

# BUHAR JETİ SU SOĞUTMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ VE GAZLI SOĞUTMA YAPAN SİSTEMLERLE ENERJİ TÜKETİMİ YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Erkin Yekda GEDİK

## ÖZET

Bu çalışmada; İSDEMİR A.Ş.'de proses gereği üretilen artık ısıdan (buhar) faydalanılmak amacıyla kurulan toplam 12.000.000 Kcal/h kapasiteli buhar jeti su soğutma sisteminin, ekipmanları, çalışma rejimleri, işletme-bakım şartları, enerji tüketimleri incelenerek aynı şartlarda çalışacak gazlı soğutma yapan sistemlerle kıyaslaması yapılacaktır.

**Anahtar Sözcükler :** Buhar, soğutma, enjektör, buhar jeti, su soğutma

## