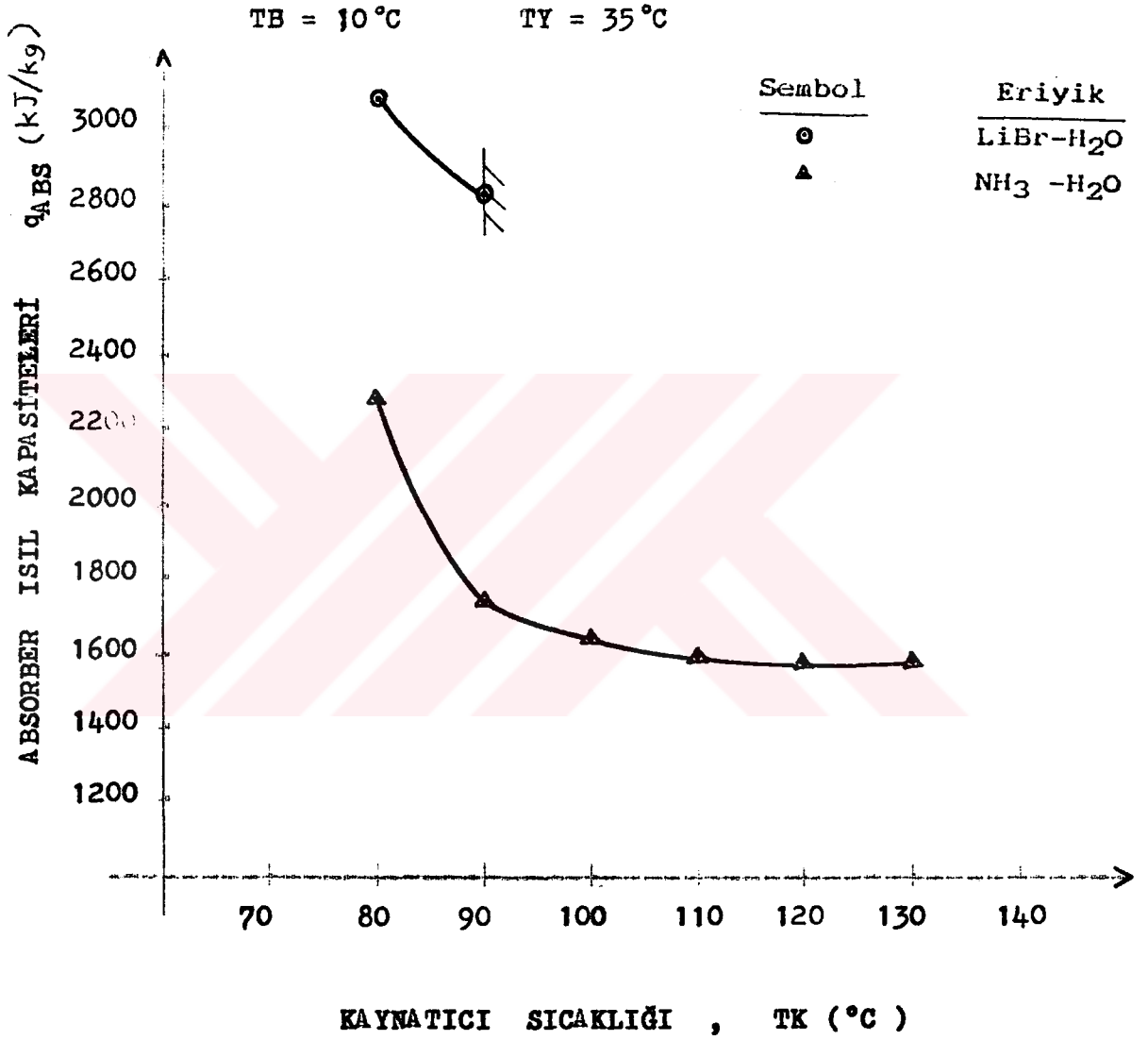
Yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında fakir eriyik konsantrasyonunda bir artış olacak ve bu artış absorber ısı kapasitesinde azalmaya sebebiyet verecektir.



Şekil 5. 18 Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere absorber ısıtıl kapasitelerinin, yoğuşturucu sıcaklığına göre değişimleri



Sekil 5. 19 Yoğuşturucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere absorber ısıl kapasitelerinin, buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri



Şekil 5. 20 Buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit olmak üzere absorber ısıtıl kapasitelerinin, kaynatıcı sıcaklığına göre değişimleri

Sekil 5. 21' de buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere dolaşım oranlarının, yoğunlaştırucu sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

Sekil 5. 22' de yoğunlaştırucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere dolaşım oranlarının, buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

Sekil 5. 23' de buharlaştırıcı ve yoğunlaştırucu sıcaklığı sabit olmak üzere dolaşım oranlarının, kaynatıcı sıcaklığına göre değişimleri gösterilmiştir.

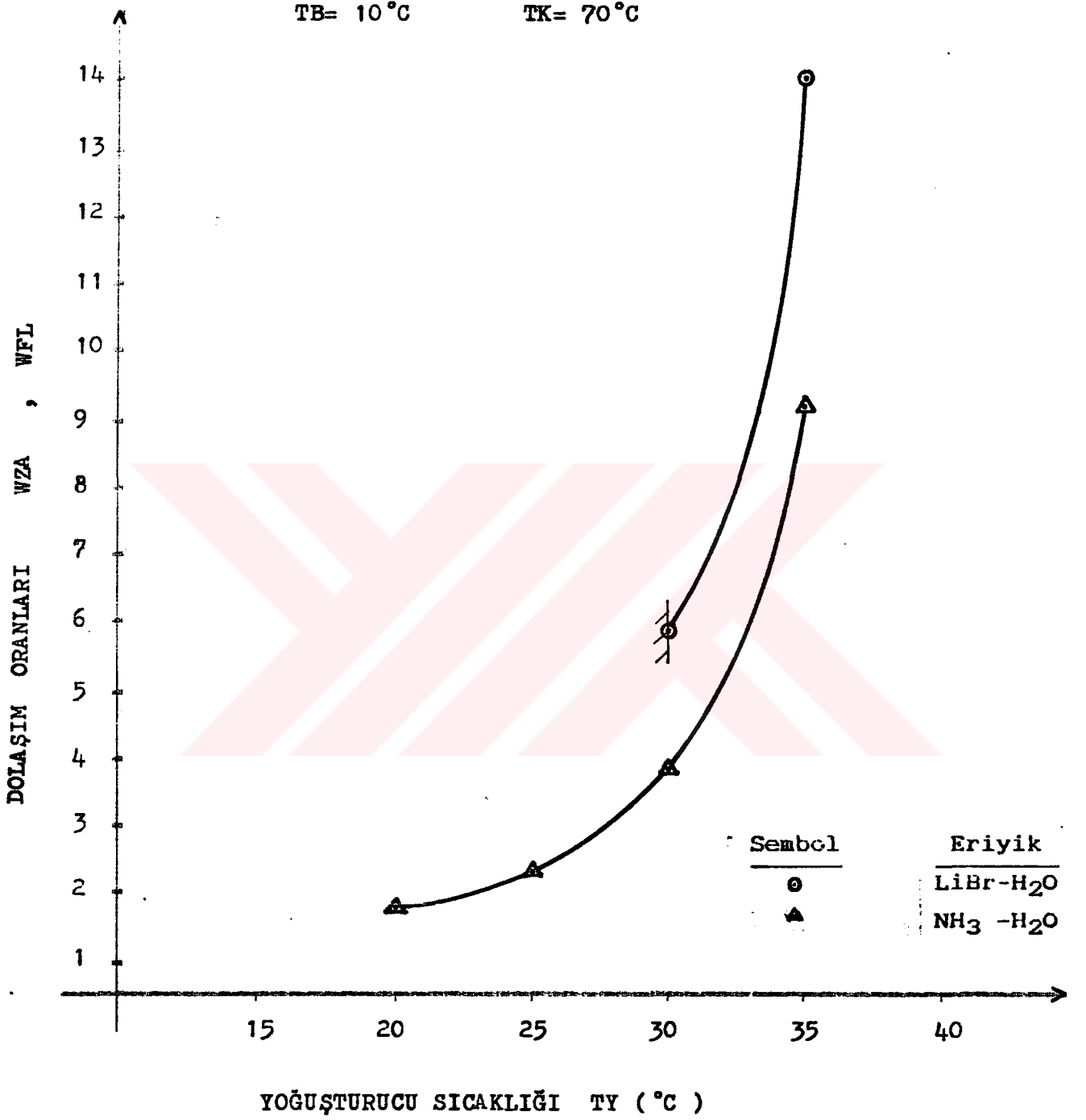
Amonyak-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde zengin veya fakir eriyik diye isimlendirme amonyağa göre yapılmakta ve bunun yanında Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde ise zenginlik veya fakirlik Lityum bromüre göre yapılmaktadır.

Dolaşım oranları, zengin veya fakir eriyik konsantrasyonlarına direkt olarak bağlı olduklarından, bunlardaki değişiklik dolaşım oranlarını büyük ölçüde etkilemektedir.

Sekillerden de görüldüğü gibi, Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, dolaşım oranları, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekilere nazaran daha büyüktür.

Kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırucu sıcaklığı arttırıldığında (ki bu yoğunlaştırucu basıncını arttırmak demektir), zengin eriyik konsantrasyonunda bir azalma, fakir eriyik konsantrasyonunda bir artma görülür. Bunun sonucunda dolaşım oranlarında gözle görülür bir artış olur.

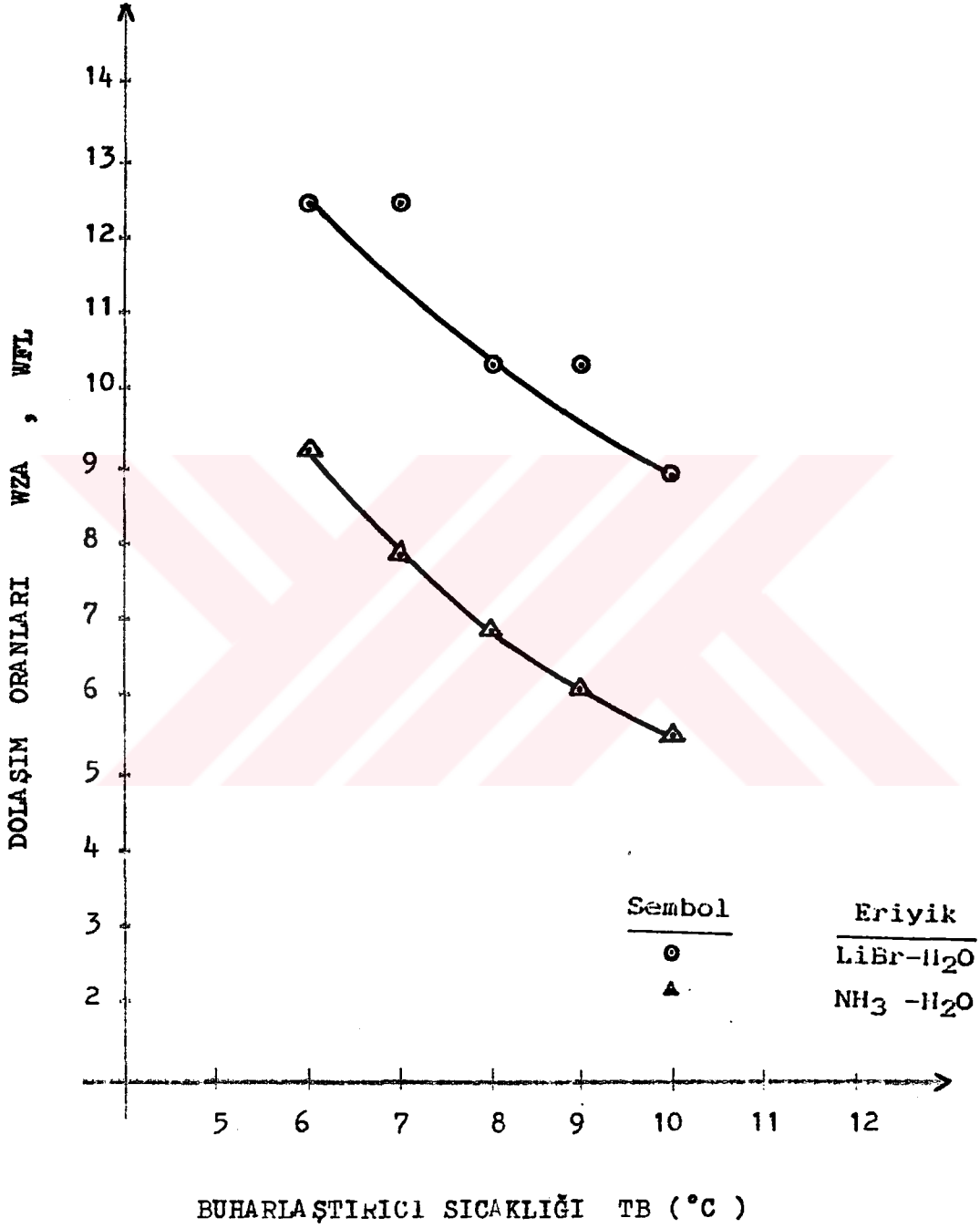
Buharlaştırıcı ve yoğunlaştırucu sıcaklığı sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında ise, zengin eriyik konsantrasyonundaki artış sebebiyle, dolaşım oranlarında azalma olur.



Şekil 5. 21 Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere dolaşım oranlarının, yoğuşturucu sıcaklığına göre değişimleri

TY= 40°C

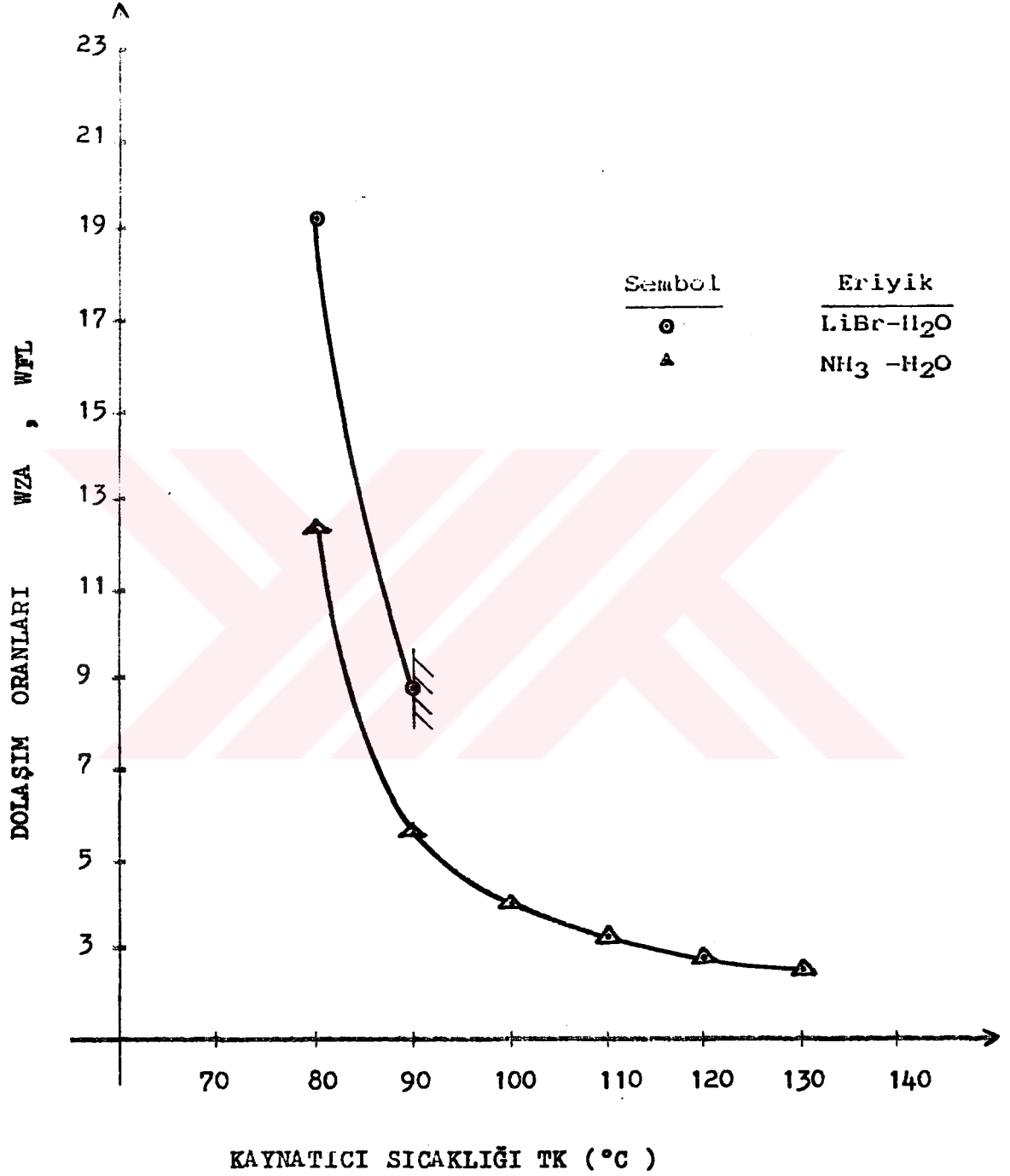
TK=90°C



Şekil 5. 22 Yoğusturucu ve kaynatıcı sıcaklığı sabit olmak üzere dolaşım oranlarının, buharlaştırıcı sıcaklığına göre değişimleri

TB= 10 °C

TY=40 °C



Şekil 5. 23 Buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit olmak üzere dolaşım oranlarının, kaynatıcı sıcaklığına göre değişimleri

Amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin, Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminden önemli bir farkı da, amonyak-su çifti kullanan sistemde mutlaka rektifikasyon kolonuna ve rektifiyaya gereksinim duyulmasıdır. Bunun nedeni ise, kaynatıcıda denge şartlarında amonyak buharı bir miktar su buharı ihtiva eder. Amaç soğutma devresine (yani yoğunlaştırıcıya ve buharlaştırıcıya) saf amonyak göndermek olduğuna göre, kaynatıcıdan çıkan buharda, amonyak derişikliğini arttırmak için kaynatıcı üstündeki rektifikasyon kolonundan amonyak bakımından zengin eriyik geçirtilerek amonyak buharı zenginleştirilir ve neticede % 99 saflıkta amonyak buharı elde edilir[56]. Oysa, Lityum bromür- su çifti kullanan sistemde böyle bir sorun yoktur, çünkü suyun buharlaşma sıcaklığı, Lityum bromüre göre oldukça düşüktür.

Amonyak-su çifti kullanan sistemde soğutucu akışkan olarak amonyak kullanıldığından çok düşük sıcaklıklara inmek sözkonusu olduğu halde, soğutucu akışkan olarak su kullanan Lityum bromür-su çiftli sistemde, suyun donma tehlikesi yüzünden düşük sıcaklıklara inmek sözkonusu değildir.

Amonyak-su çifti kullanan sistemde sınırlayıcı etken pek olmadığı halde, Lityum bromür-su çifti kullanan sistemde, soğutucu akışkanın su olmasından dolayı düşük sıcaklıklara inilememesi bir sınırlayıcı etken olmasının yanında, yüksek sıcaklıklarda ise suyun tamamının ayrılıp kristal yapıya sahip olan Lityum bromürü yalnız bırakıp boruların tıkanmasına sebebiyet vermesi diğer bir sınırlayıcı etkeni oluşturarak, bu sistemin çalışma aralığını sınırlamaktadır.

Aynı kaynaklar arasında çalışan Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemiyle, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin, soğutma tesir katsayıları kıyaslandığında, Lityum bromür-su çifti kullanan sistemin soğutma tesir katsayısının, amonyak-su çifti kullanan sistemin soğutma tesir katsayısından büyük olduğu görülür.

Amonyak-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, Eki Şekil 3 ve Eki Şekil 4' de gösterilen eriyiklerin geri gönderilmesi olayı mümkün olduğu halde, Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde bu durum, kristalizasyon tehlikesi oluşturacağından uygulanmaz. Eriyiklerin geri gönderilmesi, sistemin soğutma tesir katsayısını arttıran yöntemlerden biridir. Eriyiklerin geri gönderilmesi olayının uygulandığı sistemlerde, normalde eşanjöre gönderilmesi gereken kaynatıcı çıkış sıcaklığındaki amonyak açısından fakir olan eriyik, tekrar kaynatıcıya sokulup, kaynatıcı giriş sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra eriyik eşanjörüne gönderilir. Amonyak bakımından fakir olan eriyiğin kaynatıcı çıkış sıcaklığından, kaynatıcı giriş sıcaklığına kadar soğuması esnasında verdiği ısı kaynatıcıda kullanıldığından, dışardan kaynatıcıya verilmesi gereken ısı miktarında düşüşe sebep olur. Soğutma tesir katsayısı ifadesinin paydasında olan kaynatıcıya dışarıdan verilen ısının azalmasında soğutma tesir katsayısını arttırır.

Diğer çalışmalarla karşılaştırma;

Tablo 1' den görüldüğü üzere, Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin ana elemanlarının boyutlandırılmasında , soğutma ve ısıtma tesir katsayılarının hesaplanmasında, diyagramlar yardımıyla çözümden elde edilen sonuçlar, hal denklemleri yardımıyla bilgisayarda çözümden çıkan sonuçlarla uyum içindedir. Yapılan bilgisayar programı, diyagramdan değerlerin çok hassas okunmasıyla elde edilen sonuçları vermektedir.

Tablo 1 Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin, bilinen klasik yolla(diyagramlar yardımıyla) çözümü ile bilgisayar yardımıyla çözümünden çıkan sonuçların mukayesesi

$T_y = 40 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_b = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_k = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $\epsilon = 0.6$ olmak üzere;

	LiBr-H ₂ O eriyiği kullanan Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminde		NH ₃ -H ₂ O eriyiği kullanan Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminde	
	Diyagram yardımıyla çözümünden	Bilgisayar yardımıyla çözümünden	Diyagram yardımıyla çözümünden	Bilgisayar yardımıyla çözümünden
STK	0.803	0.805	0.591	0.592
ITK	1.803	1.805	1.591	1.592

Bu konuda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırma ise aşağıda sunulmuştur;

Lityum Bromür-su eriyiği kullanan Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminde,

Tablo 2 Mevcut çalışmanın diğer çalışmalarla karşılaştırılması

	Rosenfeld [27]	Mevcut Çalışma	Landauro-Parades [60]	Mevcut Çalışma	A. Yiğit [63]	Mevcut Çalışma
T _y	38	38	42.5	42.5	42	42
T _b	8.6	8.6	7.4	7.4	5	5
T _k	93	93	99.6	99.6	98	98
STK	0.70	0.77	0.63	0.7	0.7	0.722

Amonyak-su eriyiği kullanan Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminde,

Tablo 3 Mevcut çalışmanın diğer çalışmalarla karşılaştırılması

	E. Ataer Y. Gögüs [62]	Mevcut Çalışma
T _y	30	30
T _b	10	10
T _k	100	100
STK	0.75	0.737

Tablolarda görülen teorik çalışmaların karşılaştırılması neticesinde, sonuçların birbirine olan yakınlığı, mevcut çalışma sonucu bulunan değerlerin teorik olarak soğutma sistemlerini karakterize eden değerler olduğu sonucunu doğurmuştur.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma sistemlerinde, kompresör işi çok fazla çıkmaktadır. Buna paralel olarak da elektrik enerjisi gideri arttığından, çalışma maliyeti yüksek olmaktadır.

Buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma çevrimindeki mekanik işlemin yerini, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde fiziko-kimyasal işlemler almıştır. Mekanik kompresör yerine, absorpsiyonlu soğutma sisteminde termik kompresör kullanılmaktadır. Soğutma elde etmek için, buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma sistemindeki mekanik ve elektrik enerjisi yerine, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde ısı enerjisi kullanılmaktadır. Bunun sağlamış olduğu avantajlarla çeşitli endüstriyel tesislerdeki atık ısı enerjisinin değerlendirilmesi ve tükenmez bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin kullanılması yoluyla enerjinin pahalı olduğu günümüzde absorpsiyonlu soğutma sistemleri daha ekonomik olur.

Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde, yaygın olarak kullanılan akışkan çiftleri olarak, amonyak-su çifti ve lityum bromür-su çifti göze çarpmaktadır. Her iki çiftinde çeşitli avantajları olmasına rağmen, özellikle son senelerde geliştirilen çift olan lityum bromür-su çiftinin, amonyak-su çiftine nazaran daha avantajlı olduğu yapılan araştırmalar neticesinde görülmüştür. Bir çok açıdan lityum bromür-su çiftinin daha avantajlı olduğu görülmüştür. Bütün bu avantajlarına rağmen lityum bromür-su çiftinin dezavantajlarının olduğuna da rastlanılmıştır. Bu çiftin en önemli dezavantajı kiralizasyon tehlikesidir. Lityum bromür katı haldeyken kristal yapıya sahiptir. Tuzların çoğu gibi lityum bromür'de suda çözülebilir. Lityum bromürün su ile yaptığı çözeltinin belirli bir konsantrasyon değerinde belirli bir minimum çözelti sıcaklığı vardır. Bu minimum sıcaklığın altında tuz çözeltiden ayrılmaya başlar. Yani katı hale gelmeye başlar, kristalleşme olur. Kristalleşmeye başlayan lityum bromür boruları tıkayarak, akışa engel olur. Bu sebeple

kristalizasyon istenmeyen bir olaydır.

Lityum bromür-su çiftinin diğer bir dezavantajıda, lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, soğutucu akışkan olarak suyun kullanılması ve bu sebeple çok düşük sıcaklıklara inilememesidir. Bu iki dezavantaj lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin çalışma şartlarını sınırlar. Çok düşük sıcaklıklara inilemez, su donarak boruları tıkayabilir. Çok yüksek sıcaklıklara çıkıldığında ise hem kristalizasyon tehlikesi olur hem de su buharlaşarak kristal yapıya sahip lityum bromürü yalnız bırakır, böylece boruların tıkanmasına yol açar.

Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemi, bu alt ve üst sınırlar arasında sağlıklı çalışabilir. Bütün bu dezavantajların yanında, bu alt ve üst sınırlar arasında lityum bromür-su çifti, amonyak-su çiftinden birçok açıdan üstündür.

Lityum bromür-su eriyiğinin kristalizasyon sıcaklığı sadece Lityum bromür konsantrasyonuna bağlıdır. Lityum bromür konsantrasyonu arttıkça, kristalizasyon sıcaklığı artmaktadır.

Buharlaştırıcı ve yoğusturucu sıcaklıkları sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında, soğutma tesir katsayıları artmaktadır. Fakat kaynatıcı sıcaklığı belli bir değere ulaştıktan sonra, soğutma tesir katsayısının sabit kaldığı gözlenmiştir.

İdeal soğutma tesir katsayısı direkt olarak kaynatıcı, yoğusturucu ve buharlaştırıcı sıcaklıklarına bağlıdır. Yoğusturucu ve buharlaştırıcı sıcaklıkları sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında, ideal soğutma tesir katsayısı lineer olarak artmaktadır.

Kaynatıcı ve buharlaştırıcı sıcaklıkları sabit tutulup, yoğusturucu sıcaklığı arttırıldığında, soğutma tesir katsayılarının azaldığı görülmüştür. Yoğusturucu sıcaklığının,

kaynatıcı sıcaklığına yaklaşıma derecesine göre soğutma tesir katsayılarının azaldığı görülmüş olup, bu duruma mücadele edilmesi gereği anlaşılmıştır. Lityum bromür-su eriyiği kullanan sistemin daha avantajlı olduğu, fakat kristalizasyon tehlikesi sebebiyle alt ve üst sınırlar arasında çalıştığı gözlenmiştir. Sınırlayıcı etkenin olmadığı amonyak-su eriyikli sistemin soğutma tesir katsayısının daha düşük olduğu görülmüştür.

Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sıcaklıkları sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında ideal soğutma tesir katsayısının azaldığı gözlenmiştir.

Yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında soğutma tesir katsayılarının arttığı, fakat çok yüksek kaynatıcı sıcaklıklarında soğutma tesir katsayılarının azaldıkları görülmüştür. Bu durumu düzeltmek için yoğunlaştırıcı sıcaklığı ile kaynatıcı sıcaklığı arasındaki optimum çalışma aralığını seçmek gerekir. Yoğunlaştırıcı sıcaklığının azalmasıyla soğutma tesir katsayılarının arttığı, fakat bu seferde çevrimin üst basınç değerinin azalması ve buna bağlı olarak soğutma gücünün azaldığı görülmüştür.

Yoğunlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında soğutma tesir katsayıları artmaktadır. Buharlaştırıcı sıcaklığı arttıkça, buharlaşma gizli ısı artmakta olduğundan soğutma tesir katsayıları artar. Lityum bromür-su eriyiği kullanan sistemin soğutma tesir katsayısı büyük olmasına rağmen, alttan soğutucu akışkanın su olmasından dolayı donma tehlikesi yüzünden bir alt sınır, üstte ise kristalizasyon tehlikesi yüzünden bir üst sınır söz konusudur. Sınırlayıcı etkeni olmayan amonyak-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin soğutma tesir katsayısı Lityum bromür-su eriyiği kullanan sisteme göre düşüktür.

Yoğunlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklıkları sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında ideal soğutma tesir katsayısı artar. Fakat bu artış yoğunlaştırıcı sıcaklığının artışına karşılık ideal soğutma tesir katsayısının artışı kadar fazla

değildir.

Buharlaştırıcı, yoğunlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklıkları sabit tutulup, eriyik eşanjörü etkinliği arttırıldığında soğutma tesir katsayısının arttığı görülmüştür.

Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, yoğunlaştırıcı ısı kapasitesi, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekine nazaran daha büyüktür.

Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, yoğunlaştırıcı ısı kapasitesinde azda olsa bir düşme olmaktadır. Kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, yoğunlaştırıcı giriş noktasının antalpisini düşecektir. Aynı zamanda yoğunlaştırıcı çıkış noktasının antalpisinde de olan düşüş, yoğunlaştırıcı ısı kapasitesindeki azalmaya sebep olacaktır.

Yoğunlaştırıcı ve buharlaştırıcı sıcaklıkları sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında yoğunlaştırıcı giriş noktası antalpisinde bir artış gözleneceğinden, bu artışın etkisiyle yoğunlaştırıcı ısı kapasitesinde azda olsa bir çoğalma gözlenecektir.

Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, buharlaştırıcı ısı kapasitesi, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekine nazaran daha büyüktür.

Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, buharlaştırıcı ısı kapasitesinde azda olsa bir düşme olmaktadır. Yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, yoğunlaştırıcı çıkış noktasının antalpisinde bir düşüş olacaktır, yoğunlaştırıcı çıkış noktasının antalpisini buharlaştırıcı giriş noktasının antalpisine eşit olduğundan (kısılma vanasında antalpi sabit hal değişimi olur), buharlaştırıcı giriş noktası antalpisindeki düşüş buharlaştırıcı

ısı1 kapasitesindeki azalmaya sebep olacaktır.

Kaynatıcı sıcaklığındaki artış, buharlaştırıcı ısı1 kapasitesi üzerinde fazla bir rol oynamayacaktır.

Yoğusturucu sıcaklığının sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığının arttırılması durumunda ise, buharlaştırıcı çıkış noktası antalpisinde bir artış gözlenecek, bu artış buharlaştırıcı ısı1 kapasitesini arttıracaktır.

Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, kaynatıcı ısı1 kapasitesi, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekine nazaran daha büyüktür.

Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğusturucu sıcaklığı arttırıldığında, kaynatıcı ısı1 kapasitesinde artış olmaktadır. Yoğusturucu sıcaklığı arttırıldığında, yoğusturucu basıncı yoğusturucu sıcaklığına tekabül eden doyma basıncı olduğundan, yoğusturucu basıncıda artacaktır. Kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğusturucu sıcaklığı arttırıldığında eriyik konsantrasyonunda bir artış olacak ve bu artış kaynatıcı ısı1 kapasitesinde çoğalmaya sebebiyet verecektir. Yine bunun tersi olarak, yoğusturucu basıncı sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında, eriyik konsantrasyonunda bir azalma olacak ve bu azalma, kaynatıcı ısı1 kapasitesinde düşüşe sebebiyet verecektir.

Buharlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, buharlaştırıcı basıncı buharlaştırıcı sıcaklığına tekabül eden doyma basıncı olduğundan, buharlaştırıcı basıncıda artacaktır. Yoğusturucu sıcaklığı sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında fakir eriyik konsantrasyonunda bir artış olacak ve bu artış kaynatıcı ısı1 kapasitesinde azalmaya sebebiyet verecektir.

Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, absorber ısı1 kapasitesi, amonyak-su çifti kul-

lanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekine nazaran daha büyüktür.

Buharlaştırıcı ve kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, absorber ısı kapasitesinde artış olmaktadır. Yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında, yoğunlaştırıcı basıncı yoğunlaştırıcı sıcaklığına tekabül eden doyma basıncı olduğundan, yoğunlaştırıcı basıncıda artacaktır. Kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında eriyik konsantrasyonunda bir artış olacak ve absorber giriş sıcaklığı azalacaktır. Bu esnada yoğunlaştırıcı sıcaklığına eşit olan absorber çıkış sıcaklığı, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttıkça artacağından absorberden çekilen ısı miktarında bir artış gözlenecektir. Yine bunun tersi olarak, yoğunlaştırıcı basıncı sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında, eriyik konsantrasyonunda bir azalma olacak ve absorber giriş sıcaklığı artacaktır. Absorber çıkış sıcaklığı sabit olarak kaldığından, absorberden çekilen ısı miktarında gözle görülür bir azalma olacaktır.

Yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit tutulup, buharlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında fakir eriyik konsantrasyonunda bir artış olacak ve bu artış absorber ısı kapasitesinde azalmaya sebebiyet verecektir.

Amonyak-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde zengin veya fakir eriyik diye isimlendirme amonyaka göre yapılmakta ve bunun yanında Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde ise zenginlik veya fakirlik Lityum bromüre göre yapılmaktadır.

Dolaşım oranları, zengin veya fakir eriyik konsantrasyonlarına direkt olarak bağlı olduklarından, bunlardaki değişiklik dolaşım oranlarını büyük ölçüde etkilemektedir.

Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, dolaşım oranları, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemindekilere nazaran daha büyüktür.

Kaynatıcı sıcaklığı sabit tutulup, yoğunlaştırıcı sıcaklığı arttırıldığında (ki bu yoğunlaştırıcı basıncını arttırmak demektir), zengin eriyik konsantrasyonunda bir azalma, fakir eriyik konsantrasyonunda bir artma görülür. Bunun sonucunda dolaşım oranlarında gözle görülür bir artış olur.

Buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı sıcaklığı sabit tutulup, kaynatıcı sıcaklığı arttırıldığında ise, zengin eriyik konsantrasyonundaki artış sebebiyle, dolaşım oranlarında azalma olur.

Amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin, Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminden önemli bir farkıda, amonyak-su çifti kullanan sistemde mutlaka rektifikasyon kolonuna ve rektifiyaya gereksinim duyulmasıdır. Bunun nedeni ise, kaynatıcıda denge şartlarında amonyak buharı bir miktar su buharı ihtiva eder. Amaç soğutma devresine (yani yoğunlaştırıcıya ve buharlaştırıcıya) saf amonyak göndermek olduğuna göre, kaynatıcıdan çıkan buharda, amonyak derişikliğini arttırmak için kaynatıcı üstündeki rektifikasyon kolonundan amonyak bakımından zengin eriyik geçirtilerek amonyak buharı zenginleştirilir ve neticede % 99 saflıkta amonyak buharı elde edilir[56]. Oysa, Lityum bromür- su çifti kullanan sistemde böyle bir sorun yoktur, çünkü suyun buharlaşma sıcaklığı, Lityum bromüre göre oldukça düşüktür.

Amonyak-su çifti kullanan sistemde soğutucu akışkan olarak amonyak kullanıldığından çok düşük sıcaklıklara inmek sözkonusu olduğu halde, soğutucu akışkan olarak su kullanan Lityum bromür-su çiftli sistemde, suyun donma tehlikesi yüzünden düşük sıcaklıklara inmek sözkonusu değildir.

Amonyak-su çifti kullanan sistemde sınırlayıcı etken pek olmadığı halde, Lityum bromür-su çifti kullanan sistemde, soğutucu akışkanın su olmasından dolayı düşük sıcaklıklara inilememesi bir sınırlayıcı etken olmasının yanında, yüksek

sıcaklıklarda ise suyun tamamının ayrılıp kristal yapıya sahip olan Lityum bromürü yalnız bırakıp boruların tıkanmasına sebebiyet vermesi diğer bir sınırlayıcı etkeni oluşturarak, bu sistemin çalışma aralığını sınırlamaktadır.

Aynı kaynaklar arasında çalışan Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemiyle, amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminin, soğutma tesir katsayıları kıyaslandığında, Lityum bromür-su çifti kullanan sistemin soğutma tesir katsayısının, amonyak-su çifti kullanan sistemin soğutma tesir katsayısından büyük olduğu görülür.

Amonyak-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde, eriyiklerin geri gönderilmesi olayı mümkün olduğu halde, Lityum bromür-su eriyiği kullanan absorpsiyonlu soğutma sisteminde bu durum, kristalizasyon tehlikesi oluşturacağından uygulanmaz. Eriyiklerin geri gönderilmesi, sistemin soğutma tesir katsayısını arttıran yöntemlerden biridir. Eriyiklerin geri gönderilmesi olayının uygulandığı sistemlerde, normalde eşanjöre gönderilmesi gereken kaynatıcı çıkış sıcaklığındaki amonyak açısından fakir olan eriyik, tekrar kaynatıcıya sokulup, kaynatıcı giriş sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra eriyik eşanjörüne gönderilir. Amonyak bakımından fakir olan eriyiğin kaynatıcı çıkış sıcaklığından, kaynatıcı giriş sıcaklığına kadar soğuması esnasında verdiği ısı kaynatıcıda kullanıldığından, dışardan kaynatıcıya verilmesi gereken ısı miktarında düşüşe sebep olur. Kaynatıcıya dışarıdan verilen ısının azalmasında soğutma tesir katsayısını arttırır.

ÖZET

Çalışmanın amacı, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde amonyak-su çifti ile lityum bromür-su çiftinin kıyaslanmasıdır. Bunun için öncelikle soğutmanın tanımı yapılmış, absorpsiyonlu soğutma sisteminin, genel soğutma sistemleri sınıflandırmasındaki yerinin tespiti yapılmıştır.

Absorpsiyonlu soğutma sistemini iyi anlamak için, bu sistemin esasını teşkil eden buhar sıkıştırırmalı mekanik soğutma sistemi tanıtılmasına gerek duyulmuştur. Bunun için öncelikle buhar sıkıştırırmalı mekanik soğutma sisteminin ana elemanları tanıtılmış ve sistemin çalışma prensibi kısaca anlatılmıştır. Daha sonra absorpsiyonlu soğutma sistemiyle , buhar sıkıştırırmalı mekanik soğutma sisteminin farkı ve benzerlikleri üzerinde durulmuştur. Absorpsiyonlu soğutma sisteminin ana elemanları tanıtılmış ve sistemin çalışma prensipleri anlatılmıştır. Uygulamada kullanılan soğutucu akışkan tipleri tanıtılmış, özellikle konunun esasını teşkil eden amonyak-su çifti ve lityum bromür-su çifti üzerinde durulmuştur. Bu iki çiftin diyagramlar ve hal denklemleri yardımıyla özelliklerinin nasıl bulunacağı anlatılmıştır. Absorpsiyonlu soğutma sisteminin hesaplarının, hem diyagram yardımıyla hem de bilgisayar yardımıyla nasıl olacağı birer sayısal örnekle anlatılmıştır. Hesaplar neticesinde çizilen diyagramlar yardımıyla amonyak-su çifti ile lityum bromür-su çiftinin cesitli yönlerden kıyaslaması yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Zorkun, M. E. ve Ardıç, A. R., Soğutma Tekniği ve Klima, Milli Eğitim Bakanlığı Yayını, İstanbul, (1980).
- [2] Özkol, N., Uygulamalı Soğutma Tekniği, Makina Müh. Odası Yayını, Ankara, (1985).
- [3] Reay, D. A. ve Macmichael, D. B. A., " Heat Pumps Design and Applications, " Great Britain , (1979).
- [4] McQuiston, F. C. ve Parker, J. D., "Heating, Ventilating and Air Conditioning, " John Wiley & Sons Inc., U. S. A.,(1988).
- [5] Raznjevic, K., Handbook of Thermodynamic Tables And Charts, U. S. A., (1976).
- [6] Perez-Blanco, H., " Absorbtion Heat Pump Performance For Different Types of Solutions " International Journal of Refrigeration, Sayı 7, (1984), pp 115-122.
- [7] Bourseau, P. ve Bugarel, R., " Refrigeration par Cycle a Absorption des Systemes NH₃-NASCN ", International Journal of Refrigeration, July, (1986), pp 206-214.
- [8] Cleland, A. C., " Computer Subroutines For Rapid Evaluation of Refrigerant Thermodynamic Properties", International Journal of Refrigeration, Nowember, (1986), pp 346-351.
- [9] Zeigler, B. ve Trepp, C., " Equation of State for Ammonia-water Mixtures", International Jornal of Refrigeration, Volume 7, Sayı 2, Mart, (1984), pp 101-106.
- [10] Schulz, S. C. G., " Equation of State for the System Ammonia-water Mixtures" I. I. R., Washington D. C., Commission II, (1971).
- [11] Özal L., Ataer, Ö. E. ve Gögüş, Y., " Amonyak Soğutuculu Su Soğuruculu Sistemin Simülasyonu" 6. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Ankara, Eylül, (1987).
- [12] Jennings, B. H. ve Shannon, F. P., " Tables of the Properties of Aqua-Ammonia Solutions" Refrigerating Engineering, 35, pp 333-36, May (1938).
- [13] Perman, E. P., " Vapour Pressure of Aqueous Ammonia Solutions" J. Chem. Soc. 79, pp 718-725 (1901).
- [14] Clifford, I. L. ve Hunter, E., "The System Ammonia-Water at Temperatures to 150°C and at Pressures to 20 Atmospheres" J. Phys. Chem. 37, pp 101-118 (1933).

- [15] Macriss, R. A. ve Eakin, B. E., "Thermodynamic Properties of Ammonia-water Solutions and Pressures Extended to Higher Temperatures, ASHRAE Trans. Vol. 70, pp 319-27, (1964).
- [16] Jennings, B. H., "Ammonia-Water Properties (Experimentally Determined P,V,T,x Liquid Phase Data), ASHRAE Trans. Vol. 71, pp 21-29, (1965).
- [17] Macriss, R. A., Eakin, B. E., Ellington, R.T. ve Heubler, J., " Physical and Thermodynamic Properties of Ammonia-water Mixtures " Research Bulletin No.34 Institute of Gas Technology, Chicago, Ill. (1964).
- [18] Tables of Thermodynamic Properties of Ammonia , U. S. Bur. of Standards Circular No.142 (1923).
- [19] Scatchard, G., Epstein, L. F., Warburton, Jr. ve Cody, P.J., " Thermodynamic Properties of the Saturated Liquid and Vapor of Ammonia-water Mixtures" Refrig. Eng. 53. pp 413-419, 446 (1947).
- [20] Asme Steam Tables; Thermodynamic and Transport Properties of Steam, ASME, New York, (1967).
- [21] Boryta, D. A., " Physical Properties of Lithium Bromide Aqueous Solutions" Foote Mineral Company, (1971).
- [22] Pennington, W., " How to Find Accurate Vapor Pressures of Lithium Bromide Water Solutions " Refrig. Eng. 63, pp 57-61, May, (1955).
- [23] Ellington, R. T., Kunst, G., Peck, R. E. ve Reed, J. F., " The Absorption Cooling Process," Institute of Gas Technology Research Bulletin, 114 (1957).
- [24] Lower, H., " Thermodynamic and Physical Properties of Aqueous Lithium Bromide Solutions " Technical University, Karlsruhe, Germany, (1961).
- [25] Jackson, T. R., Squire, W. ve Kaufman, J. E., "Absorption Refrigeration Computer Program " AGA Project ZQ-63, (1961).
- [26] McNeely, L. A. ve Reeve, A. C., " Thermodynamic Properties of Aqueous Solutions of Lithium Bromide " Carrier Corp. unpublished Technical Report, (1964).
- [27] Rosenfeld, L. M. ve Karnaugh, M. S., " Enthalpy-Concentration Diagram of Aqueous Lithium Bromide Solutions " Cholodilnaja Technika, Vol. 1, (1958).

- [28] Greeley, E. M., " Vapor Pressure of Lithium Bromide Solutions at Absorber Conditions " Carrier Corp. unpublished memorandum Report, (1959).
- [29] McNeely, L. A., " Thermodynamic Properties of Aqueous Solutions of Lithium Bromide " ASHRAE Transactions, Vol. 85, No. 3, pp 413-434, (1979).
- [30] Jennings, B. H., " The Thermodynamic Properties of Ammonia-water mixtures: A reassessment in Tabular form " ASHRAE Transactions, Volume 87, Part 2, pp 419-433 (1981).
- [31] Ferman, E. P., " Vapor Pressure of Aqueous Ammonia Solutions " J. Chem. Soc. 79, pp 718-725 (1901).
- [32] Clifford, I. L. ve Hunter, E., " The System Ammonia-Water at Temperatures to 150°C and at Pressures to Atmospheres " J. Phys. Chem. 37, pp 101-118, (1933).
- [33] Eisa, M. A. R., Devotta, S. ve Holland, F. A., "A study of economiser performance in a water-lithium bromide absorption cooler " International Journal of Heat And Mass Transfer, Vol. 28, No. 12, Pergamon Press, December (1985).
- [34] Kumar, P., Devotta, S. ve Holland, A., " Effect of flow ratio on the performance of an experimental absorption cooling system " Chem. Eng. Res. Des. 62, pp 194, (1984).
- [35] Vliet, G. C., Lawson, M. B. ve Lithgow, R. A.: " Water-lithium bromide double-effect absorption cooling cycle analysis" Trans. Am. Soc. Heat. Refrig. Air-Condit. Engrs 88, 811 (1982).
- [36] Van Kasteren, P. H. G., " The Crystallization behaviour and caloric properties of water/ammonia mixtures between 70 and 300 K " I. I. F.- I. I. R.- Commission RI, pp 81-87 (1971).
- [37] Patterson, M. R., Perez-Blonco, H., " Numerical Fits of the Properties of Lithium Bromide- Water Solutions " ASHRAE Trans., Volume 88, Part 2, pp 2059-2077, (1988).
- [38] DeVault, R. C., " Developments in gas fired absorption heat pumps in North America " Proceeding of 1987 International Energy Agency Heat Pump Conference, Chelsea, April, (1987).

- [39] Herold, K. E. ve Moran, M. J., " Thermodynamic Properties of lithium bromide/water solutions " ASHRAE Transactions, Vol. 93, Part 1, pp 35- 50 (1987).
- [40] Uemura, T., " Properties of refrigerant-absorbent systems used for absorption-type refrigeration machines " Reito, Vol. 52, No. 600, (1975).
- [41] Grossman, G. ve Michelson, E., " A Modular Computer Simulation of Absorption Systems " ASHRAE Trans. Vol. 36, No. 2, pp 1808-1827 (1988).
- [42] Grossman, G. ve Perez-Blanco, H., " Conceptual design and performance analysis of absorption heat pumps for waste heat utilization " ASHRAE Trans., Vol. 88, part 1, 2691 (1982).
- [43] Huntley, W. R., " Performance Test Results of a Lithium Bromide/water absorption heat pump using low temperature waste heat " ORNL/TM-9072 (1984).
- [44] Schulz, S. C. G., " Equations of State for the System Ammonia-water for use with computers " I. I. F.- I. I. R. Commission RI, pp 431-436 (1964).
- [45] Perez-Blanco, H., " Absorption Heat Pump Performance for Different Types of Solutions " International Journal of Refrigeration, Vol. 7, Sayı 2, Mart, pp 115-122 (1984).
- [46] Jacop, X., Albright, C. F. ve Tucker, W. H., " Factors affecting the coefficient of performance for absorption air conditioning systems " ASHRAE Trans., Volume 75, Part 1, pp 103-10 (1969).
- [47] Mansoori, G. A. ve Patel, V., " Thermodynamic basis for the choice of working fluids for solar absorption cooling systems " Sol Energy, 22, pp 483-91, (1979).
- [48] Iedema, P. D., " Mixtures for the absorption heat pump " International Journal of Refrigeration, Vol. 5, Sayı 5, pp 262-73, (1982).
- [49] Althouse, A. D., Turnquist, C. H. ve Bracciano, A. F., Modern Refrigeration and Air Conditioning, South Holland, The Goodheart-Willcox Company Inc., (1979).
- [50] 1988 ASHRAE Equipment Handbook " Absorption Cooling, Heating and Refrigeration Equipment " Chapter 13, 13.1-13.12, (1988).

- [51] Renon, H., Guillevic, J. L. ve Richon, D., " A Cubic Equation of State Representation of Ammonia-water Vapour-liquid equilibrium data " Int. J. Refrig. Vol. 9, March, pp 70-73 (1986).
- [52] Scatchard, G., Epstein, L. F. ve Warburton, J., " Thermodynamic Properties of saturated liquid and vapour of ammonia-water mixtures " Refrig., Eng. 53, pp 413-445 (1947).
- [53] Macriss, R.A., Eakin, B. E., Ellington, R.T. ve Heubler, J.: " Physical and thermodynamic properties of ammonia-water mixtures " Research Bulletin, No. 34, Institute of Gas Technology, Chicago, IL, U. S. A., (1964).
- [54] Bolzan, M. ve Lazzarin, R., " Comparison between two absorption cooling systems of the 'open' type under different climatic conditions " Int. J. of Refrig., Vol. 2, Sayı 3, Mayıs, (1979).
- [55] Dossat, R. J., " Principles of Refrigeration " John Wiley and Sons, Canada, (1981).
- [56] Ayber, R., Soğutma Tekniği, İ. T. Ü. Yayınları, Yayın No. 5, İstanbul, (1986).
- [57] Merrick, R. H., " A Direct, Evaporatively Cooled, Three-Ton Lithium Bromide-Water Absorption Chiller for Solar Application " ASHRAE Trans., Volume 82, Part 5, No. 1, pp 797-809, (1986).
- [58] McLinden, M. ve Radermacher, R., " An Experimental Comparison of Ammonia-Water and Ammonia-Water Lithium Bromide Mixtures in an Absorption Heat Pump " ASHRAE Trans. Vol. 85, Part 36, No. 4, pp 1337-1846, (1985).
- [59] Hayes, F. C., " Evaluation of Advanced Design Concepts for Absorption Heat Pumps " DoE/ORNL Heat Pump Conference Washington D. C., (1984).
- [60] ASHRAE Transactions, (1980-1989).
- [61] Yamankaradeniz, R., Ders Notları, (1988).
- [62] Ataer, Ö. E. ve Gögüş, Y., " Amonyak/su soğurmalı sistemlerinin analizi ve ısıl süreçlerdeki tersinmezliklerin karşılaştırılması " Isı Bil. Tek. Kongresi, (1988).
- [63] Yiğit, A., " Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Simülasyonu " İ. T. Ü., Doktora Tezi, İstanbul, (1989).

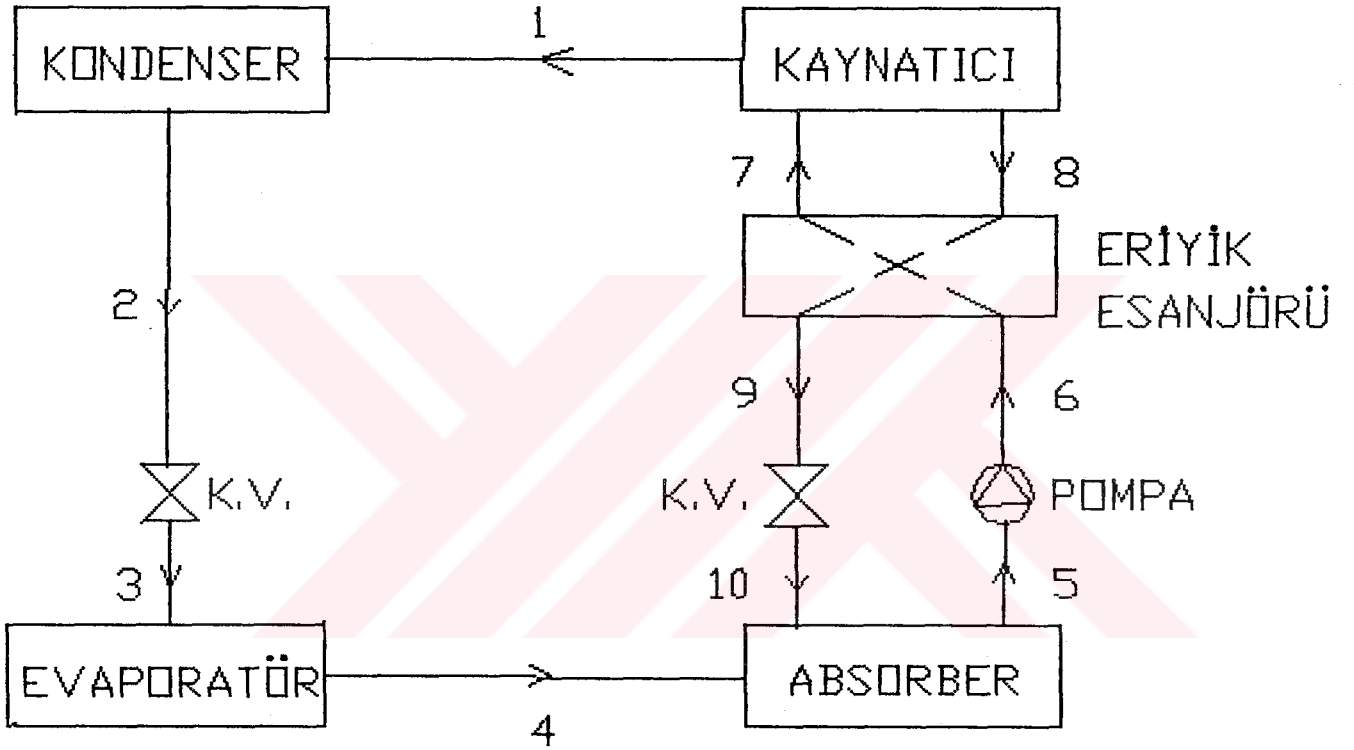
EKLER

Ek1 : Şekiller

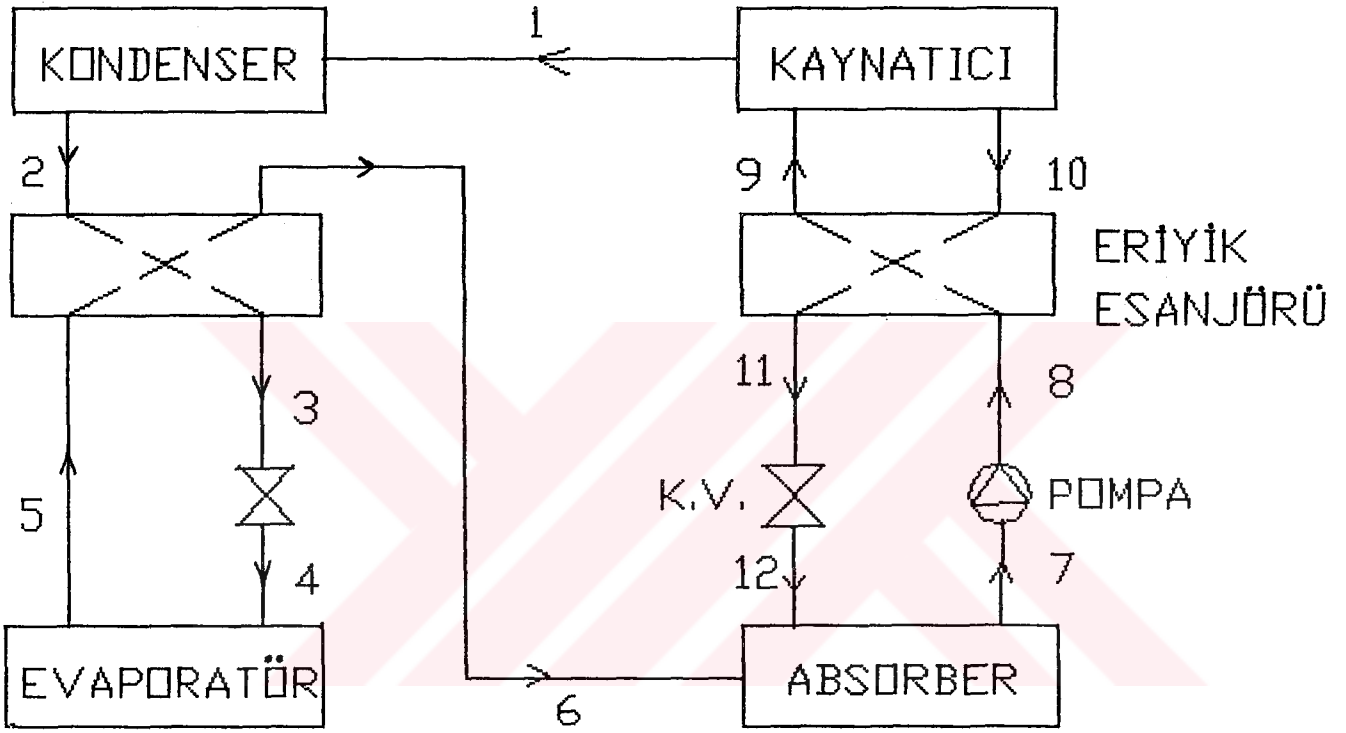
Ek2 : Tablolar ve Diyagramlar

Ek3 : Bilgisayar Programı

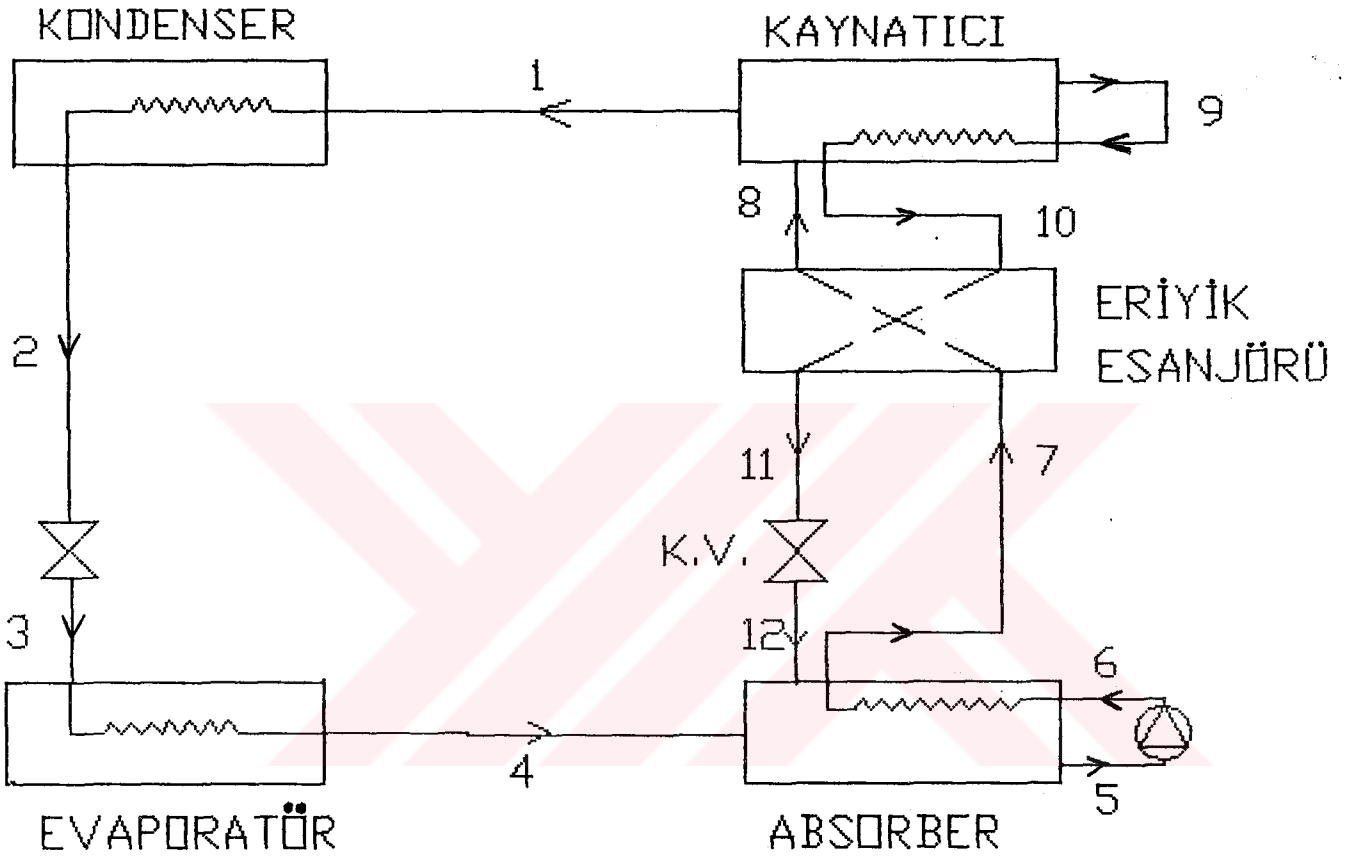
Ek1 : Şekiller



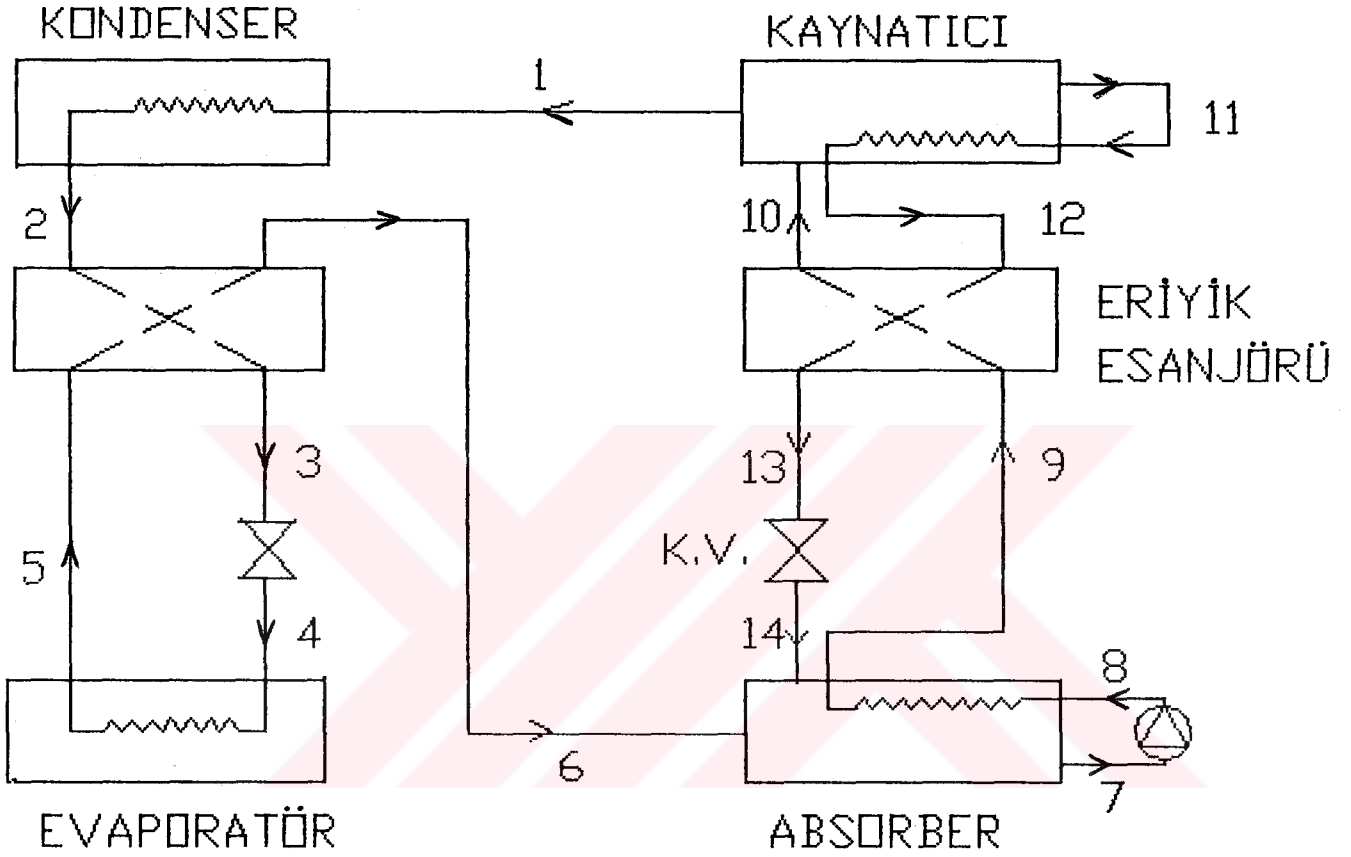
Şekil 1 Eriyik Esanjörlü Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi



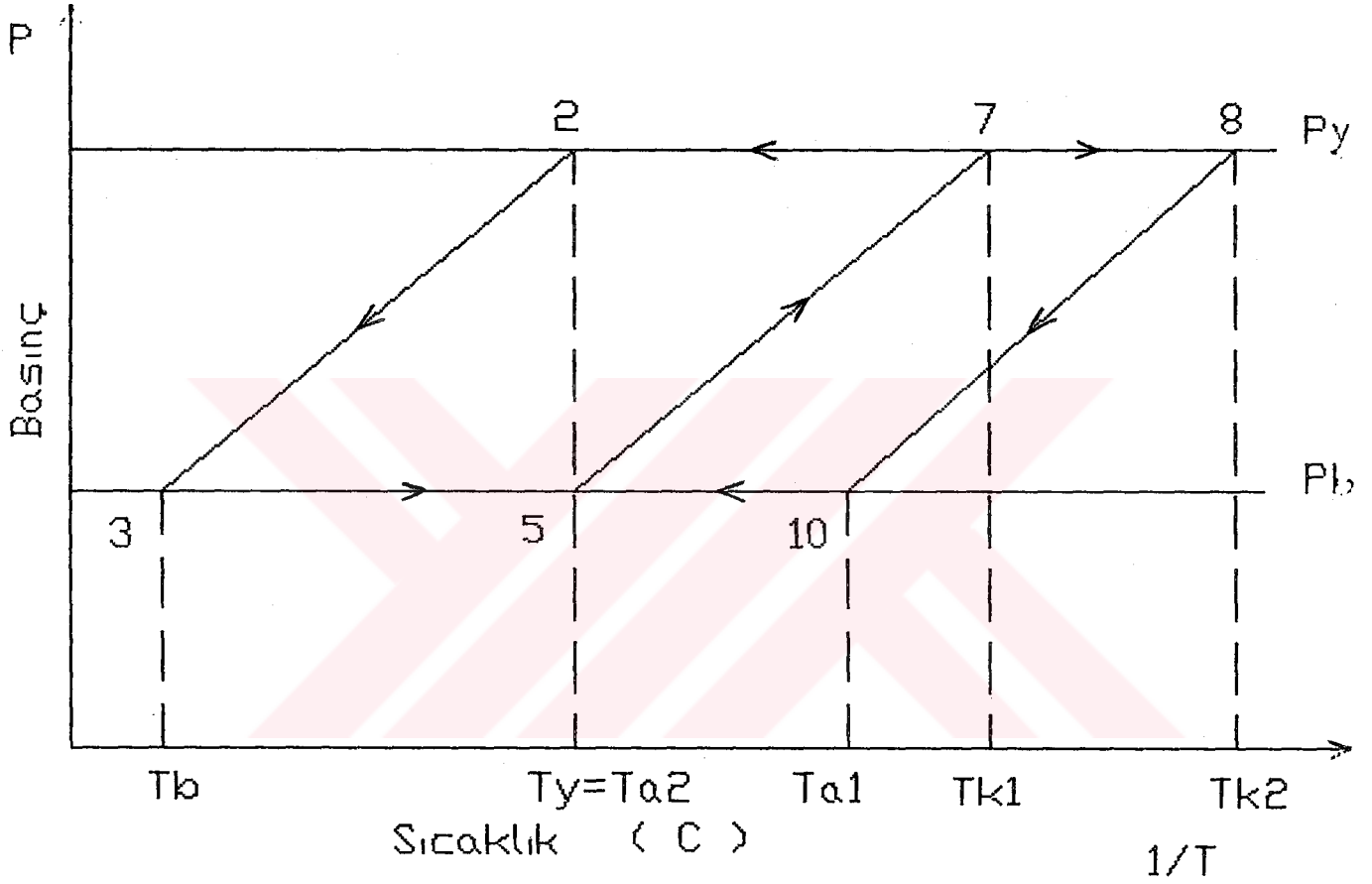
Sekil 2 Eriyik Esanjörlü ve Soğutma Devresi Esanjörlü Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi



Şekil 3 Eriyik Esanjörlü ve Eriyiklerin Geri Gönderildiği Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi

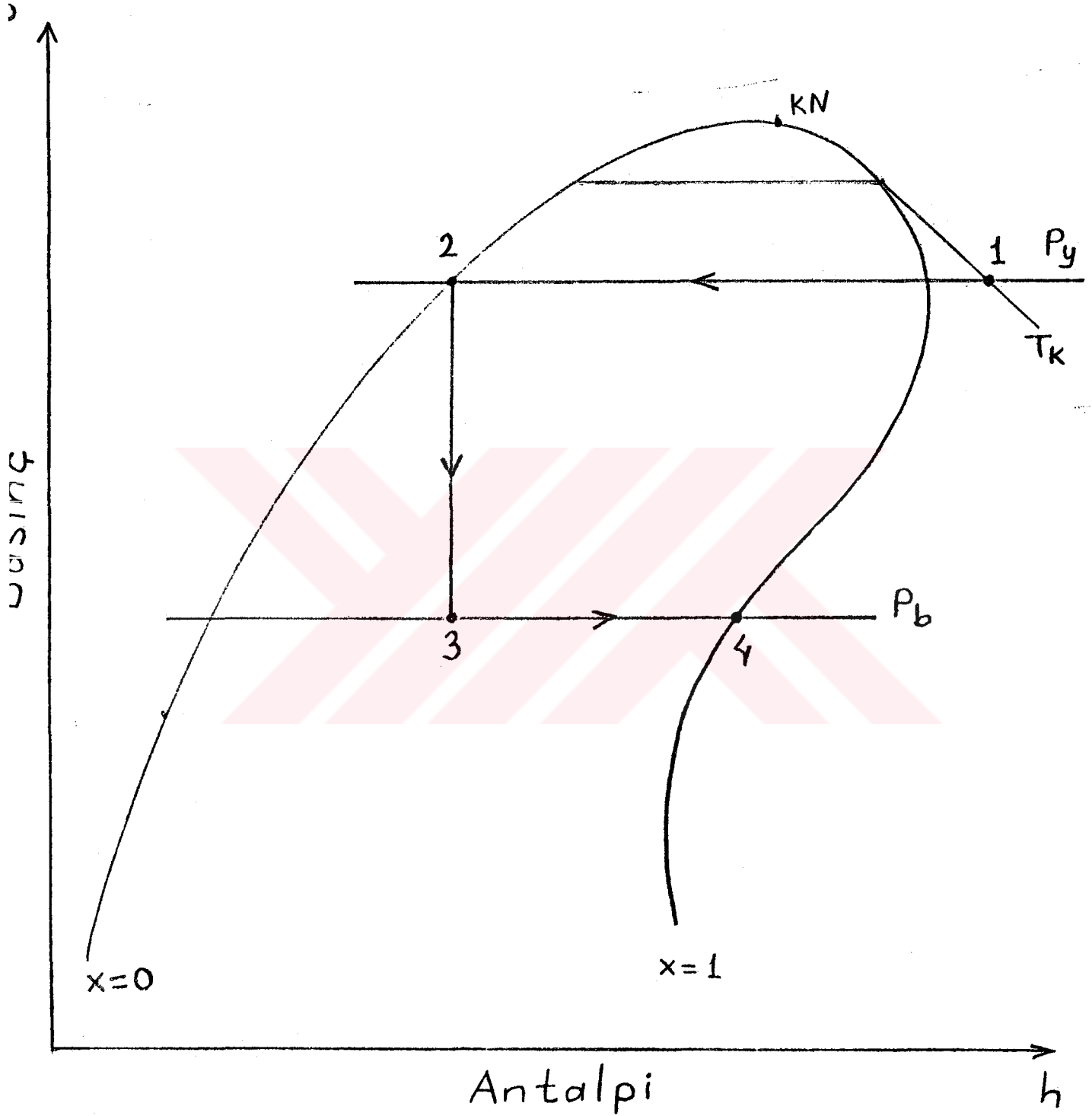


Sekil 4 Eriyik Esanjörlü, Soğutma Devresi Esanjörlü ve Eriyiklerin Geri gönderildiği Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi

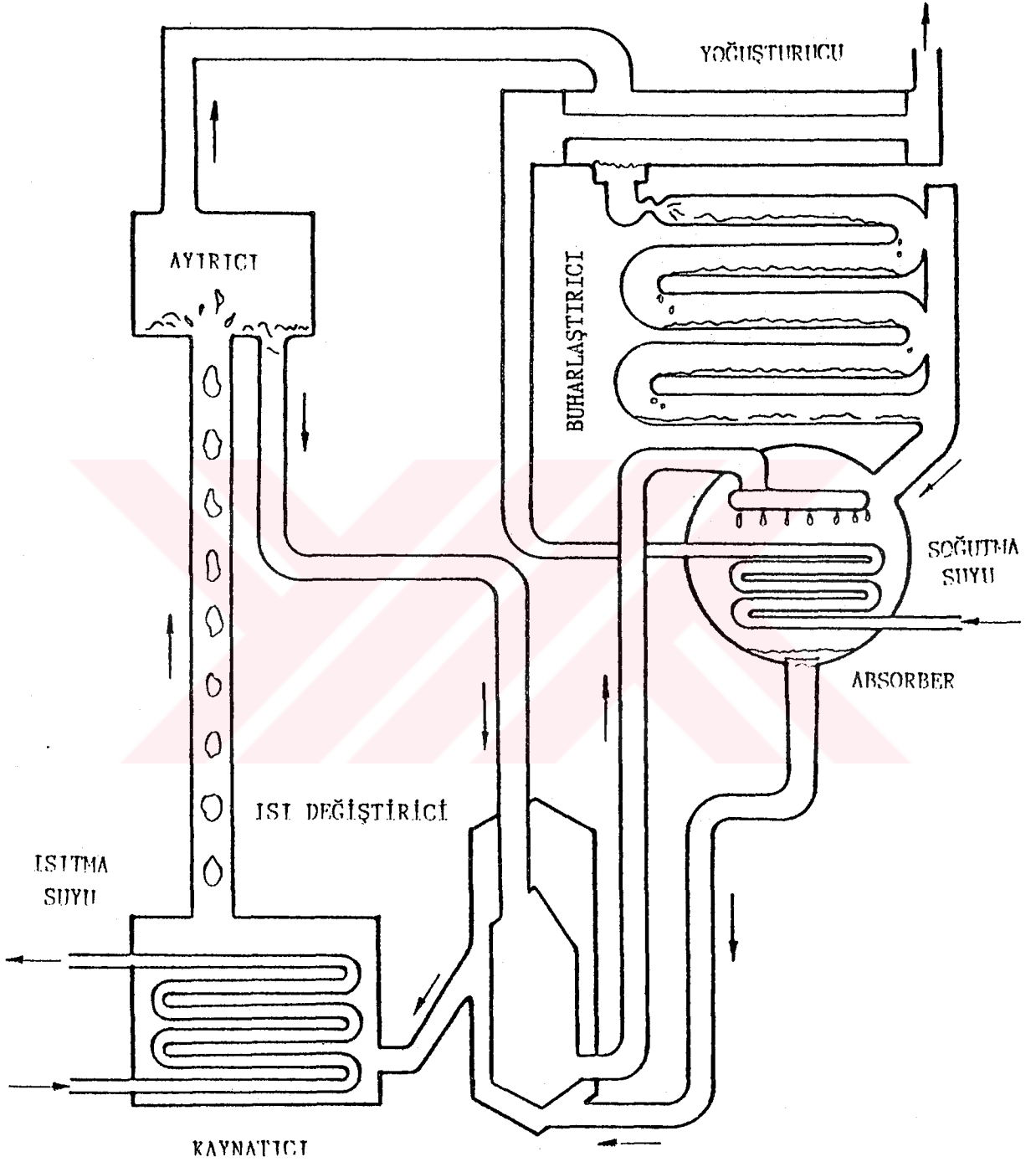


Sekil 5 Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi Çevriminin

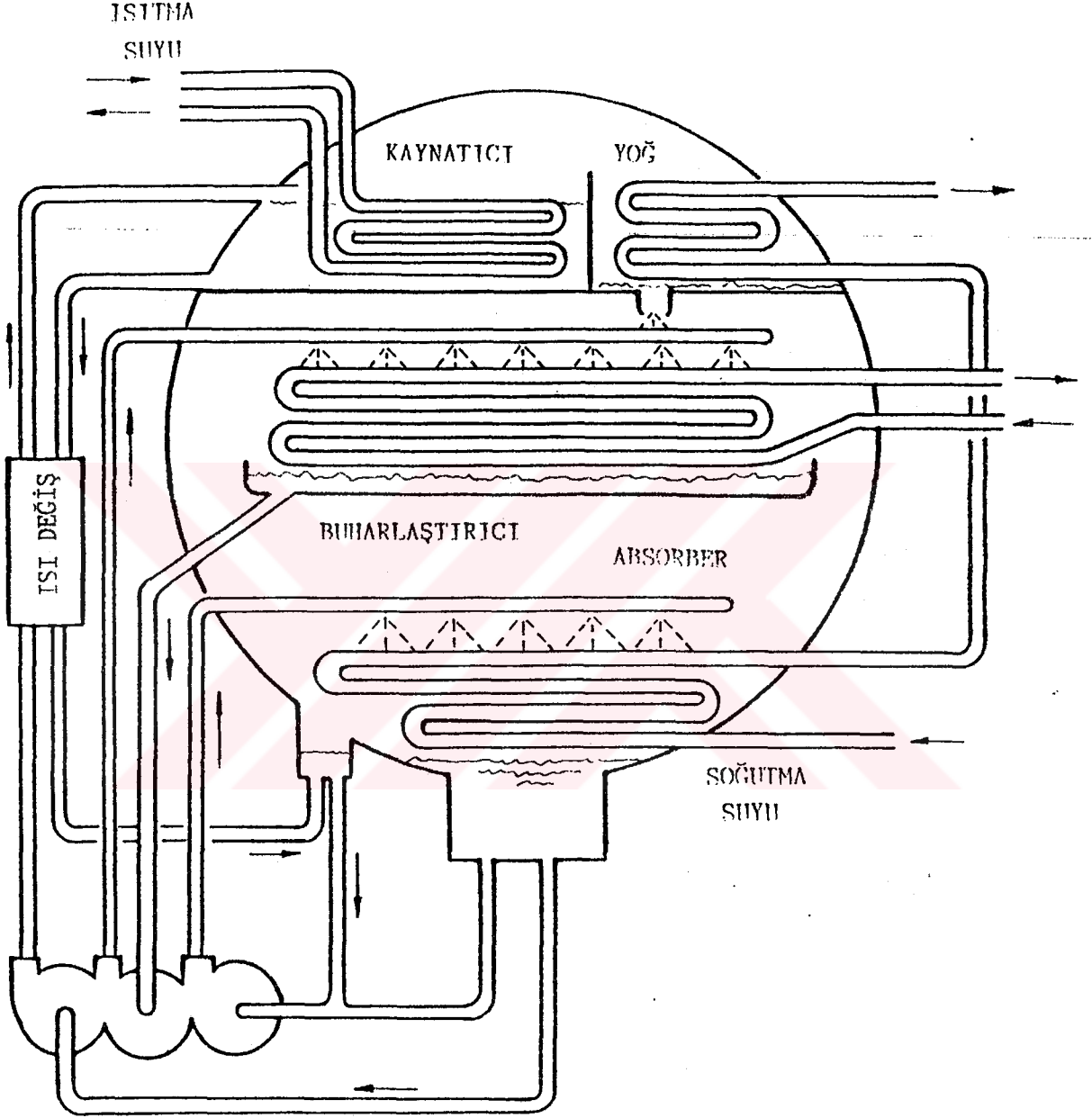
$\ln P - \frac{1}{T}$ diyagramında gösterilişi



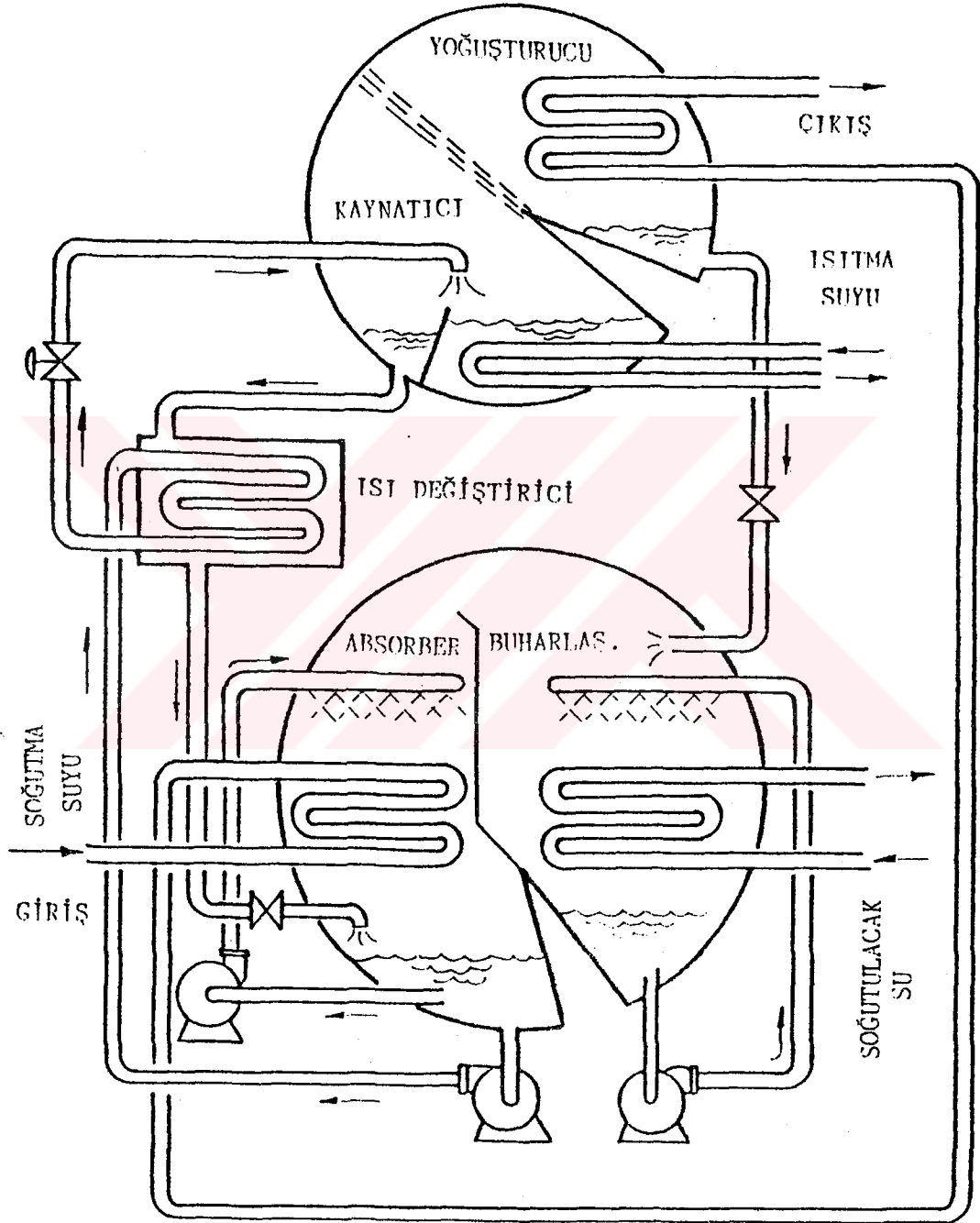
Sekil 6 Absorbsiyonlu Soğutma Siteminde Soğutma Devresindeki Hal Değişimlerinin Lh P - h Diyagramında Gösterilişi



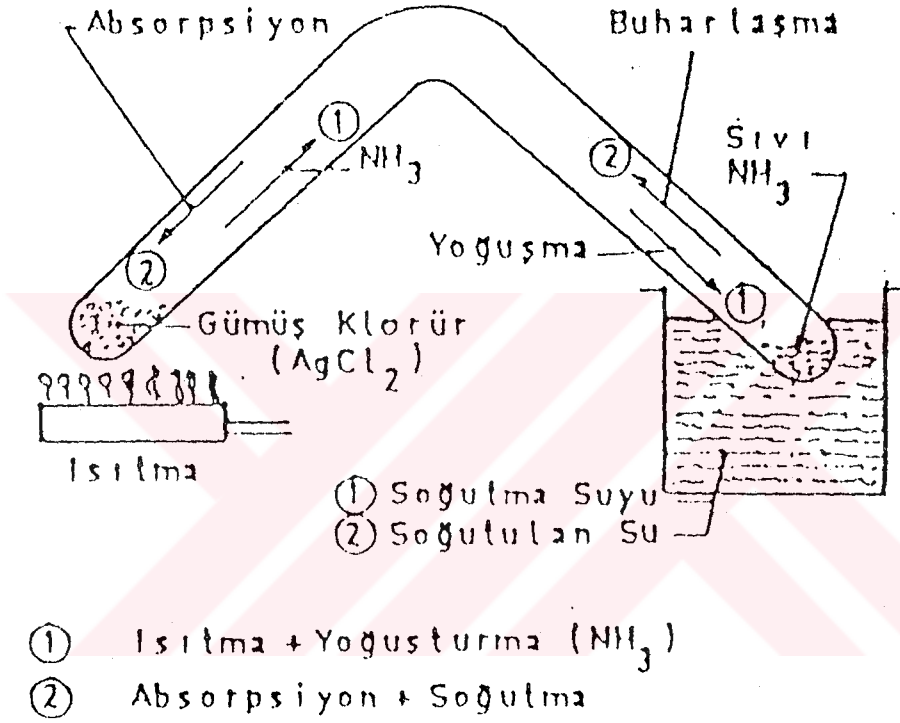
Sekil 7 ARKLA Firması Tarafından Üretilen Dört Ayrı Bölmeli Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi[63].



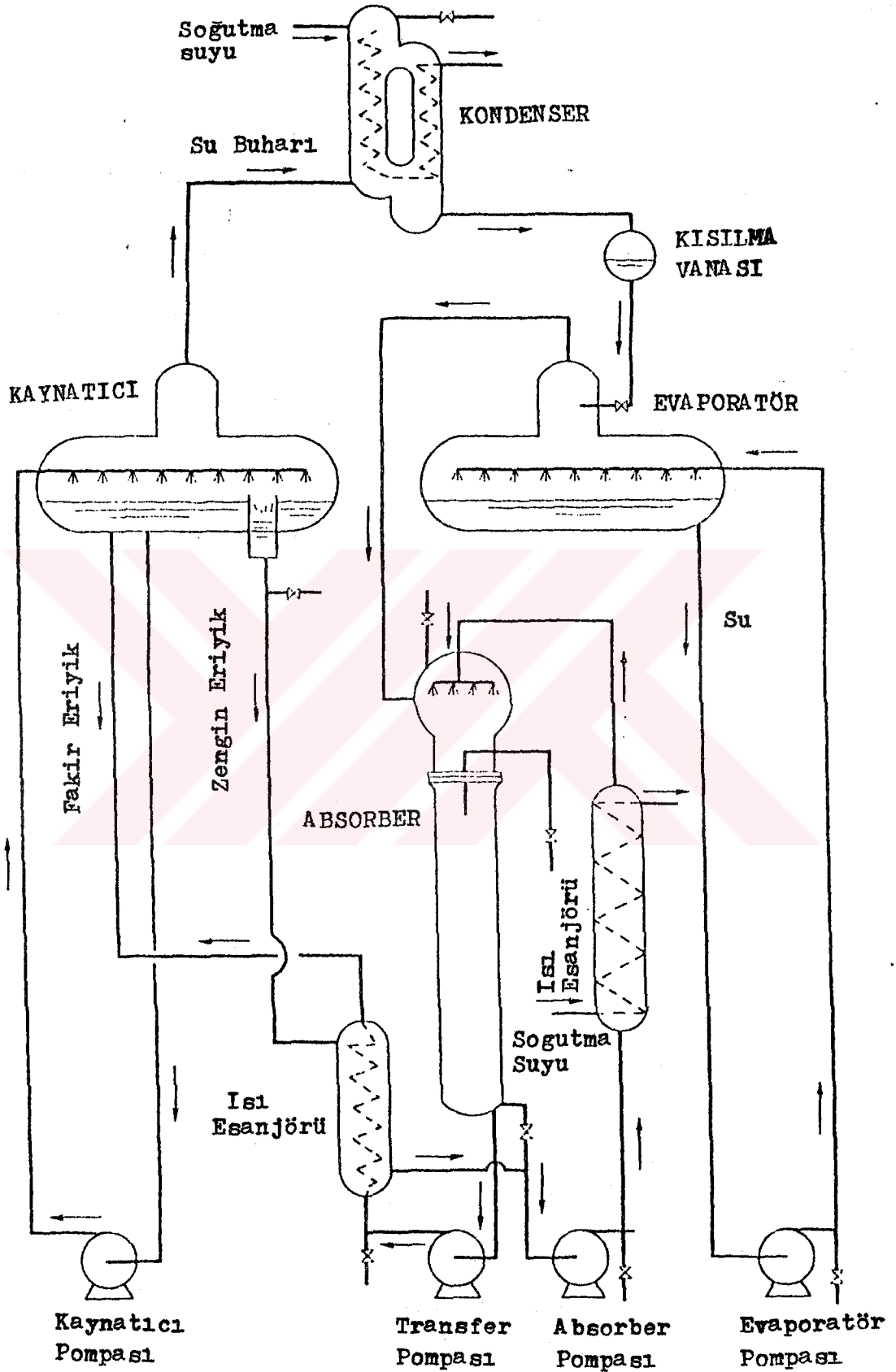
Şekil 8 TRANE Firması Tarafından Üretilen Absorbsiyonlu Soğutma Makinası[63].



Sekil 9 CARRIER Firması Tarafından Üretilen Absorbsiyonlu Soğutma Makinası[63].



Şekil 10 Faraday'ın Absorpsiyon Deney Aygıtı[2].



Şekil 11 Deneysel Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Sematik Diyagramı [33].

Ek 2 : Diyagramlar ve Tablolar

Tablo 1 Su buharının Doymuş Haller Tablosu [5]

Sıcaklık		Basınç	Özgül Hacim		Yoğunluk		Özgül Entalpi		Buharlaşma Gizli Isısı	Özgül Entropi	
			Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar		Sıvı	Buhar
t	T	p	v'	v''	ρ'	ρ''	i'	i''	$r=i''-i'$	s'	s''
°C	K	bar	m ³ /kg	m ³ /kg	kg/m ³	kg/m ³	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg K	kJ/kg K
0.01	273.16	0.006106	0.0010002	206.3	999.80	0.004847	0.00	2501	2501	0.0000	9.1544
1	274.15	0.006566	0.0010001	192.6	999.90	0.005192	4.22	2502	2498	0.0154	9.1281
2	275.15	0.007054	0.0010001	179.9	999.90	0.005559	8.42	2504	2496	0.0306	9.1018
3	276.15	0.007575	0.0010001	168.2	999.90	0.005945	12.63	2506	2493	0.0458	9.0757
4	277.15	0.008129	0.0010001	157.3	999.90	0.006357	16.84	2508	2491	0.0610	9.0498
5	278.15	0.008719	0.0010001	147.2	999.90	0.006793	21.05	2510	2489	0.0762	9.0241
6	279.15	0.009347	0.0010001	137.8	999.90	0.007257	25.25	2512	2489	0.0913	8.9978
7	280.15	0.010013	0.0010001	129.1	999.90	0.007746	29.45	2514	2485	0.1063	8.9736
8	281.15	0.010721	0.0010002	121.0	999.80	0.008264	33.55	2516	2482	0.1212	8.9485
9	282.15	0.011473	0.0010003	113.4	999.70	0.008818	37.85	2517	2479	0.1361	8.9238
10	283.15	0.012277	0.0010004	106.42	999.60	0.009398	42.04	2519	2477	0.1510	8.8994
11	284.15	0.013118	0.0010005	99.91	999.50	0.01001	46.22	2521	2475	0.1658	8.8752
12	285.15	0.014016	0.0010006	93.84	999.40	0.01066	50.41	2523	2473	0.1805	8.8513
13	286.15	0.014967	0.0010007	88.18	999.30	0.01134	54.60	2525	2470	0.1952	8.8276
14	287.15	0.015974	0.0010008	82.90	999.20	0.01206	58.78	2527	2468	0.2098	8.8040
15	288.15	0.017041	0.0010010	77.97	999.00	0.01282	62.97	2528	2465	0.2244	8.7806
16	289.15	0.018170	0.0010011	73.39	998.90	0.01363	67.16	2530	2463	0.2389	8.7574
17	290.14	0.019364	0.0010013	69.10	998.70	0.01447	71.34	2532	2461	0.2534	8.7344
18	291.15	0.02062	0.0010015	65.09	998.50	0.01536	75.53	2534	2458	0.2678	8.7116
19	292.15	0.02196	0.0010016	61.34	998.40	0.01630	79.72	2536	2456	0.2821	8.6890
20	293.15	0.02337	0.0010018	57.84	998.20	0.01729	83.90	2537	2454	0.2964	8.6665
21	294.15	0.02486	0.0010021	54.56	997.90	0.01833	88.09	2539	2451	0.3107	8.6442
22	295.15	0.02643	0.0010023	51.50	997.71	0.01942	92.27	2541	2449	0.3249	8.6220
23	296.15	0.02808	0.0010025	48.62	997.51	0.02057	96.46	2543	2447	0.3391	8.6001
24	297.15	0.02982	0.0010028	45.93	997.21	0.02177	100.63	2545	2444	0.3532	8.5785
25	298.15	0.03166	0.0010030	43.40	997.01	0.02304	104.81	2547	2442	0.3672	8.5570
26	299.15	0.03360	0.0010033	41.04	996.71	0.02437	108.99	2548	2440	0.3812	8.5358
27	300.15	0.03564	0.0010036	38.82	996.41	0.02576	113.17	2550	2437	0.3951	8.5147
28	301.15	0.03779	0.0010038	36.73	996.21	0.02723	117.35	2552	2435	0.4090	8.4938
29	302.15	0.04004	0.0010041	34.77	995.92	0.02876	121.53	2554	2432	0.4228	8.4730
30	303.15	0.04241	0.0010044	32.93	995.62	0.03037	125.71	2556	2430	0.4366	8.4523
31	304.15	0.04491	0.0010047	31.20	995.32	0.03205	129.89	2558	2428	0.4503	8.4319
32	305.15	0.04753	0.0010051	29.57	994.93	0.03382	134.07	2559	2425	0.4640	8.4117
33	306.15	0.05029	0.0010054	28.04	994.63	0.03566	138.25	2561	2423	0.4777	8.3916
34	307.15	0.05318	0.0010057	26.60	994.33	0.03759	142.42	2563	2421	0.4913	8.3716
35	308.15	0.05622	0.0010061	25.24	993.94	0.03962	146.60	2565	2418	0.5049	8.3519
36	309.15	0.05940	0.0010064	23.97	993.64	0.04172	150.78	2567	2416	0.5185	8.3323
37	310.15	0.06274	0.0010068	22.77	993.25	0.04392	154.96	2569	2414	0.5320	8.3129
38	311.15	0.06624	0.0010071	21.63	992.95	0.04623	159.14	2570	2411	0.5455	8.2938
39	312.15	0.06991	0.0010075	20.56	992.56	0.04864	163.32	2572	2409	0.5589	8.2748
40	313.15	0.07375	0.0010079	19.55	992.16	0.05115	167.50	2574	2406	0.5723	8.2559
41	314.15	0.07777	0.0010083	18.59	991.77	0.05379	171.67	2575	2403	0.5856	8.2372
42	315.15	0.08198	0.0010087	17.69	991.38	0.05653	175.86	2577	2401	0.5988	8.2187
43	316.15	0.08639	0.0010091	16.84	990.98	0.05938	180.04	2579	2399	0.6120	8.2003
44	317.15	0.09101	0.0010095	16.04	990.59	0.06234	184.22	2581	2397	0.6252	8.1820
45	318.15	0.09584	0.0010099	15.28	990.20	0.06544	188.40	2582	2394	0.6384	8.1638
46	319.15	0.10088	0.0010103	14.56	989.81	0.06868	192.58	2584	2391	0.6516	8.1458
47	320.15	0.10614	0.0010108	13.88	989.32	0.07205	196.76	2586	2389	0.6647	8.1279
48	321.15	0.11163	0.0010112	13.23	988.92	0.07559	200.93	2588	2387	0.6778	8.1102
49	322.15	0.11736	0.0010116	12.62	988.53	0.07924	205.11	2590	2385	0.6908	8.0927
50	323.15	0.12335	0.0010121	12.04	988.04	0.08306	209.3	2592	2383	0.7038	8.0753
51	324.15	0.12960	0.0010126	11.50	987.56	0.08696	213.5	2593	2380	0.7167	8.0579
52	325.15	0.13612	0.0010130	10.98	987.17	0.09107	217.7	2595	2377	0.7295	8.0407
53	326.15	0.14292	0.0010135	10.49	986.68	0.09533	221.9	2597	2375	0.7423	8.0236
54	327.15	0.15001	0.0010140	10.02	986.19	0.09980	226.0	2599	2373	0.7551	8.0068

Tablo 1'e devam

Sıcaklık		Basınç	Özgül Hacim		Yogunluk		Özgül Entalpi		Buharlaşma Gizli Isısı	Özgül Entropi	
			Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar		Sıvı	Buhar
t	T	p	v'	v''	ρ'	ρ''	i'	i''	r=i''-i'	s'	s''
°C	K	bar	m³/kg	m³/kg	kg/m³	kg/m³	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg K	kJ/kg K
55	328.15	0.15740	0.0010145	9.578	985.71	0.1044	230.2	2600	2370	0.7679	7.9901
56	329.15	0.16510	0.0010150	9.158	985.22	0.1092	234.4	2602	2368	0.7806	7.9736
57	330.15	0.17312	0.0010155	8.757	984.74	0.1142	238.6	2604	2365	0.7933	7.9571
58	331.15	0.18146	0.0010160	8.380	984.25	0.1193	242.8	2606	2363	0.8059	7.9407
59	332.15	0.19014	0.0010166	8.020	983.67	0.1247	246.9	2608	2361	0.8185	7.9245
60	333.15	0.19917	0.0010171	7.678	983.19	0.1302	251.1	2609	2358	0.8311	7.9084
61	334.15	0.2086	0.0010177	7.353	982.61	0.1360	255.3	2611	2355	0.8436	7.8925
62	335.15	0.2184	0.0010182	7.043	982.13	0.1420	259.5	2613	2353	0.8561	7.8767
63	336.15	0.2285	0.0010188	6.749	981.55	0.1482	263.7	2614	2350	0.8686	7.8609
64	337.15	0.2391	0.0010193	6.468	981.07	0.1546	267.9	2616	2348	0.8810	7.8452
65	338.15	0.2501	0.0010199	6.201	980.49	0.1613	272.1	2617	2345	0.8934	7.8297
66	339.15	0.2615	0.0010205	5.947	979.91	0.1681	276.2	2619	2343	0.9057	7.8144
67	340.15	0.2733	0.0010210	5.705	979.43	0.1753	280.4	2621	2341	0.9180	7.7992
68	341.15	0.2856	0.0010216	5.475	978.86	0.1826	284.6	2623	2338	0.9303	7.7841
69	342.15	0.2984	0.0010222	5.255	978.28	0.1903	288.8	2625	2336	0.9426	7.7692
70	343.15	0.3117	0.0010228	5.045	977.71	0.1982	293.0	2626	2333	0.9549	7.7544
71	344.15	0.3254	0.0010234	4.846	977.14	0.2064	297.2	2628	2331	0.9672	7.7396
72	345.15	0.3396	0.0010240	4.655	976.56	0.2148	301.4	2630	2329	0.9794	7.7249
73	346.15	0.3543	0.0010246	4.473	975.99	0.2236	305.6	2631	2326	0.9916	7.7103
74	347.15	0.3696	0.0010252	4.299	975.42	0.2326	309.8	2633	2323	1.0037	7.6958
75	348.15	0.3855	0.0010258	4.133	974.85	0.2420	314.0	2635	2321	1.0157	7.6815
76	349.15	0.4019	0.0010264	3.975	974.28	0.2516	318.2	2636	2318	1.0277	7.6673
77	350.15	0.4189	0.0010270	3.824	973.71	0.2615	322.4	2638	2316	1.0396	7.6533
78	351.15	0.4365	0.0010277	3.679	973.05	0.2718	326.6	2639	2313	1.0515	7.6393
79	352.15	0.4547	0.0010283	3.540	972.48	0.2825	330.6	2641	2310	1.0634	7.6254
80	353.15	0.4736	0.0010290	3.408	971.82	0.2934	334.9	2643	2308	1.0753	7.6116
81	354.15	0.4931	0.0010297	3.282	971.16	0.3047	339.1	2645	2306	1.0872	7.5979
82	355.15	0.5133	0.0010304	3.161	970.50	0.3164	343.3	2646	2303	1.0990	7.5843
83	356.15	0.5342	0.0010310	3.045	969.93	0.3284	347.5	2648	2300	1.1107	7.5707
84	357.15	0.5558	0.0010317	2.934	969.27	0.3408	351.7	2650	2298	1.1225	7.5572
85	358.15	0.5781	0.0010324	2.828	968.62	0.3536	355.9	2651	2295	1.1342	7.5438
86	359.15	0.6011	0.0010331	2.727	967.96	0.3667	360.1	2653	2293	1.1459	7.5305
87	360.15	0.6249	0.0010338	2.629	967.31	0.3804	364.3	2655	2291	1.1576	7.5174
88	361.15	0.6495	0.0010345	2.536	966.65	0.3943	368.5	2656	2288	1.1693	7.5044
89	362.15	0.6749	0.0010352	2.447	966.00	0.4087	372.7	2658	2285	1.1809	7.4915
90	363.15	0.7011	0.0010359	2.361	965.34	0.4235	377.0	2659	2282	1.1925	7.4787
91	364.15	0.7281	0.0010366	2.279	964.69	0.4388	381.2	2661	2280	1.2041	7.4660
92	365.15	0.7560	0.0010373	2.200	964.04	0.4545	385.4	2662	2277	1.2157	7.4533
93	366.15	0.7848	0.0010381	2.124	963.30	0.4708	389.6	2664	2274	1.2272	7.4407
94	367.15	0.8145	0.0010388	2.052	962.65	0.4873	393.8	2666	2272	1.2387	7.4281
95	368.15	0.8451	0.0010396	1.982	961.91	0.5045	398.0	2668	2270	1.2502	7.4155
96	369.15	0.8767	0.0010404	1.915	961.17	0.5222	402.2	2669	2267	1.2617	7.4030
97	370.15	0.9093	0.0010412	1.851	960.43	0.5402	406.4	2671	2265	1.2731	7.3907
98	371.15	0.9429	0.0010420	1.789	959.69	0.5590	410.7	2673	2262	1.2845	7.3786
99	372.15	0.9775	0.0010427	1.730	959.05	0.5780	414.9	2674	2259	1.2958	7.3666
100	373.15	1.0131	0.0010435	1.673	958.31	0.5977	419.1	2676	2257	1.3071	7.3547
101	374.15	1.0498	0.0010443	1.618	957.58	0.6181	423.3	2677	2254	1.3184	7.3429
102	375.15	1.0876	0.0010450	1.566	956.94	0.6386	427.5	2679	2251	1.3297	7.3311
103	376.15	1.1265	0.0010458	1.515	956.21	0.6601	431.7	2680	2248	1.3409	7.3193
104	377.15	1.1666	0.0010466	1.466	955.47	0.6821	436.0	2681	2245	1.3521	7.3076
105	378.15	1.2079	0.0010474	1.419	954.75	0.7047	440.2	2683	2243	1.3632	7.2959
106	379.15	1.2504	0.0010482	1.374	954.02	0.7278	444.4	2685	2241	1.3743	7.2843
107	380.15	1.2941	0.0010490	1.331	953.29	0.7513	448.6	2687	2238	1.3854	7.2728
108	381.15	1.3390	0.0010498	1.289	952.56	0.7758	452.9	2688	2235	1.3964	7.2614
109	382.15	1.3852	0.0010507	1.249	951.75	0.8006	457.1	2689	2232	1.4074	7.2500

Tablo 1'e devam

Sıcaklık		Basınç	Özgül Hacim		Yoğunluk		Özgül Entalpi		Buharlaşma Gıvli Isısı	Özgül Entropi	
			Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar	Sıvı	Buhar		Sıvı	Buhar
t	T	p	v'	v''	ρ'	ρ''	i'	i''	r=i''-i'	s'	s''
°C	K	bar	m ³ /kg	m ³ /kg	kg/m ³	kg/m ³	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg K	kJ/kg K
110	383.15	1.4326	0.0010515	1.210	951.02	0.8264	461.3	2691	2230	1.4184	7.2387
111	384.15	1.4814	0.0010523	1.173	950.30	0.8525	465.6	2693	2272	1.4294	7.2274
112	385.15	1.5316	0.0010532	1.137	949.49	0.8795	469.8	2694	2224	1.4404	7.2162
113	386.15	1.5831	0.0010540	1.102	948.77	0.9074	474.0	2696	2222	1.4514	7.2051
114	387.15	1.6361	0.0010549	1.069	947.96	0.9354	478.2	2697	2219	1.4624	7.1941
115	388.15	1.6905	0.0010559	1.036	947.15	0.9652	482.5	2698	2216	1.4733	7.1832
116	389.15	1.7464	0.0010567	1.005	946.34	0.9950	486.7	2700	2213	1.4842	7.1724
117	390.15	1.8038	0.0010576	0.9754	945.54	1.025	491.0	2702	2211	1.4951	7.1616
118	391.15	1.8628	0.0010585	0.9465	944.73	1.056	495.2	2703	2208	1.5060	7.1509
119	392.15	1.9233	0.0010594	0.9186	943.93	1.089	499.5	2705	2205	1.5169	7.1403
120	393.15	1.9854	0.0010603	0.8917	943.13	1.121	503.7	2706	2202	1.5277	7.1298
121	394.15	2.0491	0.0010612	0.8657	942.33	1.155	507.9	2708	2200	1.5385	7.1193
122	395.15	2.1144	0.0010621	0.8407	941.53	1.189	512.2	2709	2197	1.5492	7.1089
123	396.15	2.1814	0.0010630	0.8164	940.73	1.225	516.5	2710	2194	1.5599	7.0985
124	397.15	2.2502	0.0010640	0.7930	939.85	1.261	520.8	2712	2191	1.5706	7.0881
125	398.15	2.3208	0.0010649	0.7704	939.06	1.298	525.0	2713	2188	1.5814	7.0777
126	399.15	2.3932	0.0010658	0.7486	938.26	1.336	529.2	2715	2186	1.5922	7.0674
127	400.15	2.4674	0.0010668	0.7276	937.38	1.374	533.4	2716	2183	1.6029	7.0573
128	401.15	2.5434	0.0010677	0.7074	936.59	1.414	537.7	2718	2180	1.6135	7.0472
129	402.15	2.6213	0.0010687	0.6880	935.72	1.454	542.0	2719	2177	1.6240	7.0372
130	403.15	2.7011	0.0010697	0.6683	934.84	1.496	546.3	2721	2174	1.6354	7.0272
131	404.15	2.7829	0.0010707	0.6499	933.97	1.539	550.5	2722	2171	1.6450	7.0173
132	404.15	2.8668	0.0010717	0.6321	933.10	1.582	554.8	2723	2168	1.6555	7.0074
133	406.15	2.9528	0.0010727	0.6148	932.23	1.626	559.0	2724	2165	1.6659	6.9976
134	407.15	3.041	0.0010737	0.5981	931.36	1.672	563.2	2725	2162	1.6764	6.9878
135	408.15	3.130	0.0010747	0.5820	930.49	1.718	567.5	2727	2159	1.6869	6.9781
136	409.15	3.222	0.0010757	0.5664	929.63	1.765	571.8	2728	2156	1.6973	6.9685
137	410.15	3.317	0.0010767	0.5512	928.76	1.814	576.1	2730	2154	1.7078	6.9589
138	411.15	3.414	0.0010777	0.5366	927.90	1.864	580.4	2731	2151	1.7183	6.9493
139	412.15	3.513	0.0010788	0.5224	926.96	1.914	584.7	2733	2148	1.7278	6.9398
140	413.15	3.614	0.0010798	0.5087	926.10	1.966	589.0	2734	2145	1.7392	6.9304
141	414.15	3.717	0.0010808	0.4953	925.24	2.019	593.3	2735	2142	1.7496	6.9211
142	415.15	3.823	0.0010819	0.4824	924.30	2.073	597.6	2737	2139	1.7599	6.9117
143	416.15	3.931	0.0010829	0.4699	923.45	2.128	601.9	2738	2136	1.7702	6.9024
144	417.15	4.042	0.0010840	0.4579	922.51	2.184	606.2	2739	2133	1.7804	6.8932
145	418.15	4.155	0.0010851	0.4461	921.57	2.242	610.5	2740	2130	1.7907	6.8839
146	419.15	4.271	0.0010862	0.4347	920.64	2.300	614.8	2742	2127	1.8009	6.8747
147	420.15	4.389	0.0010873	0.4237	919.71	2.360	619.1	2743	2124	1.8112	6.8655
148	421.15	4.510	0.0010884	0.4130	918.78	2.421	623.4	2744	2121	1.8214	6.8564
149	422.15	4.634	0.0010895	0.4026	917.85	2.484	627.8	2745	2117	1.8316	6.8473
150	423.15	4.760	0.0010906	0.3926	916.93	2.547	632.2	2746	2114	1.8418	6.8383
151	424.15	4.889	0.0010917	0.3828	916.00	2.612	636.6	2748	2111	1.8520	6.8293
152	425.15	5.020	0.0010928	0.3733	915.08	2.679	641.0	2749	2108	1.8622	6.8204
153	426.15	5.155	0.0010939	0.3641	914.16	2.746	645.3	2750	2105	1.8723	6.8115
154	427.15	5.293	0.0010950	0.3552	913.24	2.815	649.6	2752	2102	1.8824	6.8027
155	428.15	5.433	0.0010962	0.3466	912.24	2.885	653.9	2753	2099	1.8924	6.7940
156	429.15	5.576	0.0010974	0.3381	911.24	2.958	658.2	2754	2096	1.9025	6.7854
157	430.15	5.723	0.0010986	0.3299	910.25	3.030	662.5	2755	2092	1.9125	6.7768
158	431.15	5.872	0.0010998	0.3220	909.26	3.106	666.9	2756	2089	1.9226	6.7681
159	432.15	6.024	0.0011009	0.3143	908.35	3.182	671.2	2757	2086	1.9326	6.7595
160	433.15	6.180	0.0011021	0.3068	907.36	3.258	675.6	2758	2082	1.9427	6.7508
161	434.15	6.339	0.0011033	0.2996	906.37	3.338	679.9	2759	2079	1.9527	6.7421
162	435.15	6.502	0.0011044	0.2925	905.47	3.419	684.2	2760	2076	1.9627	6.7335
163	436.15	6.667	0.0011056	0.2856	904.49	3.500	688.6	2761	2072	1.9726	6.7250
164	437.15	6.836	0.0011069	0.2790	903.42	3.584	692.9	2762	2069	1.9825	6.7165

Tablo 2 Su buharının Kızgın Buhar Tablosu [5]

Basınç		0.01 bar			0.04 bar			0.05 bar			0.06 bar		
Sıcaklık		$t_g = 6.92\text{ }^\circ\text{C}$ $i'' = 2\,513\text{ kJ/kg}$ $v'' = 129.9\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.975\text{ kJ/kg K}$			$t_g = 28.979\text{ }^\circ\text{C}$ $i'' = 2\,554\text{ kJ/kg}$ $v'' = 34.81\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.473\text{ kJ/kg K}$			$t_g = 32.88\text{ }^\circ\text{C}$ $i'' = 2\,561\text{ kJ/kg}$ $v'' = 28.19\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.393\text{ kJ/kg K}$			$t_g = 36.18\text{ }^\circ\text{C}$ $i'' = 2\,567\text{ kJ/kg}$ $v'' = 23.74\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.328\text{ kJ/kg K}$		
t	T	v	i	s	v	i	s	v	i	s	v	i	s
$^\circ\text{C}$	K	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg K	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg K	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg K	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg K
0	273.15	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000
10	283.15	131.3	2518	8.995	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511
20	293.15	136.0	2537	9.056	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964
30	303.15	140.7	2556	9.117	34.95	2556	8.470	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363
40	313.15	145.4	2575	9.178	36.12	2574	8.537	28.87	2574	8.434	24.72	2574	8.350
50	323.15	150.0	2594	9.238	37.29	2593	8.595	29.80	2593	8.492	24.82	2593	8.407
60	333.15	154.7	2613	9.296	38.45	2612	8.651	30.73	2612	8.549	25.59	2612	8.464
70	343.15	159.4	2632	9.352	39.60	2631	8.707	31.65	2631	8.605	26.36	2631	8.520
80	353.15	164.0	2651	9.406	40.75	2650	8.762	32.58	2650	8.659	27.13	2650	8.574
90	363.15	168.7	2669	9.459	41.91	2669	8.815	33.50	2669	8.712	27.91	2669	8.627
100	373.15	173.3	2688	9.510	43.07	2688	8.867	34.43	2688	8.764	28.68	2688	8.679
110	383.15	177.9	2707	9.560	44.23	2707	8.917	35.35	2707	8.814	29.45	2707	8.729
120	393.15	182.6	2726	9.609	45.39	2726	8.966	36.28	2726	8.863	30.22	2726	8.778
130	403.15	187.2	2745	9.656	46.54	2745	9.014	37.20	2745	8.911	30.99	2745	8.826
140	413.15	191.9	2764	9.703	47.69	2764	9.060	38.13	2764	8.957	31.76	2764	8.873
150	423.15	196.5	2783	9.748	48.85	2783	9.105	39.05	2783	9.002	32.53	2783	8.918
160	433.15	201.1	2803	9.793	50.01	2803	9.150	39.98	2803	9.047	33.30	2803	8.963
170	443.15	205.8	2822	9.837	51.16	2822	9.195	40.90	2822	9.092	34.07	2822	9.007
180	453.15	210.4	2841	9.880	52.31	2841	9.238	41.83	2841	9.135	34.84	2841	9.050
190	463.15	215.1	2860	9.922	53.47	2860	9.280	42.75	2860	9.177	35.61	2860	9.092
200	473.15	219.8	2880	9.963	54.63	2880	9.321	43.68	2880	9.219	36.38	2880	9.134
210	483.15	224.4	2899	10.004	55.78	2899	9.362	44.60	2899	9.259	37.15	2899	9.175
220	493.15	229.1	2918	10.044	56.93	2918	9.402	45.53	2918	9.299	37.92	2918	9.215
230	503.15	233.7	2938	10.083	58.09	2938	9.441	46.45	2938	9.338	38.69	2938	9.254
240	513.15	238.3	2958	10.121	59.24	2958	9.479	47.37	2958	9.376	39.46	2958	9.292
250	523.15	243.0	2977	10.159	60.40	2977	9.517	48.30	2977	9.414	40.23	2977	9.330
260	533.15	247.6	2997	10.196	61.56	2997	9.554	49.22	2997	9.451	41.00	2997	9.367
280	553.15	256.9	3037	10.269	63.87	3037	9.627	51.07	3037	9.524	42.54	3037	9.440
300	573.15	266.2	3077	10.340	66.18	3077	9.698	52.92	3077	9.595	44.08	3077	9.511
310	583.15	270.8	3097	10.374	67.33	3097	9.732	53.84	3097	9.630	44.85	3097	9.545
320	593.15	275.4	3117	10.408	68.49	3117	9.766	54.77	3117	9.664	45.62	3117	9.579
330	603.15	280.1	3137	10.441	69.64	3137	9.800	55.69	3137	9.697	46.39	3137	9.613
340	613.15	284.8	3157	10.474	70.80	3157	9.833	56.62	3157	9.730	47.16	3157	9.646
350	623.15	289.5	3177	10.507	71.96	3177	9.866	57.54	3177	9.763	47.93	3177	9.679
360	633.15	294.1	3198	10.539	73.11	3198	9.899	58.47	3198	9.796	48.70	3198	9.711
380	653.15	303.4	3238	10.603	75.42	3238	9.962	60.32	3238	9.859	50.24	3238	9.775
400	673.15	312.6	3280	10.665	77.73	3280	10.024	62.16	3280	9.921	51.78	3280	9.837
410	683.15	317.3	3301	10.696	78.89	3301	10.055	63.08	3301	9.952	52.55	3301	9.868
420	693.15	321.9	3321	10.726	80.04	3321	10.085	64.00	3321	9.982	53.32	3321	9.898
430	703.15	326.6	3342	10.756	81.20	3342	10.115	64.92	3342	10.012	54.09	3342	9.928
440	713.15	331.2	3363	10.786	82.35	3363	10.145	65.85	3363	10.042	54.86	3363	9.958
450	723.15	335.8	3384	10.815	83.51	3384	10.174	66.77	3384	10.071	55.63	3384	9.987
460	733.15	340.5	3405	10.844	84.66	3405	10.203	67.70	3405	10.100	56.40	3405	10.016
480	753.15	349.8	3448	10.902	86.97	3448	10.261	69.54	3448	10.158	57.94	3448	10.074
500	773.15	359.0	3490	10.958	89.28	3490	10.317	71.39	3490	10.214	59.84	3490	10.130
510	783.15	363.7	3512	10.986	90.44	3512	10.345	72.31	3512	10.242	60.25	3512	10.158
520	793.15	368.3	3533	11.014	91.59	3533	10.373	73.24	3533	10.270	61.02	3533	10.186
530	803.15	372.9	3555	11.041	92.75	3555	10.400	74.16	3555	10.297	61.79	3555	10.213
540	813.15	377.6	3576	11.068	93.90	3576	10.427	75.09	3576	10.324	62.56	3576	10.240
550	823.15	382.2	3598	11.095	95.06	3598	10.454	76.01	3598	10.351	63.34	3598	10.267
560	833.15	386.9	3619	11.122	96.22	3619	10.481	76.94	3619	10.378	64.11	3619	10.294
580	853.15	396.2	3663	11.174	98.53	3663	10.533	78.79	3663	10.430	65.65	3663	10.346
600	873.15	405.6	3707	11.226	100.84	3707	10.585	80.64	3707	10.482	67.19	3707	10.398
610	883.15	410.2	3729	11.251	102.00	3729	10.610	81.57	3729	10.507	67.96	3729	10.423
620	893.15	414.8	3751	11.276	103.15	3751	10.635	82.49	3751	10.532	68.73	3751	10.448
630	903.5	419.4	3773	11.301	104.31	3773	10.660	83.42	3773	10.557	69.50	3773	10.473
640	913.15	424.1	3796	11.325	105.46	3796	10.684	84.34	3796	10.581	70.27	3796	10.497
650	923.15	428.7	3818	11.349	106.62	3818	10.709	85.27	3818	10.605	71.04	3818	10.521
660	933.15	433.4	3841	11.373	107.77	3841	10.733	86.19	3841	10.629	71.81	3841	10.545
680	953.15	442.6	3886	11.421	110.08	3886	10.781	88.04	3886	10.677	73.35	3886	10.593
700	973.15	451.9	3931	11.468	112.39	3931	10.828	89.88	3931	10.725	74.89	3931	10.640

Tablo 2'ye devam

Basınç		0.20 bar			0.30 bar			0.40 bar			0.50 bar		
Sıcaklık		$t_g = 60.08\text{ }^\circ\text{C}$ $i'' = 2.609\text{ kJ/kg}$ $v'' = 7.647\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 7.907\text{ kJ/kg K}$			$t_g = 69.12\text{ }^\circ\text{C}$ $i'' = 2.625\text{ kJ/kg}$ $v'' = 5.226\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 7.769\text{ kJ/kg K}$			$t_g = 75.88\text{ }^\circ\text{C}$ $i'' = 2.636\text{ kJ/kg}$ $v'' = 3.994\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 7.760\text{ kJ/kg K}$			$t_g = 81.35\text{ }^\circ\text{C}$ $i'' = 2.645\text{ kJ/kg}$ $v'' = 3.239\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 7.593\text{ kJ/kg K}$		
t	T	v	i	s	v	i	s	v	i	s	v	i	s
$^\circ\text{C}$	K	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg K	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg K	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg K	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg K
0	273.15	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.1	0.0000
10	283.15	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	42.0	0.1511
20	293.15	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.8	0.2964
30	303.15	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363
40	313.15	0.0010079	167.5	0.5715	0.0010079	167.5	0.5715	0.0010079	167.5	0.5715	0.0010079	167.5	0.5715
50	323.15	0.0010121	209.3	0.7030	0.0010121	209.3	0.7030	0.0010121	209.3	0.7030	0.0010121	209.3	0.7031
60	333.15	0.0010171	251.1	0.8307	0.0010171	251.1	0.8307	0.0010171	251.1	0.8307	0.0010171	251.1	0.8307
70	343.15	7.887	2629	7.961	5.268	2627	7.770	0.0010228	293.0	0.9546	0.0010228	293.0	0.9546
80	353.15	8.119	2648	8.015	5.400	2646	7.825	4.088	2645	7.690	0.0010290	334.9	1.0748
90	363.15	8.351	2667	8.068	5.557	2666	7.879	4.163	2665	7.745	3.324	2663	7.640
100	373.15	8.584	2687	8.120	5.713	2685	7.931	4.282	2684	7.798	3.420	2683	7.693
110	383.15	8.816	2706	8.171	5.869	2705	7.982	4.399	2703	7.849	3.514	2703	7.745
120	393.15	9.049	2725	8.220	6.025	2724	8.031	4.516	2723	7.899	3.608	2722	7.795
130	403.15	9.281	2744	8.268	6.180	2743	8.079	4.633	2742	7.947	3.702	2741	7.843
140	413.15	9.513	2763	8.315	6.335	2762	8.126	4.750	2761	7.995	3.795	2761	7.890
150	423.15	9.745	2782	8.361	6.490	2782	8.172	4.866	2781	8.041	3.889	2780	7.936
160	433.15	9.977	2801	8.406	6.645	2801	8.217	4.982	2800	8.086	3.982	2799	7.981
170	443.15	10.209	2821	8.450	6.800	2820	8.261	5.099	2819	8.130	4.075	2819	8.025
180	453.15	10.441	2840	8.493	6.955	2839	8.304	5.215	2838	8.173	4.169	2838	8.069
190	463.15	10.673	2859	8.535	7.110	2859	8.346	5.331	2858	8.215	4.262	2858	8.111
200	473.15	10.905	2879	8.576	7.264	2878	8.388	5.447	2878	8.256	4.355	2877	8.152
210	483.15	11.137	2898	8.617	7.419	2898	8.429	5.564	2897	8.297	4.448	2897	8.193
220	493.15	11.369	2918	8.657	7.573	2917	8.469	5.680	2917	8.337	4.540	2916	8.233
230	503.15	11.600	2937	8.696	7.728	2937	8.508	5.796	2937	8.376	4.633	2936	8.272
240	513.15	11.832	2957	8.735	7.882	2956	8.547	5.912	2956	8.415	4.726	2956	8.311
250	523.15	12.064	2976	8.773	8.037	2976	8.585	6.028	2976	8.453	4.819	2975	8.349
260	533.15	12.295	2996	8.810	8.191	2996	8.622	6.144	2995	8.490	4.912	2995	8.386
280	553.15	12.758	3036	8.883	8.500	3036	8.695	6.376	3035	8.564	5.098	3035	8.460
300	573.15	13.220	3077	8.954	8.809	3076	8.766	6.608	3076	8.635	5.284	3076	8.531
310	583.15	13.452	3097	8.989	8.964	3096	8.801	6.723	3096	8.669	5.377	3096	8.565
320	593.15	13.683	3117	9.023	9.118	3116	8.835	6.839	3116	8.703	5.470	3116	8.599
330	603.15	13.914	3137	9.057	9.272	3136	8.869	6.954	3136	8.737	5.563	3136	8.633
340	613.15	14.145	3157	9.090	9.426	3157	8.902	7.070	3156	8.770	5.656	3156	8.666
350	623.15	14.376	3177	9.123	9.580	3177	8.935	7.186	3177	8.803	5.749	3176	8.699
360	633.15	14.606	3198	9.155	9.734	3198	8.967	7.301	3197	8.835	5.841	3197	8.731
380	653.15	15.068	3238	9.219	10.042	3238	9.031	7.533	3238	8.899	6.027	3237	8.795
400	673.15	15.530	3280	9.281	10.351	3280	9.093	7.765	3279	8.962	6.212	3279	8.858
410	683.15	15.761	3301	9.312	10.505	3300	9.124	7.880	3300	8.992	6.304	3300	8.889
420	693.15	15.992	3321	9.342	10.659	3321	9.155	7.996	3321	9.022	6.397	3320	8.919
430	703.15	16.220	3342	9.372	10.813	3342	9.185	8.112	3341	9.053	6.489	3341	8.949
440	713.15	16.45	3363	9.402	10.967	3363	9.215	8.228	3362	9.083	6.582	3362	8.979
450	723.15	16.68	3384	9.431	11.121	3384	9.244	8.343	3383	9.112	6.674	3383	9.008
460	733.15	16.90	3405	9.460	11.275	3405	9.273	8.459	3404	9.141	6.766	3404	9.037
480	753.15	17.36	3448	9.518	11.583	3447	9.331	8.690	3447	9.199	6.951	3447	9.095
500	773.15	17.82	3490	9.575	11.891	3490	9.388	8.921	3490	9.256	7.136	3489	9.152
510	783.15	18.05	3512	9.603	12.045	3512	9.416	9.036	3511	9.284	7.229	3511	9.180
520	793.15	18.28	3533	9.631	12.199	3533	9.444	9.152	3532	9.311	7.321	3532	9.208
530	803.15	18.52	3555	9.659	12.353	3555	9.472	9.267	3554	9.339	7.413	3554	9.236
540	813.15	18.75	3576	9.686	12.507	3576	9.499	9.382	3576	9.366	7.506	3576	9.263
550	823.15	18.99	3598	9.713	12.661	3598	9.526	9.498	3597	9.393	7.598	3597	9.290
560	833.15	19.22	3619	9.739	12.815	3619	9.552	9.613	3619	9.419	7.690	3619	9.316
580	853.15	19.69	3663	9.791	13.123	3663	9.604	9.843	3663	9.471	7.874	3663	9.368
600	873.15	20.15	3707	9.842	13.430	3707	9.655	10.074	3707	9.522	8.058	3707	9.419
610	883.15	20.38	3729	9.867	13.584	3729	9.680	10.190	3729	9.547	8.150	3729	9.444
620	893.15	20.61	3751	9.892	13.738	3751	9.705	10.305	3751	9.572	8.242	3741	9.469
630	903.15	20.84	3773	9.917	13.892	3773	9.730	10.420	3773	9.597	8.335	3773	9.494
640	913.15	21.07	3796	9.942	14.046	3796	9.755	10.536	3795	9.622	8.427	3795	9.519
650	923.15	21.30	3818	9.966	14.200	3818	9.779	10.651	3818	9.646	8.520	3818	9.543
660	933.15	21.53	3841	9.990	14.353	3841	9.803	10.767	3840	9.670	8.612	3840	9.567
680	953.15	21.99	3886	10.038	14.661	3886	9.851	10.998	3885	9.718	8.797	3885	9.615
700	973.15	22.45	3931	10.085	14.969	3931	9.898	11.228	3930	9.765	8.982	3930	9.662

Tablo 2'ye devam

Basınç		0.07 bar			0.08 bar			0.09 bar			0.10 bar		
Sıcaklık		$t_s = 39.03\text{ °C}$ $i'' = 2.572\text{ kJ/kg}$ $v'' = 20.53\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.274\text{ kJ/kg K}$			$t_s = 41.54\text{ °C}$ $i'' = 2.576\text{ kJ/kg}$ $v'' = 18.10\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.227\text{ kJ/kg K}$			$t_s = 43.79\text{ °C}$ $i'' = 2.580\text{ kJ/kg}$ $v'' = 16.20\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.186\text{ kJ/kg K}$			$t_s = 45.84\text{ °C}$ $i'' = 2.584\text{ kJ/kg}$ $v'' = 14.68\text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.149\text{ kJ/kg K}$		
t	T	v	i	s	v	i	s	v	i	s	v	i	s
°C	K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg K
0	273.15	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000
10	283.15	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511
20	293.15	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964
30	303.15	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363
40	313.15	20.94	2574	8.279	0.0010079	167.5	0.5715	0.0010079	167.5	0.5715	0.0010079	167.5	0.5715
50	323.15	21.27	2593	8.336	18.61	2593	8.274	16.57	2593	8.220	15.00	2592	8.170
60	333.15	21.94	2612	8.393	19.19	2612	8.331	17.09	2612	8.277	15.35	2611	8.227
70	343.15	22.60	2631	8.449	19.76	2631	8.387	17.61	2631	8.333	15.81	2630	8.283
80	353.15	23.26	2650	8.503	20.34	2650	8.441	18.12	2650	8.387	16.27	2649	8.337
90	363.15	23.92	2669	8.556	20.92	2669	8.494	18.64	2669	8.440	16.74	2669	8.390
100	373.15	24.58	2688	8.608	21.50	2688	8.546	19.16	2688	8.492	17.20	2688	8.442
110	383.15	25.24	2707	8.658	22.08	2707	8.596	19.67	2707	8.542	17.67	2707	8.493
120	393.15	25.90	2726	8.707	22.26	2726	8.645	20.19	2726	8.591	18.13	2726	8.542
130	403.15	26.56	2745	8.755	23.24	2745	8.693	20.70	2745	8.639	18.59	2745	8.589
140	413.15	27.22	2764	8.802	23.82	2764	8.740	21.22	2764	8.686	19.06	2764	8.636
150	423.15	27.88	2783	8.847	24.40	2783	8.785	21.73	2783	8.731	19.52	2783	8.682
160	433.15	28.54	2802	8.892	24.97	2802	8.830	22.25	2802	8.776	19.98	2802	8.727
170	443.15	29.20	2822	8.936	25.55	2822	8.874	22.76	2822	8.820	20.44	2822	8.771
180	453.15	29.86	2841	8.979	26.13	2841	8.917	23.28	2841	8.863	20.90	2841	8.814
190	463.15	30.52	2860	9.021	26.71	2860	8.959	23.79	2860	8.905	21.36	2860	8.856
200	473.15	31.18	2880	9.062	27.29	2880	9.000	24.31	2879	8.946	21.83	2879	8.897
210	483.15	31.84	2899	9.103	27.86	2899	9.041	24.83	2899	8.987	22.30	2899	8.938
220	493.15	32.50	2918	9.143	28.44	2918	9.081	25.34	2918	9.027	22.76	2918	8.978
230	503.15	33.16	2938	9.182	29.02	2938	9.120	25.86	2938	9.066	23.22	2938	9.017
240	513.15	33.82	2957	9.221	29.60	2957	9.159	26.37	2957	9.105	23.68	2957	9.056
250	523.15	34.48	2977	9.258	30.18	2977	9.197	26.89	2977	9.143	24.14	2977	9.094
260	533.15	35.14	2997	9.295	30.75	2997	9.234	27.40	2997	9.180	24.60	2997	9.131
280	553.15	36.46	3037	9.368	31.90	3037	9.306	28.43	3037	9.252	25.53	3037	9.203
300	573.15	37.78	3077	9.439	33.06	3077	9.377	29.46	3077	9.323	26.46	3077	9.274
310	583.15	38.44	3097	9.474	33.64	3097	9.412	29.98	3097	9.358	26.92	3097	9.309
320	593.15	39.10	3117	9.508	34.22	3117	9.446	30.49	3117	9.392	27.38	3117	9.343
330	603.15	39.76	3137	9.541	34.79	3137	9.480	31.00	3137	9.426	27.84	3137	9.377
340	613.15	40.42	3157	9.574	35.37	3157	9.513	31.51	3157	9.459	28.30	3157	9.410
350	623.15	41.08	3177	9.607	35.94	3177	9.546	32.03	3177	9.492	28.76	3177	9.443
360	633.15	41.74	3198	9.640	36.52	3198	9.578	32.54	3198	9.524	29.23	3198	9.475
380	653.15	43.06	3238	9.703	37.68	3238	9.641	33.57	3238	9.587	30.15	3238	9.539
400	673.15	44.38	3280	9.765	38.84	3280	9.704	34.60	3280	9.650	31.08	3280	9.601
410	683.15	45.04	3301	9.796	39.41	3301	9.737	35.12	3301	9.681	31.54	3301	9.632
420	693.15	45.70	3321	9.826	39.98	3321	9.765	35.63	3321	9.711	32.00	3321	9.662
430	703.15	46.36	3342	9.856	40.56	3342	9.795	36.15	3342	9.741	32.46	3342	9.692
440	713.15	47.02	3363	9.886	41.14	3363	9.825	36.66	3363	9.771	32.93	3363	9.722
450	723.15	47.68	3384	9.916	41.72	3384	9.854	37.18	3384	9.800	33.39	3384	9.751
460	733.15	48.34	3405	9.945	42.30	3405	9.883	37.69	3405	9.829	33.85	3405	9.780
480	753.15	49.66	3448	10.002	43.46	3448	9.941	38.72	3448	9.887	34.77	3448	9.838
500	773.15	50.98	3490	10.059	44.61	3490	9.997	39.75	3490	9.943	35.70	3490	9.895
510	783.15	51.64	3512	10.086	45.18	3512	10.025	40.27	3512	9.971	36.16	3512	9.922
520	793.15	52.30	3533	10.114	45.76	3533	10.053	40.78	3533	9.999	36.63	3533	9.950
530	803.15	52.96	3555	10.142	46.34	3555	10.080	41.30	3555	10.026	37.09	3555	9.977
540	813.15	53.62	3576	10.169	46.91	3576	10.107	41.81	3576	10.053	37.55	3576	10.004
550	823.15	54.28	3598	10.196	47.49	3598	10.134	42.32	3598	10.080	38.01	3598	10.031
560	833.15	54.94	3619	10.223	48.07	3619	10.161	42.83	3619	10.107	38.47	3619	10.058
580	853.15	56.26	3663	10.275	49.23	3663	10.213	43.86	3663	10.159	39.40	3663	10.110
600	873.15	57.58	3707	10.327	50.38	3707	10.265	44.89	3707	10.211	40.32	3707	10.162
610	883.15	58.24	3729	10.352	50.95	3729	10.290	45.40	3729	10.236	40.78	3729	10.187
620	893.15	58.90	3751	10.377	51.53	3751	10.315	45.92	3751	10.261	41.24	3751	10.212
630	903.15	59.56	3773	10.402	52.11	3773	10.340	46.43	3773	10.286	41.70	3773	10.237
640	913.15	60.22	3796	10.426	52.69	3796	10.365	46.95	3796	10.311	42.17	3796	10.262
650	923.15	60.88	3818	10.450	53.27	3818	10.389	47.46	3818	10.355	42.63	3818	10.286
660	933.15	61.54	3841	10.474	53.84	3841	10.413	47.98	3841	10.359	43.10	3841	10.310
680	953.15	62.86	3886	10.522	54.99	3886	10.461	49.01	3886	10.407	44.02	3886	10.358
700	973.15	64.17	3931	10.569	56.15	3931	10.508	50.04	3931	10.454	44.94	3931	10.405

Tablo 2'ye devam

Basınç		0.12 bar			0.14 bar			0.16 bar			0.18 bar		
Sıcaklık		$t_s = 49.45^\circ\text{C}$ $i'' = 2.591 \text{ kJ/kg}$ $v'' = 12.35 \text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.085 \text{ kJ/kg K}$			$t_s = 52.58^\circ\text{C}$ $i'' = 2.596 \text{ kJ/kg}$ $v'' = 10.69 \text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 8.031 \text{ kJ/kg K}$			$t_s = 55.34^\circ\text{C}$ $i'' = 2.601 \text{ kJ/kg}$ $v'' = 9.429 \text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 7.984 \text{ kJ/kg K}$			$t_s = 57.82^\circ\text{C}$ $i'' = 2.605 \text{ kJ/kg}$ $v'' = 8.444 \text{ m}^3/\text{kg}$ $s'' = 7.944 \text{ kJ/kg K}$		
t	T	v	i	s	v	i	s	v	i	s	v	i	s
°C	K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg K
0	273.15	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000	0.0010002	0.0	0.0000
10	283.15	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511	0.0010003	41.9	0.1511
20	293.15	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964	0.0010018	83.7	0.2964
30	303.15	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363	0.0010044	125.6	0.4363
40	313.15	0.0010079	167.5	0.5715	0.0010079	167.5	0.5715	0.0010079	167.5	0.5715	0.0010079	167.5	0.5715
50	323.15	12.44	2592	8.086	0.0010121	209.3	0.7030	0.0010121	209.3	0.7030	0.0010121	209.3	0.7030
60	333.15	12.78	2611	8.143	10.95	2611	8.071	9.573	2610	8.009	8.497	2610	7.954
70	343.15	13.17	2630	8.199	11.28	2630	8.127	9.867	2629	8.065	8.764	2629	8.010
80	353.15	13.55	2649	8.253	11.61	2649	8.191	10.160	2649	8.120	9.024	2648	8.064
90	363.15	13.94	2668	8.306	11.94	2668	8.235	10.450	2668	8.173	9.283	2667	8.117
100	373.15	14.33	2687	8.358	12.27	2687	8.287	10.740	2687	8.225	9.542	2687	8.169
110	383.15	14.72	2706	8.408	12.61	2706	8.337	11.030	2706	8.275	9.800	2706	8.220
120	393.15	15.10	2725	8.457	12.94	2725	8.386	11.320	2725	8.324	10.058	2725	8.269
130	403.15	15.49	2744	8.505	13.27	2744	8.434	11.610	2744	8.372	10.316	2744	8.317
140	413.15	15.87	2764	8.552	13.60	2763	8.481	11.899	2763	8.419	10.574	2763	8.364
150	423.15	16.26	2783	8.598	13.93	2782	8.527	12.189	2782	8.465	10.832	2782	8.410
160	433.15	16.64	2802	8.643	14.26	2802	8.572	12.478	2802	8.510	11.090	2802	8.455
170	443.15	17.03	2822	8.687	14.59	2821	8.616	12.768	2821	8.554	11.347	2821	8.499
180	453.15	17.42	2841	8.730	14.92	2840	8.659	13.057	2840	8.597	11.605	2840	8.542
190	463.15	17.80	2860	8.772	15.25	2860	8.701	13.346	2860	8.639	11.862	2860	8.584
200	473.15	18.19	2879	8.813	15.58	2879	8.742	13.635	2879	8.680	12.120	2879	8.625
210	483.15	18.57	2898	8.854	15.91	2898	8.783	13.924	2898	8.721	12.377	2898	8.666
220	493.15	18.96	2918	8.894	16.24	2918	8.823	14.213	2918	8.761	12.634	2918	8.706
230	503.15	19.34	2937	8.933	16.57	2937	8.862	14.502	2937	8.800	12.892	2937	8.745
240	513.15	19.73	2957	8.972	16.90	2957	8.900	14.790	2957	8.838	13.149	2957	8.784
250	523.15	20.11	2977	9.010	17.23	2977	8.938	15.079	2977	8.876	13.406	2976	8.822
260	533.15	20.50	2996	9.047	17.56	2997	8.975	15.367	2997	8.913	13.663	2997	8.859
280	553.15	21.27	3036	9.119	18.22	3037	9.048	15.943	3037	8.986	14.177	3037	8.932
300	573.15	22.04	3077	9.190	18.88	3077	9.119	16.52	3077	9.057	14.690	3077	9.003
310	583.15	22.42	3097	9.225	19.21	3097	9.154	16.81	3097	9.092	14.947	3097	9.038
320	593.15	22.81	3117	9.259	19.54	3117	9.188	17.10	3117	9.126	15.204	3117	9.072
330	603.15	23.19	3137	9.292	19.87	3137	9.221	17.39	3137	9.160	15.460	3137	9.106
340	613.15	23.58	3157	9.326	20.20	3157	9.255	17.68	3157	9.193	15.716	3157	9.139
350	623.15	23.96	3177	9.359	20.53	3177	9.288	17.96	3177	9.226	15.971	3177	9.171
360	633.15	24.35	3198	9.391	20.86	3198	9.320	18.25	3198	9.258	16.23	3198	9.204
380	653.15	25.12	3238	9.455	21.52	3238	9.383	18.83	3238	9.322	16.74	3238	9.268
400	673.15	25.89	3280	9.517	22.18	3280	9.446	19.41	3280	9.384	17.26	3280	9.330
410	683.15	26.28	3301	9.548	22.51	3301	9.476	19.70	3301	9.415	17.51	3301	9.361
420	693.15	26.66	3321	9.578	22.84	3321	9.506	19.99	3321	9.445	17.76	3321	9.391
430	703.15	27.04	3342	9.608	23.17	3342	9.536	20.28	3342	9.475	18.02	3342	9.421
440	713.15	27.43	3363	9.638	23.50	3363	9.566	20.56	3363	9.504	18.27	3363	9.450
450	723.15	27.82	3384	9.667	23.83	3384	9.596	20.85	3384	9.534	18.53	3384	9.480
460	733.15	28.20	3405	9.696	24.16	3405	9.625	21.13	3405	9.563	18.78	3405	9.509
480	753.15	28.96	3448	9.754	24.82	3448	9.683	21.71	3448	9.621	19.29	3448	9.567
500	773.15	29.74	3490	9.810	25.49	3490	9.739	22.29	3490	9.678	19.80	3490	9.624
510	783.15	30.13	3512	9.838	25.82	3512	9.767	22.58	3512	9.706	20.06	3512	9.652
520	793.15	30.52	3533	9.866	26.15	3533	9.795	22.87	3533	9.734	20.32	3533	9.680
530	803.15	30.90	3555	9.894	26.48	3555	9.823	23.16	3555	9.762	20.58	3555	9.708
540	813.15	31.29	3576	9.921	26.81	3576	9.850	23.45	3576	9.789	20.83	3576	9.735
550	823.15	31.67	3598	9.948	27.14	3598	9.877	23.74	3598	9.816	21.09	3598	9.762
560	833.15	32.06	3619	9.974	27.47	3619	9.903	24.03	3619	9.842	21.35	3619	9.788
580	853.15	32.83	3663	10.026	28.13	3663	9.955	24.60	3663	9.894	21.87	3663	9.840
600	873.15	33.60	3707	10.078	28.79	3707	10.007	25.18	3707	9.945	22.39	3707	9.891
610	883.15	33.98	3729	10.103	29.12	3729	10.032	25.47	3729	9.970	22.64	3729	9.916
620	893.15	34.37	3751	10.128	29.45	3751	10.057	25.76	3751	9.995	22.90	3751	9.941
630	903.15	34.75	3773	10.153	29.78	3773	10.082	26.05	3773	10.020	23.16	3773	9.966
640	913.15	35.14	3796	10.178	30.11	3796	10.106	26.34	3796	10.045	23.41	3796	9.991
650	923.15	35.52	3818	10.202	30.44	3818	10.130	26.63	3818	10.069	23.67	3818	10.015
660	933.15	35.91	3841	10.226	30.77	3841	10.154	26.92	3841	10.093	23.92	3841	10.039
680	953.15	36.68	3886	10.274	31.42	3886	10.202	27.50	3886	10.141	24.44	3886	10.087
700	973.15	37.44	3931	10.321	32.08	3931	10.249	28.08	3931	10.188	24.95	3931	10.133

Tablo 3 AMONYAK DOYMUS HALLER TABLOSU 101

Sıcaklık		Basınç		Yoğunluk			Özgül Hacim			Özgül Entalpi			Buharlaştırma			Özgül Entropi			
t		p		Sıvı		Buhar		Sıvı		Buhar		Sıvı		Buhar		Sıvı		Buhar	
°C	K	kg/m ³	bar	kg/m ³	m ³ /kg	m ³ /kg	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
-16	257.15	2.309	2.26436	659.8	1.889	0.0015155	0.5295	345.411	396.79	1661.280	314.29	1315.869	0.9343	3.9117	2.1567	9.0297			
-15	258.15	2.410	2.36340	658.5	1.966	0.0015185	0.5087	349.975	397.12	1662.662	313.53	1312.687	0.9385	3.9293	2.1532	9.0150			
-14	259.15	2.514	2.46539	657.2	2.046	0.0015215	0.4889	354.538	397.44	1664.002	312.76	1309.464	0.9427	3.9469	2.1498	9.0008			
-13	260.15	2.621	2.57032	655.9	2.128	0.0015245	0.4700	359.060	397.75	1665.306	311.99	1306.240	0.9469	3.9645	2.1464	8.9865			
-12	261.15	2.732	2.67918	654.6	2.213	0.0015276	0.4520	363.624	398.06	1666.598	311.21	1302.974	0.9511	3.9821	2.1430	8.9723			
-11	262.15	2.847	2.79195	653.3	2.300	0.0015307	0.4348	368.187	398.37	1667.896	310.43	1299.708	0.9552	3.9992	2.1396	8.9581			
-10	263.15	2.966	2.90865	652.0	2.390	0.0015338	0.4184	372.751	398.67	1669.152	309.64	1296.401	0.9593	4.0164	2.1362	8.9438			
-9	264.15	3.089	3.02927	650.7	2.483	0.0015369	0.4028	377.314	398.97	1670.408	308.85	1293.093	0.9634	4.0336	2.1329	8.9300			
-8	265.15	3.216	3.15382	649.3	2.579	0.0015400	0.3878	381.878	399.27	1671.664	308.06	1289.786	0.9675	4.0507	2.1296	8.9162			
-7	266.15	3.347	3.28229	648.0	2.678	0.0015432	0.3735	386.442	399.56	1672.878	307.25	1286.394	0.9716	4.0679	2.1263	8.9024			
-6	267.15	3.481	3.41369	646.7	2.779	0.0015464	0.3599	391.007	399.85	1674.092	306.45	1283.045	0.9757	4.0851	2.1231	8.8890			
-5	268.15	3.619	3.54903	645.3	2.883	0.0015496	0.3469	395.563	400.14	1675.306	305.64	1279.654	0.9798	4.1022	2.1199	8.8756			
-4	269.15	3.761	3.68828	644.0	2.991	0.0015528	0.3344	400.216	400.42	1676.478	304.83	1276.262	0.9839	4.1194	2.1167	8.8622			
-3	270.15	3.908	3.83244	642.6	3.102	0.0015561	0.3225	404.822	400.70	1677.651	304.01	1272.829	0.9880	4.1366	2.1135	8.8488			
-2	271.15	4.060	3.98150	641.3	3.216	0.0015594	0.3111	409.427	400.98	1678.823	303.19	1269.396	0.9920	4.1533	2.1103	8.8354			
-1	272.15	4.217	4.13546	639.9	3.332	0.0015627	0.3002	414.033	401.25	1679.954	302.36	1265.921	0.9960	4.1701	2.1072	8.8224			
0	273.15	4.379	4.29433	638.6	3.452	0.0015660	0.2897	418.680	401.52	1681.084	301.52	1262.404	1.0000	4.1868	2.1041	8.8094			
1	274.15	4.545	4.45712	637.2	3.576	0.0015694	0.2797	423.285	401.78	1682.173	300.68	1258.887	1.0040	4.2035	2.1010	8.7965			
2	275.15	4.716	4.62482	635.8	3.702	0.0015727	0.2700	427.931	402.04	1683.261	299.84	1255.370	1.0080	4.2203	2.0979	8.7835			
3	276.15	4.892	4.79741	634.5	3.834	0.0015761	0.2608	432.580	402.30	1684.350	298.99	1251.811	1.0120	4.2370	2.0949	8.7709			
4	277.15	5.073	4.97491	633.1	3.969	0.0015796	0.2520	437.228	402.55	1685.396	298.13	1248.211	1.0160	4.2538	2.0919	8.7584			
5	278.15	5.259	5.15732	631.7	4.108	0.0015831	0.2435	441.875	402.80	1686.443	297.26	1244.568	1.0200	4.2705	2.0889	8.7458			
6	279.15	5.450	5.34462	630.3	4.250	0.0015866	0.2353	446.522	403.04	1687.448	296.39	1240.926	1.0240	4.2873	2.0859	8.7332			
7	280.15	5.647	5.53782	628.9	4.396	0.0015901	0.2275	451.170	403.27	1688.411	295.51	1237.241	1.0280	4.3040	2.0829	8.7207			
8	281.15	5.849	5.73591	627.5	4.546	0.0015936	0.2200	455.817	403.50	1689.374	294.63	1233.557	1.0319	4.3204	2.0799	8.7081			
9	282.15	6.057	5.93989	626.1	4.700	0.0015972	0.2128	460.506	403.73	1690.337	293.74	1229.831	1.0358	4.3367	2.0770	8.6960			
10	283.15	6.271	6.14975	624.7	4.859	0.0016008	0.2058	465.195	403.95	1691.258	292.84	1226.063	1.0397	4.3530	2.0741	8.6838			
11	284.15	6.490	6.36452	623.3	5.022	0.0016045	0.1992	469.885	404.17	1692.179	291.94	1222.294	1.0436	4.3693	2.0712	8.6717			
12	285.15	6.715	6.58517	621.8	5.189	0.0016081	0.1927	474.574	404.38	1693.058	291.03	1218.484	1.0475	4.3857	2.0683	8.6596			
13	286.15	6.946	6.81170	620.4	5.361	0.0016118	0.1866	479.263	404.59	1693.937	290.12	1214.674	1.0514	4.4020	2.0654	8.6474			
14	287.15	7.183	7.04412	619.0	5.537	0.0016156	0.1806	483.952	404.79	1694.775	289.20	1210.823	1.0553	4.4183	2.0626	8.6357			
15	288.15	7.427	7.28340	617.5	5.718	0.0016193	0.1749	488.683	404.99	1695.612	288.27	1206.929	1.0592	4.4347	2.0598	8.6240			
16	289.15	7.677	7.52857	616.1	5.904	0.0016231	0.1694	493.414	405.19	1696.449	287.34	1203.035	1.0631	4.4510	2.0570	8.6122			
17	290.15	7.933	7.77962	614.6	6.094	0.0016270	0.1642	498.145	405.38	1697.245	286.40	1199.100	1.0670	4.4673	2.0542	8.6005			
18	291.15	8.196	8.03753	613.2	6.289	0.0016308	0.1591	502.877	405.57	1698.040	285.46	1195.164	1.0709	4.4836	2.0514	8.5888			
19	292.15	8.465	8.30133	611.7	6.489	0.0016347	0.1542	507.608	405.75	1698.794	284.51	1191.186	1.0747	4.4996	2.0486	8.5771			
20	293.15	8.741	8.57199	610.3	6.694	0.0016386	0.1494	512.381	405.93	1699.548	283.55	1187.167	1.0785	4.5155	2.0459	8.5658			
21	294.15	9.024	8.84952	608.8	6.904	0.0016426	0.1449	517.154	406.10	1700.259	282.58	1183.106	1.0824	4.5318	2.0432	8.5545			
22	295.15	9.314	9.13391	607.3	7.119	0.0016466	0.1405	521.926	406.27	1700.971	281.61	1179.045	1.0862	4.5477	2.0405	8.5432			
23	296.15	9.611	9.42517	605.8	7.339	0.0016507	0.1363	526.699	406.43	1701.641	280.63	1174.942	1.0900	4.5636	2.0378	8.5319			
24	297.15	9.915	9.72329	604.3	7.564	0.0016546	0.1322	531.472	406.59	1702.311	279.65	1170.839	1.0938	4.5795	2.0351	8.5206			
25	298.15	10.255	10.02730	602.8	7.795	0.0016588	0.1283	536.287	406.75	1702.981	278.66	1166.694	1.0976	4.5954	2.0324	8.5093			
26	299.15	10.544	10.34013	601.3	8.031	0.0016630	0.1245	541.102	406.89	1703.567	277.66	1162.507	1.1014	4.6113	2.0297	8.4979			
27	300.15	10.870	10.65983	599.8	8.273	0.0016672	0.1209	545.917	407.03	1704.153	276.65	1158.278	1.1052	4.6273	2.0270	8.4866			
28	301.15	11.204	10.98737	598.3	8.521	0.0016714	0.1174	550.732	407.17	1704.739	275.64	1154.050	1.1090	4.6432	2.0243	8.4753			

Tablo 3'e devam

Sıcaklık		Basınc		Yoğunluk		Özgül Hacim		Özgül Amlalpi		Buharlagama		Özgül Entropi			
T		p		Sıvı		Buhar		Sıvı		Buhar		Sıvı		Buhar	
°C	K	kp/cm ²	bar	kg/m ³	kg/m ³	m ³ /kg	m ³ /kg	kcal/kg	kj/kg	kcal/kg	kj/kg	kcal/kg K	kj/kg K	kcal/kg K	kj/kg K
29	302.15	11.546	11.32276	596.8	8.775	0.0016757	0.1140	132.69	407.30	274.62	1149.779	1.1128	4.6591	2.0217	8.4645
30	303.15	11.895	11.66501	595.2	9.034	0.0016800	0.1107	133.84	407.43	273.59	1145.467	1.1165	4.6746	2.0191	8.4536
31	304.15	12.252	12.01511	593.7	9.300	0.0016844	0.1075	135.00	407.55	272.55	1141.112	1.1203	4.6905	2.0165	8.4427
32	305.15	12.617	12.37305	592.1	9.573	0.0016888	0.1045	136.16	407.67	271.50	1136.716	1.1241	4.7064	2.0139	8.4318
33	306.15	12.991	12.73982	590.6	9.852	0.0016932	0.1015	137.32	407.78	270.45	1132.320	1.1278	4.7219	2.0113	8.4209
34	307.15	13.374	13.11541	589.0	10.138	0.0016977	0.0986	138.48	407.88	269.39	1127.882	1.1315	4.7374	2.0087	8.4100
35	308.15	13.765	13.49885	587.5	10.431	0.0017023	0.0959	139.65	407.97	268.32	1123.402	1.1352	4.7529	2.0061	8.3991
36	309.15	14.165	13.89112	585.9	10.731	0.0017069	0.0932	140.82	408.06	267.24	1118.880	1.1390	4.7688	2.0035	8.3883
37	310.15	14.573	14.29123	584.3	11.038	0.0017115	0.0906	141.99	408.15	266.15	1114.317	1.1427	4.7843	2.0009	8.3774
38	311.15	14.990	14.70017	582.7	11.353	0.0017162	0.0881	143.16	408.23	265.06	1109.753	1.1464	4.7997	1.9984	8.3669
39	312.15	15.415	15.11695	581.1	11.675	0.0017209	0.0857	144.34	408.30	263.96	1105.148	1.1501	4.8152	1.9958	8.3560
40	313.15	15.850	15.54354	579.5	12.005	0.0017257	0.0833	145.52	408.37	262.85	1100.500	1.1538	4.8307	1.9933	8.3455
41	314.15	16.294	15.97896	577.9	12.34	0.0017305	0.0810	146.70	408.43	261.73	1095.811	1.1575	4.8462	1.9908	8.3351
42	315.15	16.747	16.42320	576.2	12.69	0.0017354	0.0788	147.88	408.49	260.60	1091.080	1.1612	4.8617	1.9882	8.3242
43	316.15	17.210	16.87724	574.6	13.04	0.0017404	0.0767	149.06	408.54	259.47	1086.349	1.1649	4.8772	1.9857	8.3137
44	317.15	17.682	17.34012	572.9	13.40	0.0017454	0.0746	150.24	408.58	258.33	1081.576	1.1686	4.8927	1.9832	8.3033
45	318.15	18.165	17.81378	571.3	13.77	0.0017504	0.0726	151.43	408.61	257.18	1076.761	1.1722	4.9078	1.9807	8.2928
46	319.15	18.658	18.29275	569.6	14.15	0.0017555	0.0707	152.62	408.64	256.02	1071.905	1.1759	4.9233	1.9781	8.2819
47	320.15	19.161	18.79052	568.0	14.54	0.0017607	0.0688	153.81	408.66	254.85	1067.006	1.1796	4.9387	1.9756	8.2714
48	321.15	19.673	19.29262	566.3	14.94	0.0017659	0.0670	155.00	408.68	253.67	1062.066	1.1832	4.9538	1.9731	8.2610
49	322.15	20.195	19.80453	564.6	15.34	0.0017712	0.0652	156.20	408.70	252.48	1057.083	1.1868	4.9689	1.9706	8.2505
50	323.15	20.727	20.32624	562.8	15.75	0.0017765	0.0635	157.38	408.72	251.34	1052.100	1.1905	4.9844	1.9683	8.2409
52	325.15	21.83	21.40792	559.1	16.59	0.001788	0.0602	159.8	408.77	248.9	1042.095	1.1982	5.0166	1.9638	8.2220
54	327.15	22.97	22.52588	555.4	17.47	0.001800	0.0572	162.2	408.8	246.6	1032.465	1.2056	5.0476	1.9590	8.2019
56	329.15	24.15	23.68306	551.6	18.39	0.001812	0.0543	164.6	408.8	244.2	1022.417	1.2130	5.0786	1.9542	8.1818
58	331.15	25.37	24.87947	547.8	19.35	0.001825	0.0515	167.1	408.7	241.6	1011.531	1.2205	5.1100	1.9494	8.1617
60	333.15	26.66	26.14453	544.0	20.35	0.001838	0.0489	169.6	408.6	238.0	996.458	1.2280	5.1414	1.9445	8.1412
62	335.15	27.98	27.43901	540.2	21.41	0.001851	0.0464	172.2	408.5	233.5	989.341	1.2354	5.1724	1.9396	8.1207
64	337.15	29.36	28.79232	536.4	22.53	0.001864	0.0441	174.8	408.3	233.5	977.618	1.2428	5.2034	1.9347	8.1002
66	339.15	30.77	30.17506	532.6	23.73	0.001877	0.0420	177.4	408.0	230.6	965.476	1.2502	5.2343	1.9297	8.0793
68	341.15	32.25	31.62645	528.8	25.01	0.001891	0.0399	180.0	407.7	227.7	953.334	1.2576	5.2653	1.9247	8.0583
70	343.15	33.77	33.11706	524.8	26.36	0.001905	0.0379	182.7	407.3	224.6	940.355	1.2650	5.2963	1.9196	8.0370

1 kcal = 4.1868 kJ

1 at = 1 kp/cm² = 98.066.5 Pa = 98.066.5 N/m² = 9.80665 N/cm² = 0.980665 bar

Tablo 4 Amonyak Kızgın Buhar Tablosu

P = 50 kPa T _d = -46.541 C			T (C)	P = 75 kPa T _d = -39.18 C		
v _b	h _b	s _b		v _b	h _b	s _b
2.1758	1378.3	6.0854		1.4890	1390.3	5.9435
v	h	s		v	h	s
2.4474	1435.8	6.3256	-20	1.6233	1433.0	6.1190
2.5481	1457.0	6.4077	-10	1.6915	1454.7	6.2028
2.6482	1478.1	6.4865	0	1.7591	1476.1	6.2828
2.7479	1499.2	6.5625	10	1.8263	1497.5	6.3597
2.8473	1520.4	6.6360	20	1.8932	1518.9	6.4339
2.9464	1541.7	6.7073	30	1.9597	1540.3	6.5058
3.0453	1563.0	6.7766	40	2.0261	1561.8	6.5756
3.1441	1584.5	6.8441	50	2.0923	1583.4	6.6434
3.2427	1606.1	6.9099	60	2.1584	1605.1	6.7096
3.3413	1627.8	6.9743	70	2.2244	1626.9	6.7742
3.4397	1649.7	7.0372	80	2.2903	1648.9	6.8373
P = 100 kPa T _d = -33.61 C				P = 150 kPa T _d = -25.23 C		
v _b	h _b	s _b		v _b	h _b	s _b
1.1384	1399.1	5.8435		0.7790	1411.6	5.7028
1.1210	1430.1	5.9695	-20	0.7984	1424.1	5.7526
1.2631	1452.2	6.0552	-10	0.8344	1447.3	5.8424
1.3145	1474.1	6.1366	0	0.8697	1469.8	5.9266
1.3654	1495.7	6.2144	10	0.9045	1492.1	6.0066
1.4160	1517.3	6.2894	20	0.9388	1514.1	6.0831
1.4664	1538.9	6.3618	30	0.9729	1536.1	6.1568
1.5165	1560.5	6.4321	40	1.0068	1558.0	6.2280
1.5664	1582.2	6.5003	50	1.0405	1580.0	6.2970
1.6163	1604.1	6.5668	60	1.0740	1602.0	6.3641
1.6659	1626.0	6.6316	70	1.1074	1624.1	6.4295
1.7155	1648.0	6.6950	80	1.1408	1646.3	6.4933
1.8145	1692.8	6.8177	100	1.2072	1691.1	6.6167

Tablo 4'e devam

P = 200 kPa T _d = -18.86 C			T (C)	P = 250 kPa T _d = -13.67 C		
v _b	h _b	s _b		v _b	h _b	s _b
0.5952	1420.5	5.6031		0.4824	1427.4	5.5256
v	h	s		v	h	s
0.6199	1442.0	5.6863	- 10	0.4910	1436.6	5.5609
0.6471	1465.5	5.7737	0	0.5135	1461.0	5.6517
0.6737	1488.4	5.8559	10	0.5354	1484.5	5.7365
0.7001	1510.9	5.9342	20	0.5568	1507.6	5.8165
0.7261	1533.2	6.0061	30	0.5780	1530.3	5.8928
0.7519	1555.5	6.0813	40	0.5989	1552.9	5.9661
0.7774	1577.7	6.1512	50	0.6196	1575.4	6.0368
0.8029	1599.9	6.2189	60	0.6401	1597.8	6.1052
0.8282	1622.2	6.2849	70	0.6605	1620.3	6.1717
0.8533	1644.6	6.3491	80	0.6809	1642.8	6.2365
0.9035	1689.6	6.4732	100	0.7212	1688.2	6.3613
P = 300 kPa T _d = -9.23 C				P = 350 kPa T _d = -5.35 C		
v _b	h _b	s _b		v _b	h _b	s _b
0.4066	1432.9	5.4622		0.3513	1437.6	5.4085
0.4243	1456.3	5.5493	0	0.3605	1451.5	5.4600
0.4430	1480.6	5.6366	10	0.3770	1476.5	5.5502
0.4613	1504.2	5.7186	20	0.3929	1500.7	5.6342
0.4792	1527.4	5.7963	30	0.4086	1524.4	5.7135
0.4968	1550.3	5.8707	40	0.4239	1547.6	5.7890
0.5143	1573.0	5.9423	50	0.4391	1570.7	5.8615
0.5316	1595.7	6.0114	60	0.4541	1593.6	5.9314
0.5488	1618.4	6.0785	70	0.4689	1616.5	5.9990
0.5658	1641.1	6.1437	80	0.4857	1639.3	6.0647
0.5997	1686.7	6.2693	100	0.5129	1685.2	6.1910

Tablo 4'e devam

P = 400 kPa T _d = -1.89 C			T (C)	P = 450 kPa T _d = 1.26 C		
v _h	h _h	s _h		v _h	h _h	s _h
0.3020	1442.2	5.3528		0.2669	1444.8	5.3204
v	h	s		v	h	s
0.3125	1446.5	5.3803	0	0.2752	1441.3	5.3078
0.3274	1472.4	5.4735	10	0.2887	1468.1	5.4042
0.3417	1497.2	5.5597	20	0.3017	1493.6	5.4926
0.3556	1521.3	5.6405	30	0.3143	1518.2	5.5752
0.3692	1544.9	5.7173	40	0.3266	1542.5	5.6532
0.3826	1568.3	5.7907	50	0.3387	1565.9	5.7275
0.3959	1591.5	5.8613	60	0.3506	1589.3	5.7989
0.4090	1614.5	5.9296	70	0.3624	1612.6	5.8978
0.4220	1637.6	5.9957	80	0.3740	1635.8	5.9345
0.4478	1683.7	6.1228	100	0.3971	1682.2	6.0623
P = 500 kPa T _d = 4.14 C			T (C)	P = 600 kPa T _d = 9.29 C		
v _h	h _h	s _h		v _h	h _h	s _h
0.2505	1557.7	5.2834		0.2105	1452.7	5.2191
0.2698	1489.9	5.4314	20	0.2217	1482.4	5.3222
0.2813	1515.0	5.5157	30	0.2317	1508.6	5.4102
0.2926	1539.5	5.5950	40	0.2414	1533.8	5.4923
0.3036	1563.4	5.6704	50	0.2508	1558.5	5.5697
0.3144	1587.1	5.7425	60	0.2600	1582.7	5.6436
0.3251	1610.6	5.8120	70	0.2691	1606.6	5.7144
0.3357	1634.0	5.8793	80	0.2781	1630.4	5.7826
0.3565	1680.7	6.0079	100	0.2957	1677.7	5.9129
0.3771	1727.5	6.1301	120	0.3130	1724.9	6.0363
0.3975	1774.7	6.2472	140	0.3302	1772.4	6.1541

Tablo 4'e devam

P = 700 kPa T _d = 13.81 C			T (C)	P = 800 kPa T _d = 17.86 C		
v _b	h _b	s _b		v _b	h _b	s _b
0.1816	1456.6	5.1644		0.1597	1459.9	5.1167
v	h	s		v	h	s
0.1874	1474.5	5.2259	20	0.1615	1466.3	5.1387
0.1963	1501.9	5.3179	30	0.1696	1495.0	5.2351
0.2048	1528.1	5.4029	40	0.1773	1522.2	5.3232
0.2131	1553.4	5.4826	50	0.1848	1548.3	5.4053
0.2212	1578.2	5.5582	60	0.1920	1573.7	5.4827
0.2291	1602.6	5.6303	70	0.1991	1598.6	5.5562
0.2369	1626.8	5.6997	80	0.2060	1623.1	5.6268
0.2522	1674.6	5.8316	100	0.2196	1671.6	5.7603
0.2672	1722.4	5.9562	120	0.2329	1719.8	5.8861
0.2821	1770.2	6.0749	140	0.2459	1768.0	6.0057
P = 900 kPa T _d = 21.54 C			T (C)	P = 1.0 MPa T _d = 24.91 C		
v _b	h _b	s _b		v _b	h _b	s _b
0.1425	1462.6	5.0744		0.1287	1464.9	5.0366
0.1488	1488.0	5.1593	30	0.1321	1480.6	5.0889
0.1559	1516.2	5.2508	40	0.1388	1510.0	5.1840
0.1627	1543.0	5.3354	50	0.1450	1537.7	5.2713
0.1693	1569.1	5.4147	60	0.1511	1564.4	5.3525
0.1757	1594.4	5.4897	70	0.1570	1590.3	5.4292
0.1820	1619.4	5.5614	80	0.1627	1615.6	5.5021
0.1942	1668.5	5.6968	100	0.1739	1665.4	5.6392
0.2061	1717.1	5.8237	120	0.1847	1714.5	5.7647
0.2178	1765.7	5.9442	140	0.1954	1763.4	5.8888
0.2294	1814.4	6.0594	160	0.2058	1812.4	6.0047

Tablo 4'e devam

P = 1.2 MPa T _d = 30.96 C			T (C)	P = 1.4 MPa T _d = 36.28 C		
v _b	h _b	s _b		v _b	h _b	s _b
0.1076	1468.4	4.9701		0.0924	1470.9	4.9131
v	h	s		v	h	s
0.1129	1497.1	5.0629	40	0.0944	1483.4	4.9534
0.1185	1526.6	5.1560	50	0.0995	1515.1	5.0530
0.1238	1554.7	5.2416	60	0.1042	1544.7	5.1434
0.1289	1581.7	5.3215	70	0.1088	1573.0	5.2270
0.1338	1608.0	5.3970	80	0.1132	1600.2	5.3053
0.1434	1659.2	5.5379	100	0.1216	1652.8	5.4501
0.1526	1709.2	5.6687	120	0.1297	1703.9	5.5836
0.1616	1758.9	5.7919	140	0.1376	1754.3	5.7087
0.1705	1808.5	5.9091	160	0.1452	1804.5	5.8273
0.1792	1858.2	6.0214	180	0.1528	1854.7	5.9406
P = 1.6 MPa T _d = 41.05 C			T (C)	P = 2.0 MPa T _d = 45.39 C		
v _b	h _b	s _b		v _b	h _b	s _b
0.0809	1472.5	4.8630		0.0719	1473.4	4.8177
0.0851	2502.9	4.9584	50	0.0648	1476.1	4.7834
0.0895	1534.4	5.0543	60	0.0688	1512.0	4.8930
0.0937	1564.0	5.1419	70	0.0725	1544.9	4.9902
0.0977	1592.3	5.2232	80	0.0760	1575.6	5.0786
0.1053	1646.4	5.3722	100	0.0824	1633.2	5.2371
0.1125	1698.5	5.5084	120	0.0885	1687.6	5.3793
0.1195	1749.7	5.6355	140	0.0943	1740.4	5.5104
0.1263	1800.5	5.7555	160	0.0999	1792.4	5.6333
0.1330	1851.2	5.8699	180	0.1054	1844.1	5.7499

Tablo 5 Amonyak-su Eriyiklerinin Termodinamik Özellikleri [30]

x_f Amonyak (sıvı) kütle yüzdesi
 x_y Amonyak (buhar) kütle yüzdesi
 h_f ve h_y sıvı ve buhar amonyak antalpileri (kJ/kg)

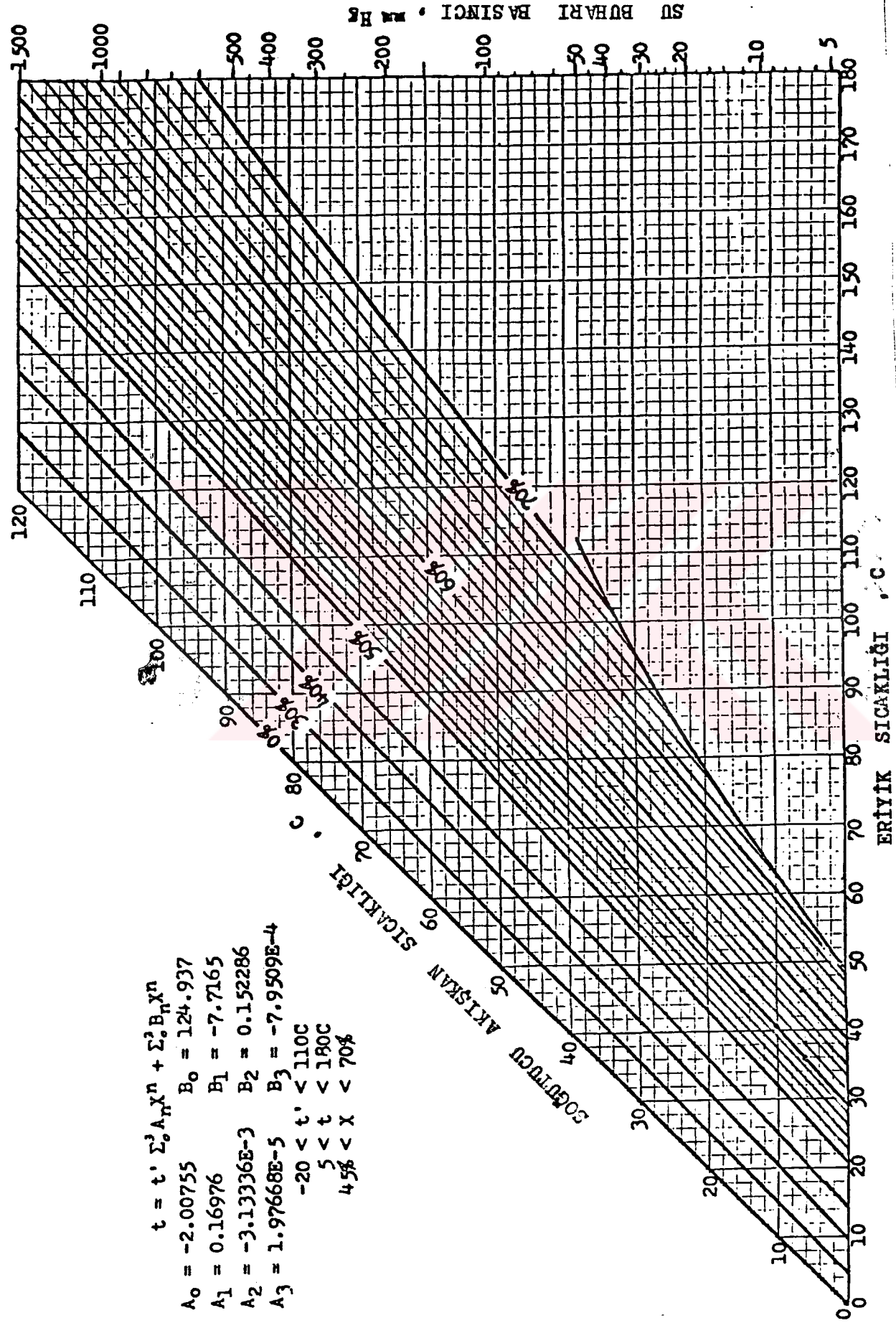
T_f	0	10	15	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	50	55	60	70	80	85	90	95	96	100		
t	43.0	15.6	5.3	-4.4	-6.1	-11.8	-15.2	-18.3	-21.4	-24.4	-27.4	-30.3	-33.3	-35.6	-38.6	-43.9	-48.7	-54.6	-59.5	-65.5	-70.3	-74.9	-79.3	-80.7	-70.9	-71.3		
t	191.8	10.9	-90.7	-167.4	-197.0	-224.0	-251.2	-275.5	-299.4	-323.0	-345.6	-365.3	-384.1	-400.8	-416.0	-442.9	-483.7	-525.0	-565.8	-605.3	-643.6	-681.0	-717.1	-751.0	-783.5	-350.4	-319.6	
h_f	2543.2	1544.6	1431.6	1347.3	1273.5	1210.9	1159.3	1118.0	1077.0	1036.1	995.4	954.9	914.5	874.2	834.0	793.8	753.6	713.4	673.2	633.0	592.8	552.6	512.4	472.2	432.0	1154.5	1153.6	
h_y	0.0	82.33	90.42	95.60	99.42	102.93	106.19	109.23	112.06	114.69	117.14	119.43	121.58	123.60	125.49	127.26	128.92	130.47	131.92	133.27	134.52	135.67	136.72	137.68	138.55	100.00	100.00	
t	60.0	30.3	19.7	10.0	5.9	2.3	-1.9	-6.2	-10.8	-16.4	-21.2	-26.0	-30.0	-33.0	-36.2	-39.3	-42.3	-45.2	-47.8	-50.1	-52.1	-53.9	-55.5	-56.9	-58.0	-40.9	-41.4	
t	251.6	48.8	-32.1	-149.6	-139.0	-164.4	-187.3	-208.2	-226.9	-243.6	-258.4	-271.4	-282.6	-292.0	-299.6	-306.2	-311.8	-316.4	-320.0	-322.7	-324.5	-325.4	-325.5	-324.8	-323.4	-321.3	-306.6	-275.1
h_f	2804.0	1600.1	1458.0	1378.0	1334.0	1294.0	1258.0	1225.0	1194.0	1164.0	1135.0	1107.0	1080.0	1054.0	1029.0	1004.0	979.0	954.0	929.0	904.0	879.0	854.0	829.0	804.0	779.0	754.0	1173.1	1171.5
h_y	0.0	79.87	89.89	95.10	98.03	100.00	101.93	103.74	105.44	107.04	108.54	109.94	111.24	112.44	113.54	114.54	115.44	116.24	116.94	117.54	118.04	118.44	118.74	119.04	119.24	100.00	100.00	
t	76.1	43.4	35.1	24.7	20.3	16.8	13.4	9.8	6.4	3.8	-0.7	-4.3	-8.2	-11.7	-15.6	-19.8	-24.0	-28.2	-32.4	-36.6	-40.8	-44.9	-48.9	-52.8	-56.6	-49.4	-50.0	
t	318.5	114.1	21.7	-45.8	-75.0	-104.0	-132.6	-161.0	-189.0	-216.7	-244.1	-271.1	-297.6	-323.6	-349.1	-374.1	-398.6	-422.6	-446.1	-469.1	-491.6	-513.6	-535.1	-556.1	-575.6	-593.6	-484.8	-427.1
h_f	2835.2	1640.9	1504.0	1417.0	1350.0	1294.0	1249.0	1205.0	1162.0	1120.0	1078.0	1036.0	994.0	952.0	910.0	868.0	826.0	784.0	742.0	700.0	658.0	616.0	574.0	532.0	490.0	448.0	1191.0	1191.0
h_y	0.0	78.82	87.93	93.67	97.39	99.34	100.64	101.34	101.54	101.24	100.54	99.44	97.94	96.14	94.04	91.64	88.94	85.94	82.64	79.04	75.14	70.94	66.44	61.64	56.54	51.14	100.00	100.00
t	85.9	53.4	44.3	31.9	27.7	21.0	14.4	8.4	3.1	-1.1	-4.6	-8.6	-13.0	-17.8	-22.8	-27.8	-32.8	-37.8	-42.8	-47.8	-52.8	-57.8	-62.8	-67.8	-72.8	-65.3	-65.3	
t	339.4	153.4	74.0	-4.5	-34.1	-66.3	-94.5	-122.5	-150.8	-178.4	-205.4	-231.9	-257.9	-283.4	-308.4	-332.9	-356.9	-380.4	-403.4	-425.9	-447.9	-469.4	-490.4	-510.9	-530.9	-549.9	-432.3	-377.3
h_f	2851.5	1705.0	1543.5	1447.0	1374.0	1314.0	1264.0	1214.0	1164.0	1114.0	1064.0	1014.0	964.0	914.0	864.0	814.0	764.0	714.0	664.0	614.0	564.0	514.0	464.0	414.0	364.0	314.0	1201.0	1201.0
h_y	0.0	74.90	86.57	92.82	96.63	99.87	102.54	104.66	106.24	107.34	107.94	108.14	107.94	107.44	106.64	105.54	104.24	102.74	101.04	99.14	97.04	94.74	92.24	89.54	86.64	83.54	100.00	100.00
t	93.5	62.8	51.5	40.9	34.8	27.2	19.5	12.8	6.8	1.7	-4.5	-10.3	-16.4	-22.8	-29.4	-36.2	-43.0	-49.8	-56.6	-63.4	-70.2	-76.9	-83.6	-90.3	-97.0	-89.3	-89.3	
t	351.2	187.1	103.2	22.7	-8.1	-39.6	-68.2	-95.2	-120.0	-143.8	-166.7	-188.6	-209.5	-229.4	-248.3	-266.2	-283.1	-300.0	-316.9	-332.8	-347.7	-361.6	-374.5	-386.4	-397.3	-407.2	-321.9	-272.0
h_f	2844.0	1731.9	1576.0	1477.0	1404.0	1342.0	1282.0	1224.0	1168.0	1114.0	1061.0	1008.0	955.0	902.0	849.0	796.0	743.0	690.0	637.0	584.0	531.0	478.0	425.0	372.0	319.0	266.0	1211.0	1211.0
h_y	0.0	73.32	83.31	91.06	95.93	99.30	101.24	102.74	103.84	104.54	104.84	104.84	104.54	103.94	103.04	101.84	100.44	98.84	97.04	95.04	92.84	90.44	87.84	85.04	81.94	78.64	100.00	100.00
t	99.6	68.9	57.6	46.8	42.7	35.0	27.3	21.4	14.6	8.6	3.3	-1.1	-6.8	-13.6	-20.4	-27.2	-34.0	-40.8	-47.6	-54.4	-61.2	-67.9	-74.6	-81.3	-88.0	-80.3	-80.3	
t	481.9	280.5	194.6	111.5	82.4	51.3	22.5	-5.1	-31.0	-58.0	-85.0	-112.0	-138.0	-164.0	-189.0	-213.0	-236.0	-258.0	-279.0	-299.0	-318.0	-335.0	-351.0	-366.0	-379.0	-390.0	-303.0	-253.0
h_f	2873.6	1770.5	1602.0	1499.5	1467.0	1414.1	1361.6	1309.4	1257.7	1206.4	1155.5	1105.0	1054.9	1005.2	955.9	907.0	858.4	809.1	759.1	708.4	657.1	605.2	552.7	499.6	446.0	392.0	1219.6	1219.6
h_y	0.0	72.07	84.34	91.54	95.40	97.86	99.01	99.07	98.94	98.64	98.14	97.44	96.54	95.44	94.14	92.64	90.94	89.04	86.94	84.64	82.14	79.44	76.54	73.44	70.14	66.64	100.00	100.00
t	109.6	79.0	67.0	56.0	52.0	44.4	36.8	30.6	24.0	18.7	13.5	8.2	3.2	-1.8	-7.2	-13.0	-19.2	-25.4	-32.0	-38.8	-45.6	-52.4	-59.2	-66.0	-72.8	-65.1	-65.1	
t	497.2	293.9	189.1	97.3	59.3	26.5	-2.0	-29.6	-55.8	-82.3	-108.0	-132.0	-154.0	-175.0	-194.0	-211.0	-227.0	-242.0	-256.0	-269.0	-281.0	-292.0	-302.0	-311.0	-319.0	-326.0	-241.6	-191.6
h_f	2886.4	1818.0	1659.0	1577.6	1546.5	1484.5	1422.5	1360.5	1298.5	1236.5	1174.5	1112.5	1050.5	988.5	926.5	864.5	802.5	740.5	678.5	616.5	554.5	492.5	430.5	368.5	306.5	244.5	1229.6	1229.6
h_y	0.0	70.00	82.88	90.47	92.48	94.16	95.42	96.30	96.87	97.19	97.36	97.39	97.29	97.04	96.64	96.04	95.24	94.24	93.04	91.64	90.04	88.24	86.24	83.94	81.34	78.44	100.00	100.00
t	119.2	84.8	72.6	61.5	57.5	53.6	48.5	43.7	38.2	32.9	27.7	22.5	17.2	12.0	6.8	1.6	-3.6	-9.4	-15.6	-22.2	-28.8	-35.4	-42.0	-48.6	-55.2	-47.5	-47.5	
t	481.9	280.5	194.6	111.5	82.4	51.3	22.5	-5.1	-31.0	-58.0	-85.0	-112.0	-138.0	-164.0	-189.0	-213.0	-236.0	-258.0	-279.0	-299.0	-318.0	-335.0	-351.0	-366.0	-379.0	-390.0	-303.0	-253.0
h_f	2897.1	1841.0	1682.0	1580.5	1549.3	1487.3	1425.3	1363.3	1301.3	1239.3	1177.3	1115.3	1053.3	991.3	929.3	867.3	805.3	743.3	681.3	619.3	557.3	495.3	433.3	371.3	309.3	247.3	1234.6	1234.6
h_y	0.0	64.89	82.81	89.65	91.79	93.59	94.95	95.82	96.12	96.06	95.72	95.14	94.34	93.34	92.14	90.74	89.14	87.34	85.34	83.14	80.74	78.14	75.34	72.34	69.14	65.64	100.00	100.00
t	120.2	89.4	77.4	66.2	62.2	58.1	54.1	50.2	46.4	42.7	39.0	35.3	31.7	28.2	24.7	18.1	12.0	6.0	-0.2	-6.2	-13.4	-20.6	-27.8	-35.0	-42.2	-34.5	-34.5	
t	504.4	302.4	215.4	124.4	86.4	53.4	24.4	-3.4	-30.4	-57.4	-84.4	-111.4	-138.4	-165.4	-192.4	-219.4	-246.4	-273.4	-300.4	-327.4	-354.4	-381.4	-408.4	-435.4	-462.4	-375.4	-325.4	
h_f	2706.4	1844.0	1640.0	1546.0	1511.8	1450.5	1389.3	1328.1	1266.9	1205.7	1144.5	1083.3	1022.1	960.9	899.7	838.5	777.3	716.1	654.9	593.7	532.5	471.3	410.1	348.9	287.7	226.5	1254.6	1254.6
h_y	0.0	67.37	81.19	88.93	91.18	92.55	93.05	92.78	92.34	91.74	90.94	89.94	88.74	87.34	85.74	83.94	81.94	79.74	77.34	74.74	71.94	68.94	65.74	62.34	58.74	54.84	100.00	100.00
t	124.4	94.4	81.9	70.9	66.7	62.8	58.9	55.0	51.1	47.2	43.3	39.4	35.5	31.6	27.7	21.7	15.7	9.7	3.7	-2.3	-8.3	-15.3	-22.3	-29.3	-36.3	-28.3	-28.3	
t	523.1	320.0	235.2	144.2	106.2	73.2	40.2	11.2	-17.8	-44.8	-71.8	-98.8	-125.8	-152.8</														

Tablo 5'e devam

kPa (pas)	0	10	15	20	22	24	25	26	28	30	31	34	36	38	40	42	44	46	50	55	60	70	80	85	90	91	94	96	100
290 (42.1)	132.4	102.2	89.3	78.0	73.9	69.4	65.4	61.4	57.6	53.3	49.2	45.4	42.1	38.9	34.7	28.2	21.9	14.3	9.4	1.4	-4.0	-6.1	-7.7	-8.3	-8.9	-9.4	-10.2	-10.8	-11.4
320 (46.4)	554.3	354.4	267.0	179.5	169.0	135.5	99.0	61.5	35.0	19.0	-13.2	-36.5	-55.8	-80.0	-99.0	-130.2	-154.6	-180.4	-195.1	-190.6	-154.2	-135.2	-108.6	-87.3	-72.9	-64.0	-54.0	-44.0	-34.0
360 (52.2)	2721.5	1920.0	1729.7	1506.0	1370.5	1236.0	1101.5	967.5	833.5	700.0	566.5	433.0	300.0	166.5	33.0	-99.0	-198.0	-297.0	-396.0	-495.0	-594.0	-693.0	-792.0	-891.0	-990.0	-1089.0	-1188.0	-1287.0	-1386.0
400 (58.0)	135.7	103.3	92.1	81.2	76.7	72.5	68.4	64.3	60.9	58.9	52.5	48.9	45.2	41.8	37.7	30.8	24.7	17.7	12.1	4.3	-1.3	-2.9	-5.2	-5.4	-6.4	-6.9	-7.4	-7.9	
440 (63.8)	570.5	369.4	282.2	195.0	184.0	132.0	105.0	78.5	49.0	24.0	0.0	-22.5	-45.4	-65.5	-83.2	-117.2	-143.6	-167.4	-181.9	-178.6	-147.0	-124.2	-97.5	-68.2	-47.0	-31.4	-21.4	-15.4	
480 (69.6)	2725.8	1936.5	1745.0	1518.2	1382.6	1249.0	1115.0	980.0	845.0	710.0	575.0	440.0	305.0	170.0	35.0	-99.0	-198.0	-297.0	-396.0	-495.0	-594.0	-693.0	-792.0	-891.0	-990.0	-1089.0	-1188.0	-1287.0	-1386.0
520 (75.4)	135.9	103.9	92.9	81.9	77.4	73.2	69.0	64.8	61.2	58.9	52.5	48.9	45.2	41.8	37.7	30.8	24.7	17.7	12.1	4.3	-1.3	-2.9	-5.2	-5.4	-6.4	-6.9	-7.4	-7.9	
560 (81.2)	570.9	369.9	282.9	195.9	184.9	132.9	105.9	78.9	49.9	24.9	0.9	-22.9	-45.9	-66.0	-83.9	-117.9	-144.3	-168.1	-182.6	-179.3	-147.5	-124.7	-98.0	-68.7	-47.5	-31.7	-21.7	-15.7	
600 (87.0)	2730.0	1940.0	1749.0	1522.0	1386.0	1252.0	1118.0	983.0	848.0	713.0	578.0	443.0	308.0	173.0	38.0	-100.0	-199.0	-298.0	-397.0	-496.0	-595.0	-694.0	-793.0	-892.0	-991.0	-1090.0	-1189.0	-1288.0	-1387.0
640 (92.8)	136.1	104.1	93.1	82.1	77.6	73.4	69.2	65.0	61.4	59.1	52.7	49.1	45.4	42.0	37.9	31.0	24.9	17.9	12.3	4.5	-1.5	-3.1	-5.4	-5.6	-6.6	-7.1	-7.6	-8.1	-8.6
680 (98.6)	571.5	370.5	283.5	196.5	185.5	133.5	106.5	79.5	50.5	25.5	0.5	-23.5	-46.4	-66.5	-84.2	-118.2	-144.6	-168.4	-182.9	-179.6	-147.8	-125.0	-99.1	-69.8	-48.6	-32.8	-22.8	-16.8	
720 (104.4)	2735.0	1945.0	1754.0	1527.0	1391.0	1257.0	1123.0	988.0	853.0	718.0	583.0	448.0	313.0	178.0	43.0	-101.0	-200.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
760 (110.2)	136.5	104.5	93.5	82.5	78.0	73.8	69.6	65.4	61.8	59.5	53.1	49.5	45.8	42.4	38.3	31.4	25.3	18.3	12.7	4.7	-1.7	-3.3	-5.6	-5.8	-6.8	-7.3	-7.8	-8.3	-8.8
800 (116.0)	572.5	371.5	284.5	197.5	186.5	134.5	107.5	80.5	51.5	26.5	1.5	-24.5	-47.4	-67.5	-85.2	-119.2	-145.6	-169.4	-183.9	-180.6	-148.8	-126.0	-100.1	-70.8	-49.6	-33.8	-23.8	-17.8	
840 (121.8)	2740.0	1950.0	1759.0	1532.0	1396.0	1262.0	1128.0	993.0	858.0	723.0	588.0	453.0	318.0	183.0	48.0	-102.0	-201.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
880 (127.6)	136.9	104.9	93.9	82.9	78.4	74.2	70.0	65.8	62.2	59.9	53.5	49.9	46.2	42.8	38.7	31.8	25.7	18.7	13.1	5.1	-1.9	-3.5	-5.8	-6.0	-7.0	-7.5	-8.0	-8.5	-9.0
920 (133.4)	573.5	372.5	285.5	198.5	187.5	135.5	108.5	81.5	52.5	27.5	2.5	-25.5	-48.4	-68.5	-86.2	-120.2	-146.6	-170.4	-184.9	-181.6	-149.8	-127.0	-101.1	-71.8	-50.6	-34.8	-24.8	-18.8	
960 (139.2)	2745.0	1955.0	1764.0	1537.0	1401.0	1267.0	1133.0	998.0	863.0	728.0	593.0	458.0	323.0	188.0	53.0	-103.0	-202.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
1000 (145.0)	137.3	105.3	94.3	83.3	78.8	74.6	70.4	66.2	62.6	60.3	53.9	50.3	46.6	43.2	39.1	32.2	26.1	19.1	13.5	5.5	-1.5	-3.1	-5.4	-5.6	-6.6	-7.1	-7.6	-8.1	-8.6
1040 (150.8)	574.5	373.5	286.5	199.5	188.5	136.5	109.5	82.5	53.5	28.5	3.5	-26.5	-49.4	-69.5	-87.2	-121.2	-147.6	-171.4	-185.9	-182.6	-150.8	-128.0	-102.1	-72.8	-51.6	-35.8	-25.8	-19.8	
1080 (156.6)	2750.0	1960.0	1769.0	1542.0	1406.0	1272.0	1138.0	1003.0	868.0	733.0	598.0	463.0	328.0	193.0	58.0	-104.0	-203.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
1120 (162.4)	137.7	105.7	94.7	83.7	79.2	75.0	70.8	66.6	63.0	60.7	54.3	50.7	47.0	43.6	39.5	32.6	26.5	19.5	13.9	5.9	-1.1	-2.7	-5.0	-5.2	-6.2	-6.7	-7.2	-7.7	
1160 (168.2)	575.5	374.5	287.5	200.5	189.5	137.5	110.5	83.5	54.5	29.5	4.5	-27.5	-50.4	-70.5	-88.2	-122.2	-148.6	-172.4	-186.9	-183.6	-151.8	-129.0	-103.1	-73.8	-52.6	-36.8	-26.8	-20.8	
1200 (174.0)	2755.0	1965.0	1774.0	1547.0	1411.0	1277.0	1143.0	1008.0	873.0	738.0	603.0	468.0	333.0	198.0	63.0	-105.0	-204.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
1240 (179.8)	138.1	106.1	95.1	84.1	79.6	75.4	71.2	67.0	63.4	61.1	54.7	51.1	47.4	44.0	39.9	33.0	26.9	19.9	14.3	6.3	-0.7	-2.3	-4.6	-4.8	-5.8	-6.3	-6.8	-7.3	
1280 (185.6)	576.5	375.5	288.5	201.5	190.5	138.5	111.5	84.5	55.5	30.5	5.5	-28.5	-51.4	-71.5	-89.2	-123.2	-149.6	-173.4	-187.9	-184.6	-152.8	-130.0	-104.1	-74.8	-53.6	-37.8	-27.8	-21.8	
1320 (191.4)	2760.0	1970.0	1779.0	1550.0	1414.0	1280.0	1146.0	1011.0	878.0	743.0	608.0	473.0	338.0	203.0	68.0	-106.0	-205.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
1360 (197.2)	138.5	106.5	95.5	84.5	80.0	75.8	71.6	67.4	63.8	61.5	55.1	51.5	47.8	44.4	40.3	33.4	27.3	20.3	14.7	6.7	-0.3	-1.9	-4.2	-4.4	-5.4	-5.9	-6.4	-6.9	
1400 (203.0)	577.5	376.5	289.5	202.5	191.5	139.5	112.5	85.5	56.5	31.5	6.5	-29.5	-52.4	-72.5	-90.2	-124.2	-150.6	-174.4	-188.9	-185.6	-153.8	-131.0	-105.1	-75.8	-54.6	-38.8	-28.8	-22.8	
1440 (208.8)	2765.0	1975.0	1788.0	1555.0	1419.0	1285.0	1149.0	1016.0	883.0	748.0	613.0	478.0	343.0	208.0	73.0	-107.0	-206.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
1480 (214.6)	138.9	106.9	95.9	84.9	80.4	76.2	72.0	67.8	64.2	61.9	55.5	51.9	48.2	44.8	40.7	33.8	27.7	20.7	15.1	7.1	-0.1	-1.7	-4.0	-4.2	-5.2	-5.7	-6.2	-6.7	
1520 (220.4)	578.5	377.5	290.5	203.5	192.5	140.5	113.5	86.5	57.5	32.5	7.5	-30.5	-53.4	-73.5	-91.2	-125.2	-151.6	-175.4	-190.9	-187.6	-155.8	-133.0	-107.1	-77.8	-56.6	-40.8	-30.8	-24.8	
1560 (226.2)	2770.0	1980.0	1791.0	1560.0	1424.0	1290.0	1152.0	1021.0	888.0	753.0	618.0	483.0	348.0	213.0	78.0	-108.0	-207.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
1600 (232.0)	139.3	107.3	96.3	85.3	80.8	76.6	72.4	68.2	64.6	62.3	55.9	52.3	48.6	45.2	41.1	34.2	28.1	21.1	15.5	7.5	-0.5	-2.1	-4.4	-4.6	-5.6	-6.1	-6.6	-7.1	
1640 (237.8)	579.5	378.5	291.5	204.5	193.5	141.5	114.5	87.5	58.5	33.5	8.5	-31.5	-54.4	-74.5	-92.2	-126.2	-152.6	-176.4	-191.9	-188.6	-156.8	-134.0	-108.1	-78.8	-57.6	-41.8	-31.8	-25.8	
1680 (243.6)	2775.0	1985.0	1802.0	1565.0	1429.0	1295.0	1158.0	1026.0	893.0	758.0	623.0	488.0	353.0	218.0	83.0	-109.0	-208.0	-299.0	-398.0	-497.0	-596.0	-695.0	-794.0	-893.0	-992.0	-1091.0	-1190.0	-1289.0	-1388.0
1720 (249.4)	139.7	107.7	96.7	85.7	81.2	77.0	72.8	68.6	65.0	62.7	56.3	52.7	49.0	45.6	41.5	34.6	28.5	21.5	15.9	7.9	-0.1	-1.7	-4.0	-4.2	-5.2	-5.7	-6.2	-6.7	
1760 (255.2)	58																												

Tablo 5'e devam

17e (P11)	0	10	15	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	50	55	60	70	80	85	90	92	94	96	100	
840 (121.8)	172.4	152.7	139.5	117.2	100.8	103.3	88.9	84.8	90.6	86.1	82.2	78.1	74.4	70.4	63.6	56.3	48.9	42.4	33.4	27.2	21.4	22.6	24.8	22.6	21.4	20.7	20.0	19.3	
840 (121.8)	172.4	152.7	139.5	117.2	100.8	103.3	88.9	84.8	90.6	86.1	82.2	78.1	74.4	70.4	63.6	56.3	48.9	42.4	33.4	27.2	21.4	22.6	24.8	22.6	21.4	20.7	20.0	19.3	
840 (127.6)	278.1	242.7	216.0	173.0	142.0	167.0	136.6	126.2	134.0	128.5	124.0	120.0	116.0	112.0	108.0	104.0	100.0	96.0	92.0	88.0	84.0	80.0	76.0	72.0	68.0	64.0	60.0	56.0	
840 (127.6)	278.1	242.7	216.0	173.0	142.0	167.0	136.6	126.2	134.0	128.5	124.0	120.0	116.0	112.0	108.0	104.0	100.0	96.0	92.0	88.0	84.0	80.0	76.0	72.0	68.0	64.0	60.0	56.0	
920 (133.4)	174.2	146.7	132.9	120.8	114.0	107.1	102.6	98.5	94.0	89.7	85.7	81.7	77.9	74.2	70.6	67.0	63.4	59.8	56.2	52.6	49.0	45.4	41.8	38.2	34.6	31.0	27.4	23.8	
920 (133.4)	174.2	146.7	132.9	120.8	114.0	107.1	102.6	98.5	94.0	89.7	85.7	81.7	77.9	74.2	70.6	67.0	63.4	59.8	56.2	52.6	49.0	45.4	41.8	38.2	34.6	31.0	27.4	23.8	
960 (139.2)	254.3	231.6	208.9	179.0	150.0	165.0	141.0	131.0	138.0	133.0	129.0	125.0	121.0	117.0	113.0	109.0	105.0	101.0	97.0	93.0	89.0	85.0	81.0	77.0	73.0	69.0	65.0	61.0	57.0
960 (139.2)	254.3	231.6	208.9	179.0	150.0	165.0	141.0	131.0	138.0	133.0	129.0	125.0	121.0	117.0	113.0	109.0	105.0	101.0	97.0	93.0	89.0	85.0	81.0	77.0	73.0	69.0	65.0	61.0	57.0
1000 (14.5)	277.2	242.7	216.0	173.0	142.0	167.0	136.6	126.2	134.0	128.5	124.0	120.0	116.0	112.0	108.0	104.0	100.0	96.0	92.0	88.0	84.0	80.0	76.0	72.0	68.0	64.0	60.0	56.0	
1000 (14.5)	277.2	242.7	216.0	173.0	142.0	167.0	136.6	126.2	134.0	128.5	124.0	120.0	116.0	112.0	108.0	104.0	100.0	96.0	92.0	88.0	84.0	80.0	76.0	72.0	68.0	64.0	60.0	56.0	
1100 (159.5)	184.1	154.4	140.9	128.7	123.6	119.2	114.7	110.2	105.7	101.2	96.7	92.2	87.7	83.2	78.7	74.2	69.7	65.2	60.7	56.2	51.7	47.2	42.7	38.2	33.7	29.2	24.7	20.2	15.7
1100 (159.5)	184.1	154.4	140.9	128.7	123.6	119.2	114.7	110.2	105.7	101.2	96.7	92.2	87.7	83.2	78.7	74.2	69.7	65.2	60.7	56.2	51.7	47.2	42.7	38.2	33.7	29.2	24.7	20.2	15.7
1200 (174.0)	297.7	262.3	235.6	192.0	161.0	180.0	151.0	141.0	148.0	143.0	139.0	135.0	131.0	127.0	123.0	119.0	115.0	111.0	107.0	103.0	99.0	95.0	91.0	87.0	83.0	79.0	75.0	71.0	67.0
1200 (174.0)	297.7	262.3	235.6	192.0	161.0	180.0	151.0	141.0	148.0	143.0	139.0	135.0	131.0	127.0	123.0	119.0	115.0	111.0	107.0	103.0	99.0	95.0	91.0	87.0	83.0	79.0	75.0	71.0	67.0
1400 (203.1)	374.4	328.0	291.6	248.0	217.0	236.0	207.0	197.0	204.0	199.0	195.0	191.0	187.0	183.0	179.0	175.0	171.0	167.0	163.0	159.0	155.0	151.0	147.0	143.0	139.0	135.0	131.0	127.0	123.0
1400 (203.1)	374.4	328.0	291.6	248.0	217.0	236.0	207.0	197.0	204.0	199.0	195.0	191.0	187.0	183.0	179.0	175.0	171.0	167.0	163.0	159.0	155.0	151.0	147.0	143.0	139.0	135.0	131.0	127.0	123.0
1600 (232.0)	457.5	401.2	364.8	321.6	290.4	309.6	280.4	270.4	277.6	272.8	268.0	263.2	258.4	253.6	248.8	244.0	239.2	234.4	229.6	224.8	220.0	215.2	210.4	205.6	200.8	196.0	191.2	186.4	181.6
1600 (232.0)	457.5	401.2	364.8	321.6	290.4	309.6	280.4	270.4	277.6	272.8	268.0	263.2	258.4	253.6	248.8	244.0	239.2	234.4	229.6	224.8	220.0	215.2	210.4	205.6	200.8	196.0	191.2	186.4	181.6
1800 (261.1)	527.1	470.8	434.4	391.2	360.0	379.2	350.4	340.4	347.6	342.8	338.0	333.2	328.4	323.6	318.8	314.0	309.2	304.4	299.6	294.8	290.0	285.2	280.4	275.6	270.8	266.0	261.2	256.4	251.6
1800 (261.1)	527.1	470.8	434.4	391.2	360.0	379.2	350.4	340.4	347.6	342.8	338.0	333.2	328.4	323.6	318.8	314.0	309.2	304.4	299.6	294.8	290.0	285.2	280.4	275.6	270.8	266.0	261.2	256.4	251.6
2000 (290.1)	607.9	551.6	515.2	471.6	440.4	459.6	430.8	420.8	428.0	423.2	418.4	413.6	408.8	404.0	399.2	394.4	389.6	384.8	380.0	375.2	370.4	365.6	360.8	356.0	351.2	346.4	341.6	336.8	332.0
2000 (290.1)	607.9	551.6	515.2	471.6	440.4	459.6	430.8	420.8	428.0	423.2	418.4	413.6	408.8	404.0	399.2	394.4	389.6	384.8	380.0	375.2	370.4	365.6	360.8	356.0	351.2	346.4	341.6	336.8	332.0
2200 (319.1)	697.2	640.9	604.5	560.9	529.3	548.5	519.7	509.7	516.9	512.1	507.3	502.5	497.7	492.9	488.1	483.3	478.5	473.7	468.9	464.1	459.3	454.5	449.7	444.9	440.1	435.3	430.5	425.7	420.9
2200 (319.1)	697.2	640.9	604.5	560.9	529.3	548.5	519.7	509.7	516.9	512.1	507.3	502.5	497.7	492.9	488.1	483.3	478.5	473.7	468.9	464.1	459.3	454.5	449.7	444.9	440.1	435.3	430.5	425.7	420.9
2400 (344.1)	797.8	741.5	705.1	661.5	630.0	649.2	620.4	610.4	617.6	612.8	608.0	603.2	598.4	593.6	588.8	584.0	579.2	574.4	569.6	564.8	560.0	555.2	550.4	545.6	540.8	536.0	531.2	526.4	521.6
2400 (344.1)	797.8	741.5	705.1	661.5	630.0	649.2	620.4	610.4	617.6	612.8	608.0	603.2	598.4	593.6	588.8	584.0	579.2	574.4	569.6	564.8	560.0	555.2	550.4	545.6	540.8	536.0	531.2	526.4	521.6
2800 (406.1)	978.7	922.4	886.0	842.4	810.9	829.4	800.6	790.6	797.8	793.0	788.2	783.4	778.6	773.8	769.0	764.2	759.4	754.6	749.8	745.0	740.2	735.4	730.6	725.8	721.0	716.2	711.4	706.6	701.8
2800 (406.1)	978.7	922.4	886.0	842.4	810.9	829.4	800.6	790.6	797.8	793.0	788.2	783.4	778.6	773.8	769.0	764.2	759.4	754.6	749.8	745.0	740.2	735.4	730.6	725.8	721.0	716.2	711.4	706.6	701.8

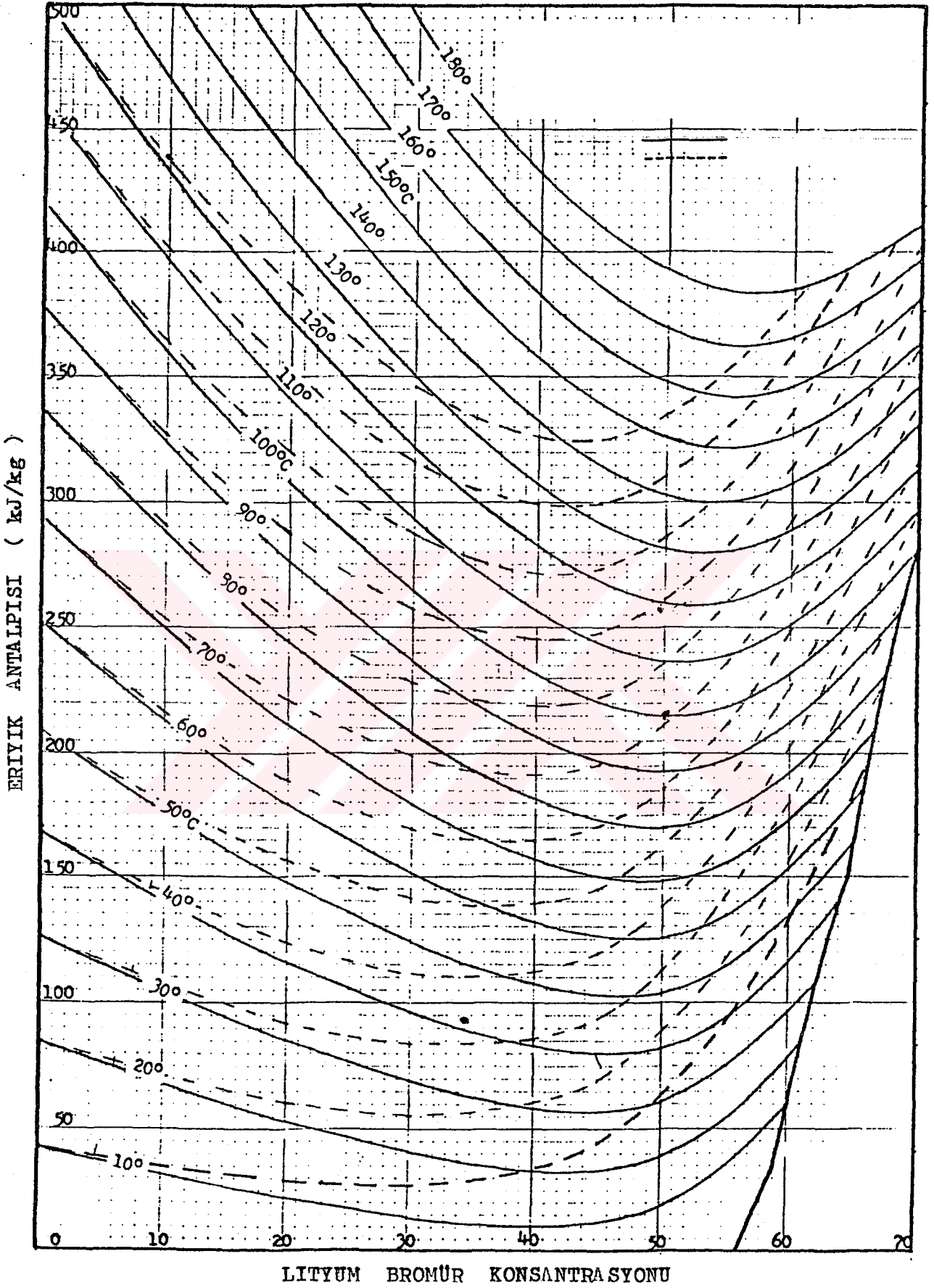


$$t = t' \sum_0^3 A_n X^n + \sum_0^3 B_n X^n$$

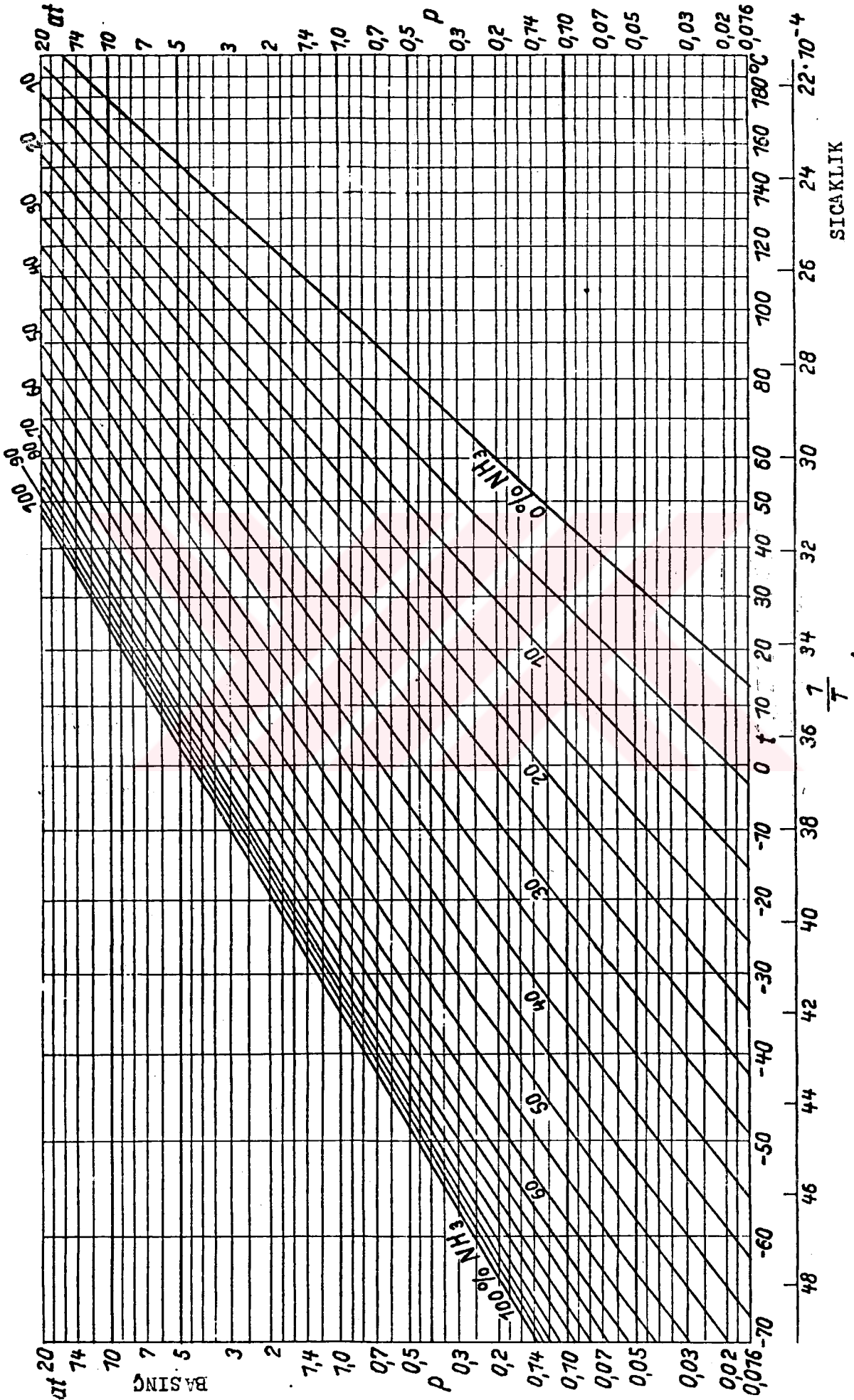
$A_0 = -2.00755$ $B_0 = 124.937$
 $A_1 = 0.16976$ $B_1 = -7.7165$
 $A_2 = -3.13336E-3$ $B_2 = 0.152286$
 $A_3 = 1.97668E-5$ $B_3 = -7.9509E-4$

$-20 < t' < 110C$
 $5 < t < 180C$
 $45\% < X < 70\%$

Diyagram 1 Lityum Bromür-su Eriyiği için Basınç-Sıcaklık-Konsantrasyon Diyagramı [29]

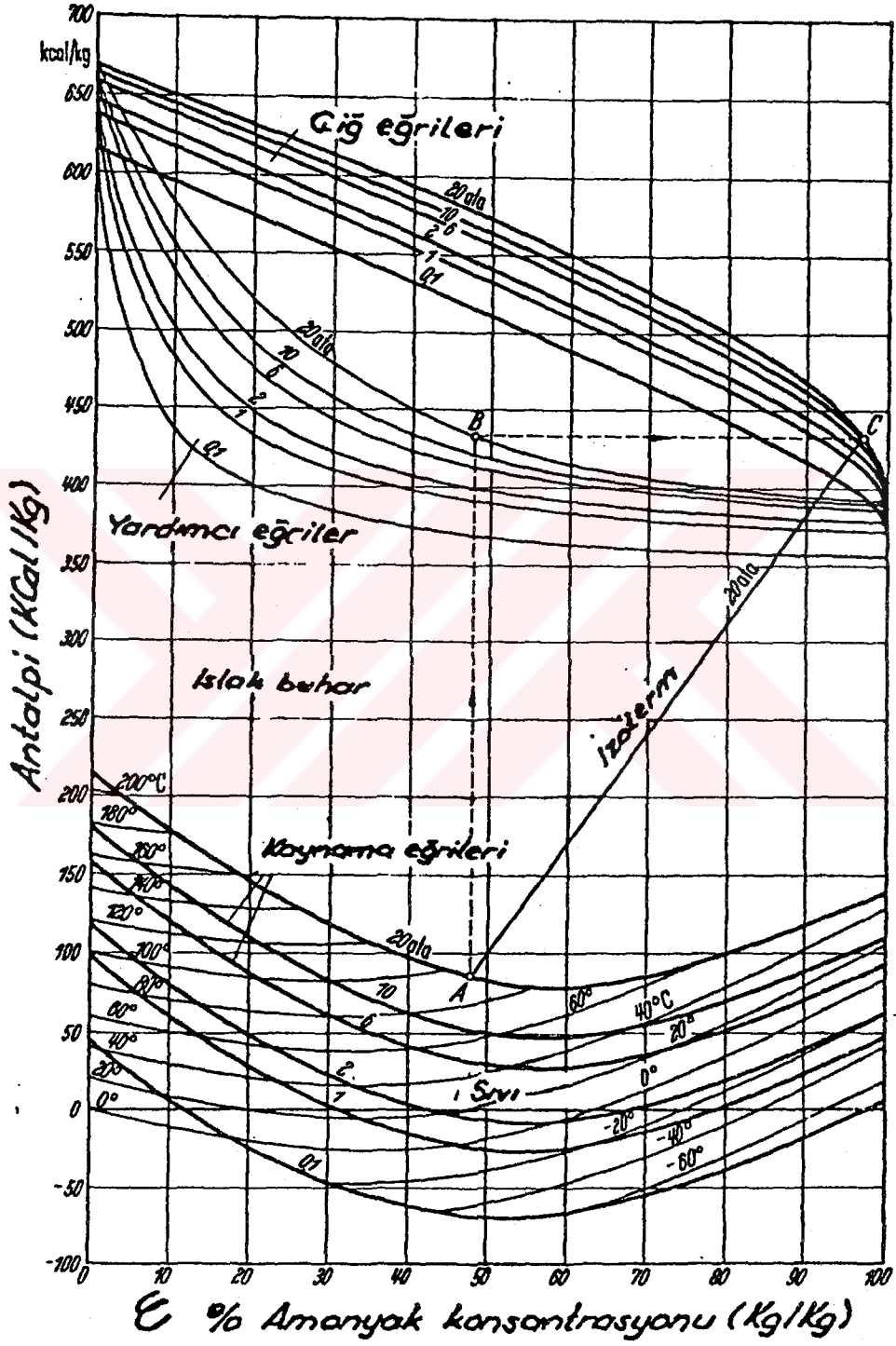


Diyagram 2 Lityum Bromür-su Eriyiği için Antalpi- Konsantrasyon Diyagramı[29].

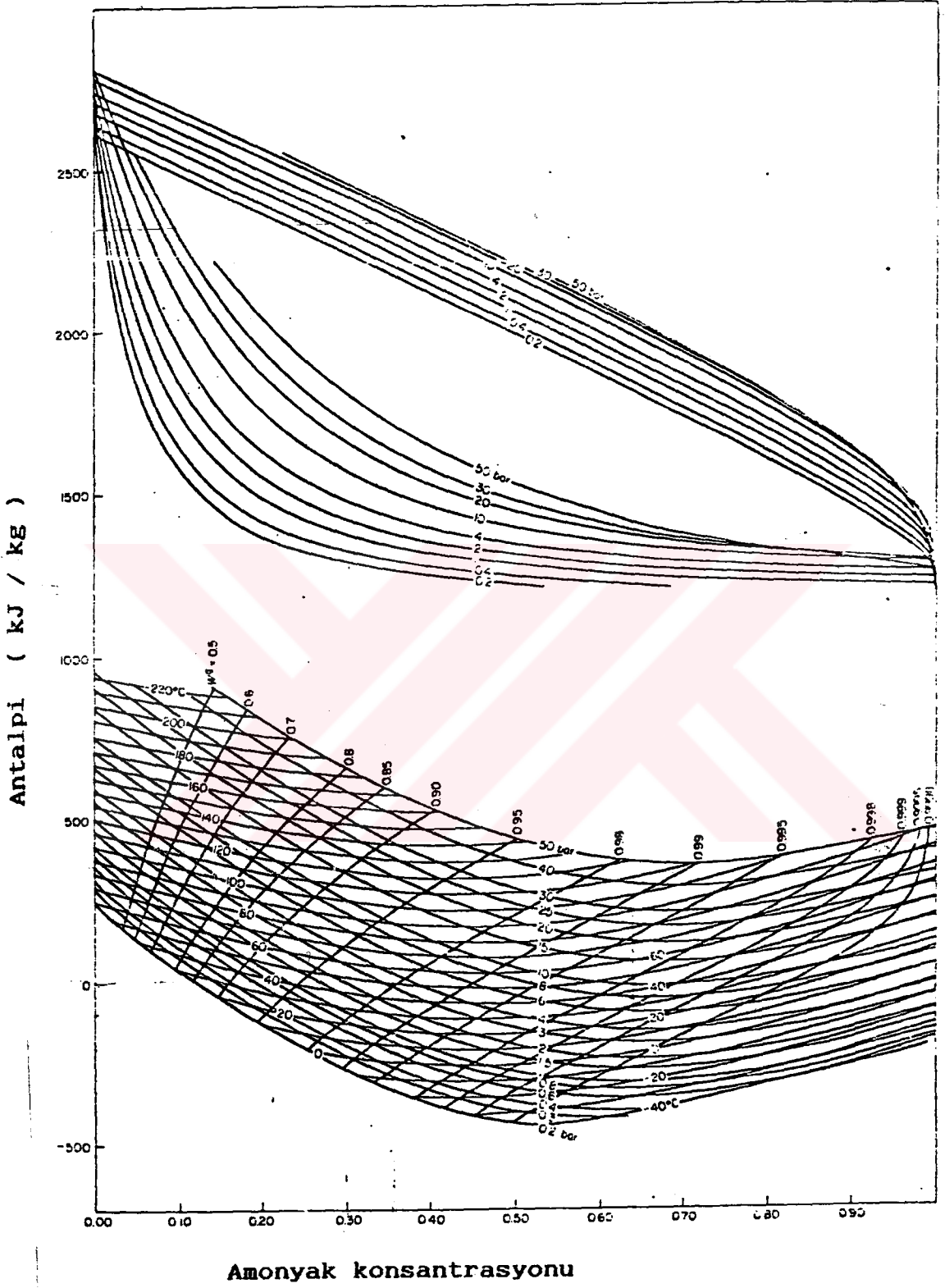


Diyagram 3 Amonyak-su Eriyigi için $\ln P - \frac{1}{T}$ Diyagramı

SICAKLIK



Diyagram 4 Amonyak-su Eriyigi için Antalpi-Konsantrasyon Diyagramı



Diyagram 5 Amonyak-su Eriyiği için Antalpi-Konsantrasyon
Diyagramı (SI Biriminde) [9]

Ek3 : Bilgisayar Programı

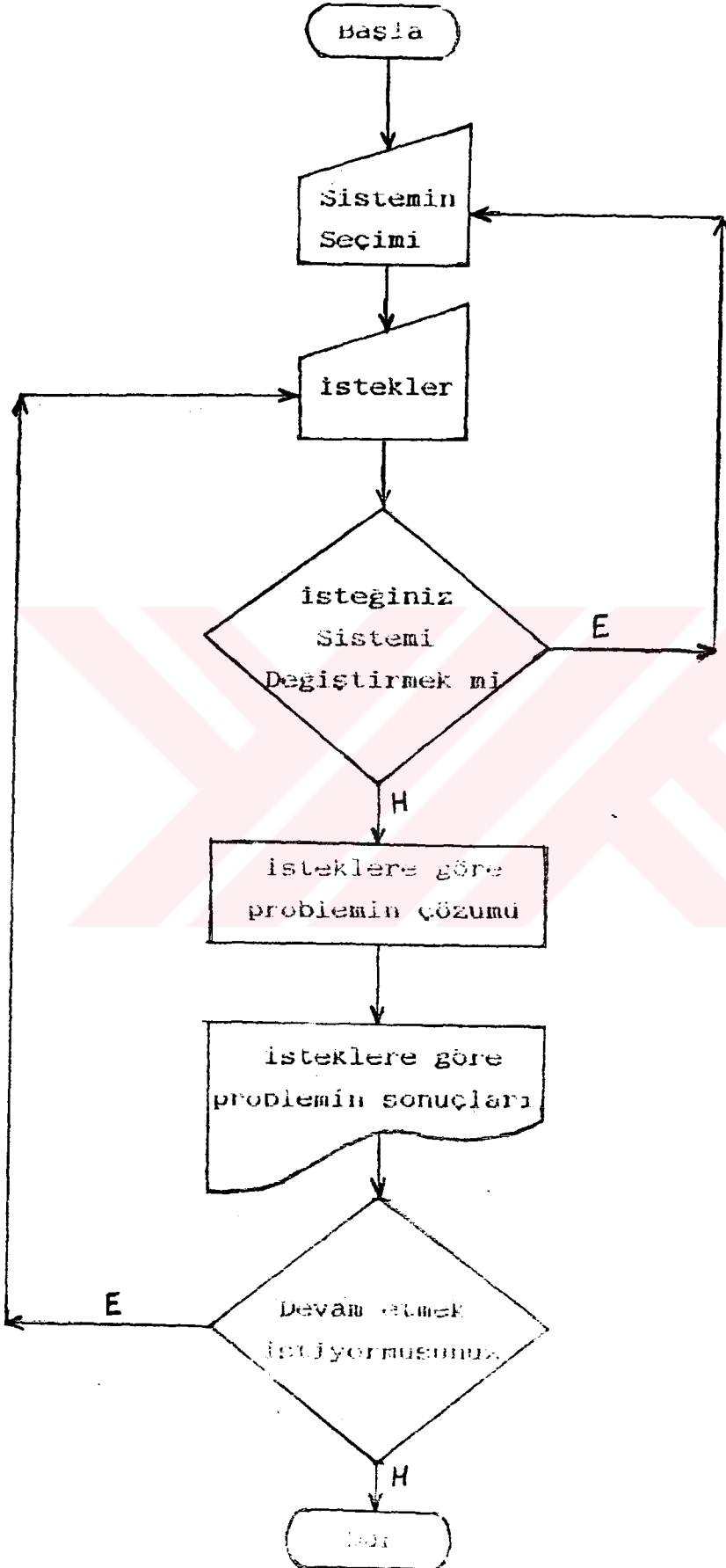
Bu programın yazılımının temel amacı, absorpsiyonlu soğutma çevriminin bütün noktalarının termodinamik özelliklerini bulmak, zengin ve fakir eriyik konsantrasyonları yardımıyla dolaşım oranını bularak, buradan absorpsiyonlu soğutma sisteminin temel elemanlarını boyutlandırmak, soğutma tesir katsayısını hesaplamak ve bulunan değerleri grafik olarak ifade edip, bu iki çiftin birbirlerine göre mukayeselerini yapmaktır. Bunun için Şekil 1. 1-b' de gösterilen absorpsiyonlu soğutma sistemi göz önüne alınmıştır.

Bu kısımda verilen diyagram yardımıyla uzun ve dikkatli bir çalışma gerektiren çevrim noktalarının termodinamik özelliklerinin bulunması işlemleri, güvenli ve hızlı bir şekilde hesaplanabilmekte ve istendiği takdirde hesaplanan bu değerler tablolar halinde alınıp ve sonuçlar grafik halinde görülebilmektedir.

Hem Amonyak-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemi, hem de Lityum bromür-su çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemi için hesaplamalar yapılmış ve elde edilen grafikler Bölüm 5' de sunulmuştur.

Bu bilgisayar programı, program çıktıları ve program çalıştırıldığında ekranda görülen veriler sunulmuştur.

Program, kullanıcının yapacağı işlemleri minimuma indirecek şekilde yapılmıştır. Ekran çıktılarında da görüleceği üzere, kullanıcıya sadece istediği işlemi yaptırmak, istediği grafiği görmek için seçenek tuşlarına basmak kalıyor.



Şekil 12 Bilgisayar Programı Akış Şeması

```

10 KEY OFF
20 SCREEN 0
30 CLS
40 REM #####
50 REM #####
60 REM #####* ULUDAĞ UNIVERSİTESİ MUHENDİSLİK FAKULTESİ *#####
70 REM #####* MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ *#####
80 REM #####* YÜKSEK LİSANS TEZİ *#####
90 REM #####* BURSA *#####
100 REM #####* İLHAMİ HORUZ HAZİRAN - 1990 *#####
120 REM #####*
130 REM #####*
140 REM #####* ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE *#####
150 REM #####* AMONYAK-SU ÇİFTİ İLE LİTYUM BROMÜR-SU ÇİFTİNİN *#####
160 REM #####* KİYASLANMASI *#####
170 REM #####*
180 REM #####*#####
190 REM #####*#####
200 PRINT"#####"
210 PRINT"#####"
220 PRINT"#####* ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE *#####"
230 PRINT"#####* AMONYAK-SU ÇİFTİ İLE LİTYUM BROMÜR-SU ÇİFTİNİN *#####"
240 PRINT"#####* KİYASLANMASI *#####"
250 PRINT"#####*#####"
260 PRINT"#####"
270 PRINT"#####"
280 PRINT"##### BİRİMLER #####"
290 PRINT"#####"
300 PRINT
310 PRINT" P : Basınç ( kPa )":PRINT
320 PRINT" T : Sıcaklık ( °C )":PRINT
330 PRINT" h : Entalpi ( kJ / kg )":PRINT
340 PRINT" X : Konsantrasyon ( % )":PRINT
350 PRINT" Q : Isı Kapasitesi ( kJ / kg )":PRINT
360 PRINT:PRINT "DEVAM ETMEK İÇİN SPACE TUSUNA BASINIZ "
370 B$=INKEY$:IF B$=" " THEN 380 ELSE 370
380 CLS
390 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
400 PRINT"#####"
410 PRINT"##### LÜTFEN SECİMİNİZİ GİRİNİZ #####"
420 PRINT"#####"
430 PRINT:PRINT
440 PRINT" 1- SONUÇLARI TABLO HALİNDE GORMEK İSTİYORSANIZ ":PRINT
450 PRINT" 2- SONUÇLARI GRAFİK HALİNDE GORMEK İSTİYORSANIZ ":PRINT
460 PRINT" 3- SİSTEM YENİDEN SECMEK İSTİYORSANIZ ":PRINT
470 PRINT" 4- PROGRAMDAN ÇIKMAK İSTİYORSANIZ ":PRINT
480 PRINT:PRINT:PRINT" SECİMİNİZ ( 1 , 2 , 3 , 4 ) .....: "
490 C$=INKEY$:IF C$="" THEN 490
500 IF C$="1" OR C$="2" OR C$="3" OR C$="4" THEN 520
510 CLS:LOCATE 15,10:PRINT"LÜTFEN 1 İLE 4 ARASINDA BİR RAKAM GİRİNİZ! "
:FOR FF=1 TO 12500:NEXT FF:GOTO 380
520 CLS
530 IF C$="1" THEN GOTO 1400
540 IF C$="2" THEN GOTO 570
550 IF C$="3" THEN GOTO 30
560 IF C$="4" THEN GOTO 7900
570 CLS
580 SCREEN 0
590 PRINT"#####"
600 PRINT"##### LÜTFEN SECİMİNİZİ GİRİNİZ ( 1. SAYFA ) #####"
610 PRINT"#####"
620 PRINT" 1- KRİSTALLEŞME SICAKLIĞININ KONSANTRASYONA BAĞLI DİYAGRAMI ":PRINT
630 PRINT" 2- SOĞUTMA TESİR KATSAYISININ KAYNATICI SICAKLIĞINA BAĞLI DİYAGRAMI "
:PRINT
640 PRINT" 3- İDEAL SOĞUTMA TESİR KATSAYISININ KAYNATICI SICAKLIĞINA BAĞLI
DİYAGRAMI ":PRINT
650 PRINT" 4- SOĞUTMA TESİR KATSAYISININ KONDENSER SICAKLIĞINA BAĞLI DİYAGRAMI "
:PRINT
660 PRINT" 5- İDEAL SOĞUTMA TESİR KATSAYISININ KONDENSER SICAKLIĞINA BAĞLI
DİYAGRAMI ":PRINT
670 PRINT" 6- SOĞUTMA TESİR KATSAYISININ BUHARLASTIRICI SICAKLIĞINA BAĞLI
DİYAGRAMI ":PRINT
680 PRINT" 7- İDEAL SOĞUTMA TESİR KATSAYISININ BUHARLASTIRICI SICAKLIĞINA BAĞLI
DİYAGRAMI ":PRINT
690 PRINT" 8- PROGRAMDAN ÇIKIŞ":PRINT
700 PRINT" 9- İKİNCİ SAYFAYA GEÇİŞ":PRINT

```

```

710 PRINT:PRINT" SECIMINIZ ( 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 ) ..... : "
720 G$=INKEY$:IF G$="" THEN 720
730 IF G$="1" OR G$="2" OR G$="3" OR G$="4" OR G$="5" OR G$="6" OR G$="7" OR
G$="8" OR G$="9" THEN 750
740 CLS:LOCATE 15,10:PRINT"LUTFEN 1 ILE 9 ARASINDA BIR RAKAM GIRINIZ! "
:FOR FF=1 TO 12500:NEXT :GOTO 570
750 CLS
760 IF G$="1" THEN GOTO 1760
770 IF G$="2" THEN GOTO 1960
780 IF G$="3" THEN GOTO 2180
790 IF G$="4" THEN GOTO 2370
800 IF G$="5" THEN GOTO 2590
810 IF G$="6" THEN GOTO 2780
820 IF G$="7" THEN GOTO 3000
830 IF G$="8" THEN GOTO 7900
840 IF G$="9" THEN GOTO 850
850 CLS
860 PRINT" %%%%%%%%%%%LUTFEN SECIMINIZI GIRINIZ ( 2. SAYFA )%%%%%%%%%"
870 PRINT" LUTFEN SECIMINIZI GIRINIZ ( 2. SAYFA ) "
880 PRINT" %%%%%%%%%%%"
890 PRINT" 1- SOGUTMA TESIR KATSAYISININ ESANJOR ETKENLIGINE BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
900 PRINT" 2- KONDENSER ISIL YUKUNUN KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
910 PRINT" 3- KONDENSER ISIL YUKUNUN BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
920 PRINT" 4- KONDENSER ISIL YUKUNUN KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
930 PRINT" 5- BUHARLASTIRICI ISIL YUKUNUN KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
940 PRINT" 6- BUHARLASTIRICI ISIL YUKUNUN BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI
DIYAGRAMI ":PRINT
950 PRINT" 7- BUHARLASTIRICI ISIL YUKUNUN KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
960 PRINT" 8- BIRINCI SAYFAYA GERI DONUS ":PRINT
970 PRINT" 9- UCUNCU SAYFAYA GECIS":PRINT
980 PRINT:PRINT" SECIMINIZ ( 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 ) ..... : "
990 H$=INKEY$:IF H$="" THEN 990
1000 IF H$="1" OR H$="2" OR H$="3" OR H$="4" OR H$="5" OR H$="6" OR H$="7" OR
H$="8" OR H$="9" THEN 1020
1010 CLS:LOCATE 15,10:PRINT"LUTFEN 1 ILE 9 ARASINDA BIR RAKAM GIRINIZ! "
:FOR FF=1 TO 12500:NEXT :GOTO 850
1020 CLS
1030 IF H$="1" THEN GOTO 3190
1040 IF H$="2" THEN GOTO 3410
1050 IF H$="3" THEN GOTO 3630
1060 IF H$="4" THEN GOTO 3850
1070 IF H$="5" THEN GOTO 4070
1080 IF H$="6" THEN GOTO 4290
1090 IF H$="7" THEN GOTO 4510
1100 IF H$="8" THEN GOTO 590
1110 IF H$="9" THEN GOTO 1120
1120 CLS
1130 SCREEN 0
1140 PRINT" %%%%%%%%%%%LUTFEN SECIMINIZI GIRINIZ ( 3. SAYFA )%%%%%%%%%"
1150 PRINT" LUTFEN SECIMINIZI GIRINIZ ( 3. SAYFA ) "
1160 PRINT" %%%%%%%%%%%"
1170 PRINT" 1- KAYNATICI ISIL YUKUNUN KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
1180 PRINT" 2- KAYNATICI ISIL YUKUNUN BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
1190 PRINT" 3- KAYNATICI ISIL YUKUNUN KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
1200 PRINT" 4- ABSORBER ISIL YUKUNUN KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
1210 PRINT" 5- ABSORBER ISIL YUKUNUN BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
1220 PRINT" 6- ABSORBER ISIL YUKUNUN KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
1230 PRINT" 7- DOLASIM ORANININ KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI ":PRINT
1240 PRINT" 8- DOLASIM ORANININ BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI "
:PRINT
1250 PRINT" 9- DOLASIM ORANININ KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI ":PRINT
1260 PRINT:PRINT" SECIMINIZ ( 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 ) ..... : "
1270 X$=INKEY$:IF X$="" THEN 1270

```



```

1280 IF X$="1" OR X$="2" OR X$="3" OR X$="4" OR X$="5" OR X$="6" OR X$="7" OR
X$="8" OR X$="9" THEN 1300
1290 CLS:LOCATE 15,10:PRINT"LUTFEN 1 ILE 9 ARASINDA BIR RAKAM GIRINIZI "
:FOR FF=1 TO 12500:NEXT :GOTO 1120
1300 CLS
1310 IF X$="1" THEN GOTO 5390
1320 IF X$="2" THEN GOTO 5610
1330 IF X$="3" THEN GOTO 5830
1340 IF X$="4" THEN GOTO 4730
1350 IF X$="5" THEN GOTO 4950
1360 IF X$="6" THEN GOTO 5170
1370 IF X$="7" THEN GOTO 6050
1380 IF X$="8" THEN GOTO 6270
1390 IF X$="9" THEN GOTO 6490
1400 REM #####
1410 REM ##### SONUCLARIN YAZDIRILMASI #####
1420 REM #####
1430 EK=.6
1440 GOSUB 6790
1450 PRINT"TY=" ;TY"C      TB=" ;TB"C      TK=" ;TK"C      TA=" ;TA"C "
1455 PRINT"LITYUM BROMÜR-SU  ERIYİĞİ KULLANAN ABSORBİSYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ
İÇİN"
1460 X=XL(5)
1470 GOSUB 8540
1480 PRINT"tcr1(5)= " ;ICRL
1490 IF TL(5)<=ICRL THEN PRINT"ABSORBER ÇIKISINDA KRİSTALİZASYON TEHLİKESİ VAR !"

1500 X=XL(9)
1510 GOSUB 8540
1520 PRINT"tcr1(9)= " ;ICRL
1530 IF TL(9)<=ICRL THEN PRINT"ESANJÖR ÇIKISINDA KRİSTALİZASYON TEHLİKESİ VAR !"
1540 FOR I=1 TO 10
1550 II=I+5
1560 LOCATE II,1:PRINT I:LOCATE II,6:PRINT"TL("I")=" ;TL(I):LOCATE II,22
:PRINT"PL("I")=" ;PL(I):LOCATE II,45:PRINT"HL("I")=" ;HL(I):LOCATE II,67
:PRINT"XL("I")=" ;XL(I)
1570 NEXT I
1580 PRINT:PRINT:PRINT"QYÖGL=" ;QYÖGL"      QBUHL=" ;QBUHL"      QABSL=" ;QABSL"      QKAYL
=" ;QKAYL
1590 PRINT:PRINT:PRINT"STKL=" ;STKL"      ITKL=" ;ITKL
1600 PRINT:PRINT "DEVAM ETMEK İÇİN SPACE TUSUNA BASINIZ "
1610 I$=INKEY$:IF I$="" THEN 1620 ELSE 1610
1620 CLS
1630 PRINT"TY=" ;TY"C      IB=" ;IB"C      IK=" ;IK"C      IA=" ;IA"C "
1635 PRINT"AMONYAK-SU  ERIYİĞİ KULLANAN ABSORBİSYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ İÇİN"
1640 FOR I=1 TO 10
1650 II=I+4
1660 LOCATE II,1:PRINT I:LOCATE II,6:PRINT"TA("I")=" ;TA(I):LOCATE II,22
:PRINT"PA("I")=" ;PA(I):LOCATE II,45:PRINT"HA("I")=" ;HA(I):LOCATE II,67
:PRINT"XA("I")=" ;XA(I)
1670 NEXT I
1680 PRINT:PRINT
1690 PRINT"QYOGA=" ;QYOGA"      QBUHA=" ;QBUHA"      QABSA=" ;QABSA"      QKAYA=" ;QKAYA
1700 PRINT:PRINT:PRINT"SIKA=" ;SIKA"      ITKA=" ;ITKA
1710 PRINT:PRINT "DEVAM ETMEK İSTİYORMUSUNUZ ( E / H ) "
1720 W$=INKEY$:IF W$="" THEN 1720
1730 IF W$="E" OR W$="e" OR W$="H" OR W$="h" THEN 1740
1740 IF W$="E" OR W$="e" THEN 380
1750 STOP:END
1760 REM #####
1770 REM ##### KRİSTALLEŞME - KONSANTRASYON DİYAGRAMI #####
1780 REM #####
1790 CLS
1800 SCREEN 2:WINDOW (0,150)-(90,0)
1810 LINE (40,0)-(40,150):LINE (35,10)-(90,10)
1820 FOR R=45 TO 85 STEP 5
1830 LINE (R,9)-(R,11)
1840 NEXT R
1850 FOR F=20 TO 140 STEP 10
1860 LINE (39.5,F)-(40.5,F)
1870 NEXT F
1880 FOR X=55 TO 70 STEP .05
1890 AO=-24482.82511:A1=119660.0351:A2=-193206.971:A3=104338.2631
1900 XX=X/100
1910 TCR=AO+A1*XX+A2*XX^2+A3*XX^3
1920 TCRL=TCR-273.15
1930 PSET (X,ICRL)
1940 NEXT X

```

```

1950 GOTO 6710
1960 REM #####
1970 REM ##### STK - KAYNATICI SICAKLIGI DIYAGRAMI #####
1980 REM ##### ( TB = SABIT , TA = SABIT ) #####
1990 REM #####
2000 CLS
2010 SCREEN 2:WINDOW (0,1)-(150,0)
2020 LINE (60,.05)-(60,1):LINE (55.1)-(150,.1)
2030 FOR R=70 TO 140 STEP 10
2040 LINE (R,9.000001E-02)-(R,.11)
2050 NEXT R
2060 FOR F=.2 TO 1 STEP .1
2070 LINE (59.5,F)-(60.5,F)
2080 NEXT F
2090 FOR TK=70 TO 130 STEP 10
2100 IB=10:IY=40:TA=TY
2110 GOSUB 6800
2120 GOSUB 9790
2130 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 2150
2140 PSET (TK,STKL)
2150 PSET (TK,STKA)
2160 NEXT TK
2170 GOTO 6710
2180 REM #####
2190 REM ##### ISTK - KAYNATICI SICAKLIGI DIYAGRAMI #####
2200 REM ##### ( TB = SABIT , TA = SABIT ) #####
2210 REM #####
2220 CLS
2230 SCREEN 2:WINDOW (0,2.6)-(150,0)
2240 LINE (50,.2)-(50,2.6):LINE (45..4)-(150,.4)
2250 FOR R=60 TO 140 STEP 10
2260 LINE (R,.38)-(R,.43)
2270 NEXT R
2280 FOR F=.6 TO 2.6 STEP .2
2290 LINE (49,F)-(51,F)
2300 NEXT F
2310 FOR TK=70 TO 130 STEP 1
2320 IB=10:IY=40:TA=TY
2330 ISTKL=(((TB+273.15)*(TK-TA))/((TK+273.15)*(TY-IB)))
2340 PSET (TK,ISTKL)
2350 NEXT TK
2360 GOTO 6710
2370 REM #####
2380 REM ##### STK - YOGUSTURUCU SICAKLIGI DIYAGRAMI #####
2390 REM ##### ( TB = SABIT , TK = SABIT ) #####
2400 REM #####
2410 CLS
2420 SCREEN 2:WINDOW (0,1)-(50,0)
2430 LINE (15,.25)-(15,1):LINE (14..3)-(50,.3)
2440 FOR R=20 TO 45 STEP 5
2450 LINE (R,.29)-(R,.31)
2460 NEXT R
2470 FOR F=.4 TO 1 STEP .1
2480 LINE (14.9,F)-(15.1,F)
2490 NEXT F
2500 FOR IY=20 TO 40 STEP 5
2510 IB=10:TK=70:TA=TY
2520 GOSUB 6800
2530 GOSUB 9790
2540 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 2560
2550 PSET (IY,STKL)
2560 PSET (IY,STKA)
2570 NEXT IY
2580 GOTO 6710
2590 REM #####
2600 REM ##### ISTK - YOGUSTURUCU SICAKLIGI DIYAGRAMI #####
2610 REM ##### ( TB = SABIT , TK = SABIT ) #####
2620 REM #####
2630 CLS
2640 SCREEN 2:WINDOW (0,7)-(50,0)
2650 LINE (10,0)-(10,7):LINE (7,.5)-(50,.5)
2660 FOR R=15 TO 45 STEP 5
2670 LINE (R,.45)-(R,.55)
2680 NEXT R
2690 FOR F=1 TO 6.5 STEP .5

```



```

2700 LINE (9.7,F)-(10.3,F)
2710 NEXT F
2720 FOR TY=20 TO 40 STEP 1
2730 TB=10:TK=100:TA=TY
2740 ISTKL=((TB+273.15)*(TK-TA))/((TK+273.15)*(TY-TB))
2750 PSET (TY,ISTKL)
2760 NEXT TY
2770 GOTO 6710
2780 REM #####
2790 REM ##### STK - BUHARLASTIRICI SICAKLIGI DIYAGRAMI #####
2800 REM ##### ( TY = SABIT , TK = SABIT ) #####
2810 REM #####
2820 CLS
2830 SCREEN 2:WINDOW (0,1)-(15,0)
2840 LINE (4,.25)-(4,1):LINE (3.5,.3)-(14,.3)
2850 FOR R=5 TO 13 STEP 1
2860 LINE (R,.29)-(R,.31)
2870 NEXT R
2880 FOR F=.4 TO 1 STEP .1
2890 LINE (3.95,F)-(4.05,F)
2900 NEXT F
2910 FOR TB=5 TO 10 STEP 1
2920 TK=70:TY=30:TA=TY
2930 GOSUB 6800
2940 GOSUB 9790
2950 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 2970
2960 PSET (TB,SIKL)
2970 PSET (TB,STKA)
2980 NEXT TB
2990 GOTO 6710
3000 REM #####
3010 REM ##### ISTK - BUHARLASTIRICI SICAKLIGI DIYAGRAMI #####
3020 REM ##### ( TY = SABIT , TK = SABIT ) #####
3030 REM #####
3040 CLS
3050 SCREEN 2:WINDOW (0,2.5)-(14,0)
3060 LINE (4,.6)-(4,7):LINE (3,.8)-(13,.8)
3070 FOR R=5 TO 12 STEP 1
3080 LINE (R,.785)-(R,.82)
3090 NEXT R
3100 FOR F=1 TO 2.5 STEP .2
3110 LINE (3.95,F)-(4.05,F)
3120 NEXT F
3130 FOR TB=5 TO 10 STEP .1
3140 TY=40:TK=100:TA=TY
3150 ISTKL=((TB+273.15)*(TK-TA))/((TK+273.15)*(TY-TB))
3160 PSET (TB,ISTKL)
3170 NEXT TB
3180 GOTO 6710
3190 REM #####
3200 REM ##### STK - ESANJOR ETKENLIGI DIYAGRAMI #####
3210 REM ##### ( TY = SABIT , TK = SABIT , TB=SABIT ) #####
3220 REM #####
3230 CLS
3240 SCREEN 2:WINDOW (0,1)-(.9,0)
3250 LINE (.2,.25)-(.2,1):LINE (.15,.3)-(.87,.3)
3260 FOR R=.25 TO .85 STEP .05
3270 LINE (R,.295)-(R,.305)
3280 NEXT R
3290 FOR F=.35 TO 1 STEP .05
3300 LINE (.198,F)-(.202,F)
3310 NEXT F
3320 FOR EK=.3 TO .8 STEP .05
3330 TB=10:TK=70:TY=30:TA=TY
3340 GOSUB 6800
3350 GOSUB 9790
3360 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 3380
3370 PSET (EK,SIKL)
3380 PSET (EK,STKA)
3390 NEXT EK
3400 GOTO 6710
3410 REM #####
3420 REM ##### KONDENSER ISIL YUKU - KONDENSER SICAKLIGI DIYAGRAMI #####
3430 REM ##### ( TB = SABIT , TK = SABIT ) #####
3440 REM #####
3450 CLS

```

```

3460 SCREEN 2:WINDOW (0,3000)-(50,0)
3470 LINE (10,900)-(10,3000):LINE (8,1000)-(50,1000)
3480 FOR R=15 TO 45 STEP 5
3490 LINE (R,980)-(R,1025)
3500 NEXT R
3510 FOR F=1100 TO 2900 STEP 200
3520 LINE (9.8,F)-(10.2,F)
3530 NEXT F
3540 FOR IY=20 TO 40 STEP 5
3550 IB=10:TK=70:TA=IY
3560 GOSUB 6800
3570 GOSUB 9790
3580 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 3600
3590 PSET (IY,QYOGL)
3600 PSET (IY,QYOGA)
3610 NEXT IY
3620 GOTO 6710
3630 REM iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii
3640 REM iii KONDENSER ISIL YUKU - BUHARLASTIRICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
3650 REM iii ( IB = SABIT , TK = SABIT ) iii
3660 REM iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii
3670 CLS
3680 SCREEN 2:WINDOW (0,3000)-(15,0)
3690 LINE (4,900)-(4,3000):LINE (3.5,1000)-(15,1000)
3700 FOR R=5 TO 14 STEP 1
3710 LINE (R,980)-(R,1025)
3720 NEXT R
3730 FOR F=1100 TO 2900 STEP 200
3740 LINE (3.95,F)-(4.05,F)
3750 NEXT F
3760 FOR IB=5 TO 10 STEP 1
3770 IY=40:TK=70:TA=IY
3780 GOSUB 6800
3790 GOSUB 9790
3800 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 3820
3810 PSET (IB,QYOGL)
3820 PSET (IB,QYOGA)
3830 NEXT IB
3840 GOTO 6710
3850 REM iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii
3860 REM iii KONDENSER ISIL YUKU - KAYNATICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
3870 REM iii ( IB = SABIT , IY = SABIT ) iii
3880 REM iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii
3890 CLS
3900 SCREEN 2:WINDOW (0,3000)-(150,0)
3910 LINE (60,900)-(60,3000):LINE (50,1000)-(150,1000)
3920 FOR R=70 TO 140 STEP 10
3930 LINE (R,980)-(R,1025)
3940 NEXT R
3950 FOR F=1200 TO 2900 STEP 200
3960 LINE (59,F)-(61,F)
3970 NEXT F
3980 FOR IK=70 TO 130 STEP 10
3990 IB=10:IY=40:TA=IY
4000 GOSUB 6800
4010 GOSUB 9790
4020 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 4040
4030 PSET (IK,QYOGL)
4040 PSET (IK,QYOGA)
4050 NEXT IK
4060 GOTO 6710
4070 REM iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii
4080 REM iii BUHARLASTIRICI ISIL YUKU - KONDENSER SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
4090 REM iii ( IB = SABIT , TK = SABIT ) iii
4100 REM iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii
4110 CLS
4120 SCREEN 2:WINDOW (0,3000)-(50,0)
4130 LINE (10,700)-(10,3000):LINE (8,800)-(50,800)
4140 FOR R=15 TO 45 STEP 5
4150 LINE (R,780)-(R,825)
4160 NEXT R
4170 FOR F=1000 TO 2800 STEP 200
4180 LINE (9.8,F)-(10.2,F)
4190 NEXT F
4200 FOR IY=20 TO 40 STEP 5
4210 IB=10:TK=70:TA=IY

```

```

4220 GOSUB 6800
4230 GOSUB 9790
4240 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 4260
4250 PSET (TY,QBUHL)
4260 PSET (TY,QBUHA)
4270 NEXT TY
4280 GOTO 6710
4290 REM #####
4300 REM iii BUHARLASTIRICI ISIL YUKU - BUHARLASTIRICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
4310 REM iii ( IB = SABIT , TK = SABIT ) iii
4320 REM #####
4330 CLS
4340 SCREEN 2:WINDOW (0,2600)-(15,0)
4350 LINE (4,650)-(4,4000):LINE (3.5,800)-(15,800)
4360 FOR R=5 TO 14 STEP 1
4370 LINE (R,790)-(R,815)
4380 NEXT R
4390 FOR F=1000 TO 2600 STEP 200
4400 LINE (3.9,F)-(4.1,F)
4410 NEXT F
4420 FOR IB=5 TO 10 STEP 1
4430 TY=40:TK=70:TA=TY
4440 GOSUB 6800
4450 GOSUB 9790
4460 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 4480
4470 PSET (IB,QBUHL)
4480 PSET (IB,QBUHA)
4490 NEXT IB
4500 GOTO 6710
4510 REM #####
4520 REM iii BUHARLASTIRICI ISIL YUKU - KAYNATICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
4530 REM iii ( IB = SABIT , TY = SABIT ) iii
4540 REM #####
4550 CLS
4560 SCREEN 2:WINDOW (0,2600)-(150,0)
4570 LINE (60,650)-(60,2600):LINE (50,800)-(150,800)
4580 FOR R=70 TO 140 STEP 10
4590 LINE (R,790)-(R,815)
4600 NEXT R
4610 FOR F=1000 TO 2400 STEP 200
4620 LINE (59.5,F)-(60.5,F)
4630 NEXT F
4640 FOR TK=70 TO 130 STEP 10
4650 IB=10:TY=40:TA=TY
4660 GOSUB 6800
4670 GOSUB 9790
4680 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 4700
4690 PSET (TK,QBUHL)
4700 PSET (TK,QBUHA)
4710 NEXT TK
4720 GOTO 6710
4730 REM #####
4740 REM iii ABSORBER ISIL YUKU - KONDENSER SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
4750 REM iii ( IB = SABIT , TK = SABIT ) iii
4760 REM #####
4770 CLS
4780 SCREEN 2:WINDOW (0,3000)-(50,0)
4790 LINE (10,900)-(10,3000):LINE (8,1000)-(50,1000)
4800 FOR R=15 TO 45 STEP 5
4810 LINE (R,980)-(R,1025)
4820 NEXT R
4830 FOR F=1200 TO 2800 STEP 200
4840 LINE (9.899999,F)-(10.1,F)
4850 NEXT F
4860 FOR TY=20 TO 40 STEP 5
4870 IB=10:TK=70:TA=TY
4880 GOSUB 6800
4890 GOSUB 9790
4900 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 4920
4910 PSET (TY,QABSL)
4920 PSET (TY,QABSA)
4930 NEXT TY
4940 GOTO 6710

```

```

4950 REM #####
4960 REM iii ABSORBER ISIL YUKU - BUHARLASTIRICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
4970 REM iii ( TB = SABIT , TK = SABIT ) iii
4980 REM #####
4990 CLS
5000 SCREEN 2:WINDOW (0,3200)-(14,0)
5010 LINE (4,900)-(4,3200):LINE (3.5,1000)-(13,1000)
5020 FOR R=5 TO 12 STEP 1
5030 LINE (R,980)-(R,1025)
5040 NEXT R
5050 FOR F=1200 TO 3000 STEP 200
5060 LINE (3.95,F)-(4.05,F)
5070 NEXT F
5080 FOR TB=5 TO 10 STEP 1
5090 TY=40:TK=90:IA=TY
5100 GOSUB 6800
5110 GOSUB 9790
5120 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 5140
5130 PSET (TB,QABSL)
5140 PSET (TB,QABSA)
5150 NEXT TB
5160 GOTO 6710
5170 REM #####
5180 REM iii ABSORBER ISIL YUKU - KAYNATICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
5190 REM iii ( TB = SABIT , TK = SABIT ) iii
5200 REM #####
5210 CLS
5220 SCREEN 2:WINDOW (0,3200)-(150,0)
5230 LINE (60,900)-(60,3200):LINE (55,1000)-(150,1000)
5240 FOR R=70 TO 140 STEP 10
5250 LINE (R,980)-(R,1025)
5260 NEXT R
5270 FOR F=1200 TO 3000 STEP 200
5280 LINE (59.5,F)-(60.5,F)
5290 NEXT F
5300 FOR TK=80 TO 130 STEP 10
5310 TB=10:TY=40:IA=TY
5320 GOSUB 6800
5330 GOSUB 9790
5340 IF IL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 5360
5350 PSET (TK,QABSL)
5360 PSET (TK,QABSA)
5370 NEXT TK
5380 GOTO 6710
5390 REM #####
5400 REM iii KAYNATICI ISIL YUKU - KONDENSER SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
5410 REM iii ( TB = SABIT , TK = SABIT ) iii
5420 REM #####
5430 CLS
5440 SCREEN 2:WINDOW (0,4000)-(50,0)
5450 LINE (10,650)-(10,4000):LINE (8,800)-(50,800)
5460 FOR R=15 TO 45 STEP 5
5470 LINE (R,790)-(R,815)
5480 NEXT R
5490 FOR F=1000 TO 3800 STEP 200
5500 LINE (9.92,F)-(10.08,F)
5510 NEXT F
5520 FOR TY=20 TO 40 STEP 5
5530 TB=10:TK=70:IA=TY
5540 GOSUB 6800
5550 GOSUB 9790
5560 IF IL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 5580
5570 PSET (TY,QKAYL)
5580 PSET (TY,QKAYA)
5590 NEXT TY
5600 GOTO 6710
5610 REM #####
5620 REM iii KAYNATICI ISIL YUKU - BUHARLASTIRICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
5630 REM iii ( TB = SABIT , TK = SABIT ) iii
5640 REM #####
5650 CLS
5660 SCREEN 2:WINDOW (0,4000)-(14,0)
5670 LINE (4,900)-(4,4000):LINE (3.5,1000)-(13,1000)
5680 FOR R=5 TO 12 STEP 1
5690 LINE (R,980)-(R,1025)
5700 NEXT R

```

```

5710 FOR F=1200 TO 3800 STEP 200
5720 LINE (3.95,F)-(4.05,F)
5730 NEXT F
5740 FOR IB=5 TO 10 STEP 1
5750 IY=40:IK=90:IA=IY
5760 GOSUB 6800
5770 GOSUB 9790
5780 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 5800
5790 PSET (IB,QKAYL)
5800 PSET (IB,QKAYA)
5810 NEXT IB
5820 GOTO 6710
5830 REM #####
5840 REM iii KAYNATICI ISIL YUKU - KAYNATICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
5850 REM iii ( IB = SABIT , IK = SABIT ) iii
5860 REM #####
5870 CLS
5880 SCREEN 2:WINDOW (0,4000)-(150,0)
5890 LINE (60,900)-(60,4000):LINE (55,1000)-(150,1000)
5900 FOR R=70 TO 140 STEP 10
5910 LINE (R,980)-(R,1025)
5920 NEXT R
5930 FOR F=1200 TO 3800 STEP 200
5940 LINE (59.7,F)-(60.3,F)
5950 NEXT F
5960 FOR IK=70 TO 120 STEP 10
5970 IB=10:IY=35:IA=IY
5980 GOSUB 6800
5990 GOSUB 9790
6000 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 6020
6010 PSET (IK,QKAYL)
6020 PSET (IK,QKAYA)
6030 NEXT IK
6040 GOTO 6710
6050 REM #####
6060 REM iii DOLASIM ORANI - KONDENSER SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
6070 REM iii ( IB = SABIT , IK = SABIT ) iii
6080 REM #####
6090 CLS
6100 SCREEN 2:WINDOW (0,15)-(50,0)
6110 LINE (10,0)-(10,15):LINE (8,.5)-(50,.5)
6120 FOR R=15 TO 45 STEP 5
6130 LINE (R,.45)-(R,.55)
6140 NEXT R
6150 FOR F=1 TO 15 STEP 1
6160 LINE (9.850001,F)-(10.15,F)
6170 NEXT F
6180 FOR IY=20 TO 40 STEP 5
6190 IB=10:IK=70:IA=IY
6200 GOSUB 6800
6210 GOSUB 9790
6220 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 6240
6230 PSET (IY,WFL)
6240 PSET (IY,WZA)
6250 NEXT IY
6260 GOTO 6710
6270 REM #####
6280 REM iii DOLASIM ORANI - BUHARLASTIRICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
6290 REM iii ( IB = SABIT , IK = SABIT ) iii
6300 REM #####
6310 CLS
6320 SCREEN 2:WINDOW (0,15)-(17,0)
6330 LINE (4,.5)-(4,17):LINE (3.5,1)-(13,1)
6340 FOR R=5 TO 12 STEP 1
6350 LINE (R,.9000001)-(R,1.1)
6360 NEXT R
6370 FOR F=2 TO 17 STEP 1
6380 LINE (3.95,F)-(4.05,F)
6390 NEXT F
6400 FOR IB=5 TO 10 STEP 1
6410 IY=40:IK=90:IA=IY
6420 GOSUB 6800
6430 GOSUB 9790
6440 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 6460
6450 PSET (IB,WFL)
6460 PSET (IB,WZA)

```



```

6470 NEXT TB
6480 GOTO 6710
6490 REM #####
6500 REM iii DOLASIM ORANI - KAYNATICI SICAKLIGI DIYAGRAMI iii
6510 REM iii ( TB = SABIT TK = SABIT ) iii
6520 REM #####
6530 CLS
6540 SCREEN 2:WINDOW (0,24)-(150,0)
6550 LINE (60,0)-(60,24):LINE (55,1)-(150,1)
6560 FOR R=70 TO 140 STEP 10
6570 LINE (R,.9000001)-(R,1.1)
6580 NEXT R
6590 FOR F=3 TO 23 STEP 2
6600 LINE (59.5,F)-(60.5,F)
6610 NEXT F
6620 FOR TK=70 TO 130 STEP 10
6630 TB=10:TY=40:TA=TY
6640 GOSUB 6800
6650 GOSUB 9790
6660 IF TL(9)<=TCRL OR TL(5)<=TCRL THEN 6680
6670 PSET (TK,WFL)
6680 PSET (TK,WZA)
6690 NEXT TK
6700 GOTO 6710
6710 PRINT:PRINT" DEVAM ETMEK ISTIYORMUSUNUZ ( E / H ) "
6720 W$=INKEY$:IF W$="" THEN 6720
6730 IF W$="E" OR W$="e" OR W$="H" OR W$="h" THEN 6740
6740 IF W$="E" OR W$="e" THEN 570
6750 GOTO 7930
6760 REM #####
6770 REM iii NOKTALARIN OZELIKLERININ BULUNMASI iii
6780 REM #####
6790 TK=100:TY=40:TB=10:TA=TY
6800 T=TY:GOSUB 8930
6810 PUSTL=PS:PUSTA=PA
6820 T=TB:GOSUB 8930
6830 PALTL=PS:PALTA=PA
6840 REM #####
6850 REM iii 1.NOKTA OZELIKLERI (YOGUSTURUCU GIRISI) iii
6860 REM #####
6870 TA(1)=TK:TL(1)=TK:T=TL(1):THKA=TA(1)
6880 PA(1)=PUSTA:PL(1)=PUSTL:P=PL(1):PHKA=PA(1)
6890 XA(1)=1:XL(1)=1
6900 GOSUB 8390
6910 HL(1)=HKL:HA(1)=HKA
6920 REM #####
6930 REM iii 2.NOKTA OZELIKLERI (YOGUSTURUCU CIKISI)(KV GIRISI) iii
6940 REM #####
6950 TL(2)=TY:PL(2)=PUSIL
6960 TA(2)=TY:PA(2)=PUSTA
6970 XL(2)=1:XA(2)=1
6980 T=TL(2)
6990 GOSUB 9150
7000 HL(2)=HSL:HA(2)=HSA
7010 REM #####
7020 REM iii 3.NOKTA OZELIKLERI (BUHARLASTIRICI GIRISI)(KV CIKISI) iii
7030 REM #####
7040 PL(3)=PALTL:PA(3)=PALTA
7050 HL(3)=HL(2):HA(3)=HA(2)
7060 TL(3)=TB:TA(3)=TB
7070 XL(3)=1:XA(3)=1
7080 REM #####
7090 REM iii 4.NOKTA OZELIKLERI (BUHARLASTIRICI CIKISI) iii
7100 REM #####
7110 TL(4)=TB:TA(4)=TB
7120 PL(4)=PALTL:PA(4)=PALTA
7130 XL(4)=1:XA(4)=1
7140 T=TL(4):P=PL(4)
7150 GOSUB 9550
7160 HL(4)=HBL:HA(4)=HBA
7170 REM #####
7180 REM iii 5.NOKTA OZELIKLERI (ABSORBER CIKISI)(POMPA GIRISI) iii
7190 REM #####
7200 TL(5)=TA:TA(5)=TA:T=TL(5):TXA=TA(5):THA=TA(5)
7210 PL(5)=PALTL:PA(5)=PALTA:TAK=TB:PXA=PA(5)

```

```

7220 GOSUB 7970
7230 XL(5)=XL:XA(5)=XA:X=XL(5):XHA=XA(5)
7240 GOSUB 9300
7250 HL(5)=HL:HA(5)=HA
7260 REM #####
7270 REM iiii 6.NOKTA OZELIKLERI (POMPA CIKISI)(ESANJOR GIRISI) iiii
7280 REM #####
7290 PL(6)=PUSIL:PA(6)=PUSTA
7300 XL(6)=XL(5):XA(6)=XA(5)
7310 IL(6)=IL(5):TA(6)=TA(5)
7320 HL(6)=HL(5):HA(6)=HA(5)
7330 REM #####
7340 REM iiii 8.NOKTA OZELIKLERI (KAYNATICI CIKISI)(ESANJOR GIRISI) iiii
7350 REM #####
7360 IL(8)=IK:TA(8)=TK:T=IL(8):IXA=TA(8):THA=TA(8)
7370 PL(8)=PUSIL:PA(8)=PUSTA:TAK=TY:P=PL(8):PXA=PA(8)
7380 GOSUB 7970
7390 XL(8)=XL:XA(8)=XA:X=XL(8):XHA=XA(8)
7400 GOSUB 9300
7410 HL(8)=HL:HA(8)=HA
7420 REM #####
7430 REM iiii 9.NOKTA OZELIKLERI (EJANJOR CIKISI)(KV GIRISI) iiii
7440 REM #####
7450 XL(9)=XL(8):XA(9)=XA(8)
7460 X=XL(9):XAC1=XA(9):TAK=TB
7470 PL(9)=PUSIL:PA(9)=PUSTA:PAC1=PALTA
7480 IF H$="1" THEN GOTO 7500
7490 EK=.6
7500 HL(9)=HL(8)-EK*(HL(8)-HL(6))
7510 HA(9)=HA(8)-EK*(HA(8)-HA(6))
7520 H=HL(9)
7530 IF XL(9)>=69 THEN GOSUB 9740
7540 IF XL(9)<69 THEN GOSUB 8650
7550 IL(9)=ICL:IA(9)=ICA
7560 ICRL(5)=ICRL
7570 REM #####
7580 REM iiii 7.NOKTA OZELIKLERI (KAYNATICI GIRISI)(ESANJOR CIKISI) iiii
7590 REM #####
7600 XL(7)=XL(6):XA(7)=XA(6):X=XL(7)
7610 WZL=XL(7)/(XL(8)-XL(7)):WFL=XL(8)/(XL(8)-XL(7))
7620 WFA=((100-XA(7))/(XA(7)-XA(8))):WZA=((100-XA(8))/(XA(7)-XA(8)))
7630 XL(7)=XL(6):XA(7)=XA(6):X=XL(7)
7640 HL(7)=HL(6)+(XL(7)/XL(8))*(HL(8)-HL(9)):H=HL(7)
7650 HA(7)=(HA(6)+((WFA/WZA)*(HA(8)-HA(9))))
7660 PL(7)=PUSIL:PA(7)=PUSTA:PAC1=PA(7):XAC1=XA(6)
7670 IF XL(7)>=70 THEN GOSUB 9740
7680 IF XL(7)<70 THEN GOSUB 8650
7690 IL(7)=ICL:IA(7)=ICA
7700 REM #####
7710 REM iiii 10.NOKTA OZELIKLERI (KV CIKISI)(ABSORBER GIRISI) iiii
7720 REM #####
7730 HL(10)=HL(9):HA(10)=HA(9)
7740 XL(10)=XL(9):XA(10)=XA(9)
7750 PL(10)=PALIL:FA(10)=FALTA
7760 IL(10)=IL(9):TA(10)=TA(9)
7770 REM #####
7780 REM ##### HESAPLARIN YAPILMASI #####
7790 REM #####
7800 QYOGL=HL(1)-HL(2)
7810 QBUHL=HL(4)-HL(3)
7820 QABSL=ABS(HL(5)*WFL-HL(10)*WZL-HL(4))
7830 QKAYL=HL(1)-HL(7)*WFL+HL(8)*WZL
7840 STKL=QBUHL/QKAYL
7850 ITKL=(QYOGL+QABSL)/QKAYL
7860 QYOGA=HA(1)-HA(2)
7870 QBUHA=HA(4)-HA(3)
7880 QABSA=ABS(HA(5)*WZA-HA(10)*WFA-HA(4))
7890 QKAYA=HA(1)-HA(7)*WZA+HA(8)*WFA
7900 STKA=QBUHA/QKAYA
7910 ITKA=(QYOGA+QABSA)/QKAYA
7920 RETURN
7930 STOP:END

```

```

7940 REM #####
7950 REM      ALT PROGRAMLAR      #####
7960 REM #####
7970 REM #####
7980 REM      COZELTI KONSANTRASYONU #####
7990 REM #####
8000 REM *****
8010 REM      *** LITYUM BROMUR-SU CIFTI ICIN *****
8020 REM *****
8030 A0=-2.00755:A1=.16976:A2=-3.13336E-03:A3=1.97668E-05
8040 B0=124.937:B1=-7.7165:B2=.152286:B3=-7.9509E-04
8050 TU=TAK
8060 FOR XL=35 TO 100
8070 IX=(A0+A1*XL+A2*XL^2+A3*XL^3)*TU+(B0+B1*XL+B2*XL^2+B3*XL^3)
8080 IF (IX-T)>0 THEN 8100
8090 NEXT XL
8100 FOR XL1=XL TO (XL-1) STEP -.1
8110 IX=(A0+A1*XL1+A2*XL1^2+A3*XL1^3)*TU+(B0+B1*XL1+B2*XL1^2+B3*XL1^3)
8120 IF ABS(IX-T)<.4 THEN 8140
8130 NEXT XL1
8140 XL=CINT(XL1)
8150 REM *****
8160 REM      *** AMONYAK-SU CIFTI ICIN *****
8170 REM *****
8180 TXA=TXA+273.15
8190 FOR XAA=25 TO 100
8200 XA=XAA/100
8210 M=10.44-1.767*XA+.9823*XA^2+.3627*XA^3
8220 N=2013.8-2155*XA+1540.9*XA^2-194.7*XA^3
8230 PLOG=M-(N/TXA)
8240 P1=10^(PLOG)
8250 P1=P1/1000
8260 IF (P1-PXA)>0 THEN 8280
8270 NEXT XAA
8280 FOR XA1=XAA TO (XAA-1) STEP -.1
8290 XA=XA1/100
8300 M=10.44-1.767*XA+.9823*XA^2+.3627*XA^3
8310 N=2013.8-2155*XA+1540.9*XA^2-194.7*XA^3
8320 PLOG=M-(N/TXA)
8330 P1=10^(PLOG)
8340 P1=P1/1000
8350 IF ABS(P1-PXA)<2 THEN 8370
8360 NEXT XA1
8370 XA=CINT(XA1)
8380 RETURN
8390 REM #####
8400 REM      iii KIZGIN BUHARIN ANTALPISI iii
8410 REM #####
8420 REM *****
8430 REM      *** KIZGIN SU BUHARININ ANTALPISI *****
8440 REM *****
8450 THK=(T*1.8)+32
8460 HKL=2.326*((.00274*THK-.989805)*P+(.44942*THK+1060.8))
8470 REM *****
8480 REM      *** KIZGIN AMONYAK BUHARININ ANTALPISI *****
8490 REM *****
8500 THKA=(TT*1.8)+32
8510 A=.00015:B=.04061:C=.5066901:D=620.97863f
8520 HKA=2.326*((A*THKA+B)*PHKA+(C*THKA+D))
8530 RETURN
8540 REM #####
8550 REM      iii KRISTALIZASYON SICAKLIGI iii
8560 REM #####
8570 REM *****
8580 REM      *** LITYUM BROMUR-SU CIFTI ICIN *****
8590 REM *****
8600 A0=-24482.8251f:A1=119660.035f:A2=-193206.97f:A3=104338.263f
8610 XX=X/100
8620 TCR=A0+A1*XX+A2*XX^2+A3*XX^3
8630 TCRL=TCR-273.15
8640 RETURN

```


TY= 40 C TB= 10 C TK= 100 C TA= 40 C
LİTYUM BROMÜR-SU ERIYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ İÇİN

tcrl(5)= -28.78867

tcrl(9)= 55.52774

ESANJOR ÇIKIŞINDA KRİSTALİZASYON TEHLİKESİ VAR !

1
TL(1)= 100
PL(1)= 7.383865
HL(1)= 2682.012
XL(1)= 1

2
TL(2)= 40
PL(2)= 7.383865
HL(2)= 167.5976
XL(2)= 1

3
TL(3)= 10
PL(3)= 1.227411
HL(3)= 167.5976
XL(3)= 1

4
TL(4)= 10
PL(4)= 1.227411
HL(4)= 2517.254
XL(4)= 1

5
TL(5)= 40
PL(5)= 1.227411
HL(5)= 93.70092
XL(5)= 55

6
TL(6)= 40
PL(6)= 7.383865
HL(6)= 93.70092
XL(6)= 55

7
TL(7)= 80
PL(7)= 7.383865
HL(7)= 176.0777
XL(7)= 55

8
TL(8)= 100
PL(8)= 7.383865
HL(8)= 258.4544
XL(8)= 66

9
TL(9)= 44
PL(9)= 7.383865
HL(9)= 159.6023
XL(9)= 66

10
TL(10)= 44
PL(10)= 1.227411
HL(10)= 159.6023
XL(10)= 66

QYOG= 2514.414 QBUHL= 2349.656 QABSL= 2753.059 QKAYL= 2917.818

STKL= .8052785 ITRK= 1.805278

DEVAM ETMEK İÇİN SPACE TUSUNA BASINIZ

TY= 40 C TB= 10 C TK= 100 C TA= 40 C
AMONYAK-SU ERİYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ İÇİN

1
TA(1)= 100
PA(1)= 1553.815
HA(1)= 1646.23
XA(1)= 1
2
TA(2)= 40
PA(2)= 1553.815
HA(2)= 367.1
XA(2)= 1
3
TA(3)= 10
PA(3)= 614.9466
HA(3)= 367.1
XA(3)= 1
4
TA(4)= 10
PA(4)= 614.9466
HA(4)= 1453.3
XA(4)= 1
5
TA(5)= 40
PA(5)= 614.9466
HA(5)= 117
XA(5)= 55
6
TA(6)= 40
PA(6)= 1553.815
HA(6)= 117
XA(6)= 55
7
TA(7)= 74
PA(7)= 1553.815
HA(7)= 231.3
XA(7)= 55
8
TA(8)= 100
PA(8)= 1553.815
HA(8)= 371
XA(8)= 40
9
TA(9)= 63
PA(9)= 1553.815
HA(9)= 218.6
XA(9)= 40
10
TA(10)= 63
PA(10)= 614.9466
HA(10)= 218.6
XA(10)= 40

QYOGA= 1279.13 QBUHA= 1086.2 QABSA= 1641.1 QKAYA= 1834.03

STKA= .5922478 ITKA= 1.592248

DEVAM ETMEK İSTİYORMUSUNUZ (E / H)

IY= 40 C TB= 10 C TK= 100 C TA= 40 C
LİTYUM BROMÜR-SU ERİİYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ İÇİN

tcr1(5)= -28.78867
tcr1(9)= 55.52774

ESANJOR ÇIKISINDA KRİSTALİZASYON TEHLİKESİ VAR !

1	TL(1)= 100	PL(1)= 7.383865	HL(1)= 2682.012	XL(1)= 1
2	TL(2)= 40	PL(2)= 7.383865	HL(2)= 167.5976	XL(2)= 1
3	TL(3)= 10	PL(3)= 1.227411	HL(3)= 167.5976	XL(3)= 1
4	TL(4)= 10	PL(4)= 1.227411	HL(4)= 2517.254	XL(4)= 1
5	TL(5)= 40	PL(5)= 1.227411	HL(5)= 93.70092	XL(5)= 55
6	TL(6)= 40	PL(6)= 7.383865	HL(6)= 93.70092	XL(6)= 55
7	TL(7)= 80	PL(7)= 7.383865	HL(7)= 176.0777	XL(7)= 55
8	TL(8)= 100	PL(8)= 7.383865	HL(8)= 258.4544	XL(8)= 66
9	TL(9)= 44	PL(9)= 7.383865	HL(9)= 159.6023	XL(9)= 66
10	TL(10)= 44	PL(10)= 1.227411	HL(10)= 159.6023	XL(10)= 66

QYQGL= 2514.414 QBUHL= 2349.656 QABSL= 2753.059 QKAYL= 2917.818

STKL= .8052785 ITKL= 1.805278

DEVAM ETMEK İÇİN SPACE TUSUNA BASINIZ

IY= 40 C TB= 10 C TK= 100 C TA= 40 C
AMONYAK-SU ERİİYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ İÇİN

1	TA(1)= 100	PA(1)= 1553.815	HA(1)= 1646.23	XA(1)= 1
2	TA(2)= 40	PA(2)= 1553.815	HA(2)= 367.1	XA(2)= 1
3	TA(3)= 10	PA(3)= 614.9466	HA(3)= 367.1	XA(3)= 1
4	TA(4)= 10	PA(4)= 614.9466	HA(4)= 1453.3	XA(4)= 1
5	TA(5)= 40	PA(5)= 614.9466	HA(5)= 117	XA(5)= 55
6	TA(6)= 40	PA(6)= 1553.815	HA(6)= 117	XA(6)= 55
7	TA(7)= 74	PA(7)= 1553.815	HA(7)= 231.3	XA(7)= 55
8	TA(8)= 100	PA(8)= 1553.815	HA(8)= 371	XA(8)= 40
9	TA(9)= 63	PA(9)= 1553.815	HA(9)= 218.6	XA(9)= 40
10	TA(10)= 63	PA(10)= 614.9466	HA(10)= 218.6	XA(10)= 40

QYOGA= 1279.13 QBUHA= 1086.2 QABSA= 1641.1 QKAYA= 1834.03

STKA= .5922478 ITKA= 1.592248

DEVAM ETMEK İSTİYORMUSUNUZ (E / H)

LUFEN SECIMINIZI GIRINIZ (1. SAYFA)

- 1- KRISTALLESME SICAKLIGININ KONSANTRASYONA BAGLI DIYAGRAMI
- 2- SOGUTMA TESIR KATSAYISININ KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 3- IDEAL SOGUTMA TESIR KATSAYISININ KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 4- SOGUTMA TESIR KATSAYISININ KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 5- IDEAL SOGUTMA TESIR KATSAYISININ KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 6- SOGUTMA TESIR KATSAYISININ BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 7- IDEAL SOGUTMA TESIR KATSAYISININ BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 8- PROGRAMDAN CIKIS
- 9- IKINCI SAYFAYA GECIS

SECIMINIZ (1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9) :

LUFEN SECIMINIZI GIRINIZ (2. SAYFA)

- 1- SOGUTMA TESIR KATSAYISININ ESANJOR ETKENLIGINE BAGLI DIYAGRAMI
- 2- KONDENSER ISIL YUKUNUN KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 3- KONDENSER ISIL YUKUNUN BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 4- KONDENSER ISIL YUKUNUN KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 5- BUHARLASTIRICI ISIL YUKUNUN KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 6- BUHARLASTIRICI ISIL YUKUNUN BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 7- BUHARLASTIRICI ISIL YUKUNUN KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 8- BIRINCI SAYFAYA GERI DONUS
- 9- UCUNCU SAYFAYA GECIS

SECIMINIZ (1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9) :

LUFEN SECIMINIZI GIRINIZ (3. SAYFA)

- 1- KAYNATICI ISIL YUKUNUN KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 2- KAYNATICI ISIL YUKUNUN BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 3- KAYNATICI ISIL YUKUNUN KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 4- ABSORBER ISIL YUKUNUN KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 5- ABSORBER ISIL YUKUNUN BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 6- ABSORBER ISIL YUKUNUN KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 7- DOLASIM ORANININ KONDENSER SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 8- DOLASIM ORANININ BUHARLASTIRICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI
- 9- DOLASIM ORANININ KAYNATICI SICAKLIGINA BAGLI DIYAGRAMI

SECIMINIZ (1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9) :

T_y= 40 C TB= 10 C TK= 90 C TA= 40 C
LİTYUM BROMÜR-SU ERİYYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ İÇİN
tcrl(5)= -28.78867
tcrl(9)= 31.21719

1	TL(1)= 90	PL(1)= 7.383865	HL(1)= 2662.349	XL(1)= 1
2	TL(2)= 40	PL(2)= 7.383865	HL(2)= 167.5976	XL(2)= 1
3	TL(3)= 10	PL(3)= 1.227411	HL(3)= 167.5976	XL(3)= 1
4	TL(4)= 10	PL(4)= 1.227411	HL(4)= 2517.254	XL(4)= 1
5	TL(5)= 40	PL(5)= 1.227411	HL(5)= 93.70092	XL(5)= 55
6	TL(6)= 40	PL(6)= 7.383865	HL(6)= 93.70092	XL(6)= 55
7	TL(7)= 73	PL(7)= 7.383865	HL(7)= 161.3389	XL(7)= 55
8	TL(8)= 90	PL(8)= 7.383865	HL(8)= 220.7783	XL(8)= 62
9	TL(9)= 49	PL(9)= 7.383865	HL(9)= 144.5319	XL(9)= 62
10	TL(10)= 49	PL(10)= 1.227411	HL(10)= 144.5319	XL(10)= 62

QYOGL= 2494.751 QBUHL= 2349.656 QABSL= 2822.939 QKAYL= 2968.034

STKL= .791654 ITKL= 1.791654

DEVAM ETMEK İCİN SPACE TUSUNA BASINIZ

T_y= 40 C TB= 10 C TK= 90 C TA= 40 C
AMONYAK-SU ERİYYİĞİ KULLANAN ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ İÇİN

1	TA(1)= 90	PA(1)= 1553.815	HA(1)= 1646.23	XA(1)= 1
2	TA(2)= 40	PA(2)= 1553.815	HA(2)= 367.1	XA(2)= 1
3	TA(3)= 10	PA(3)= 614.9466	HA(3)= 367.1	XA(3)= 1
4	TA(4)= 10	PA(4)= 614.9466	HA(4)= 1453.3	XA(4)= 1
5	TA(5)= 40	PA(5)= 614.9466	HA(5)= 117	XA(5)= 55
6	TA(6)= 40	PA(6)= 1553.815	HA(6)= 117	XA(6)= 55
7	TA(7)= 74	PA(7)= 1553.815	HA(7)= 226.4727	XA(7)= 55
8	TA(8)= 90	PA(8)= 1553.815	HA(8)= 340	XA(8)= 45
9	TA(9)= 54	PA(9)= 1553.815	HA(9)= 206.2	XA(9)= 45
10	TA(10)= 54	PA(10)= 614.9466	HA(10)= 206.2	XA(10)= 45

QYOGA= 1279.13 QBUHA= 1086.2 QABSA= 1737.7 QKAYA= 1930.63

STKA= .5626143 ITKA= 1.562614

DEVAM ETMEK İSTİYORMUSUNUZ (E / H)

Bugünkü duruma gelebilmede en büyük katkısı olan, gerek üniversite hayatımda ve gerekse üniversite sonrasında öğretim görevlisi olarak kalmamda bana yol gösteren, Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü'nde İnşaat Yüksek Teknikeri olarak görevde iken, tez çalışmam esnasında vefat eden değerli babam MUSTAFA HORUZ' a tanrıdan rahmet dilerim.31.08.1990.

İLHAMİ HORUZ



T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi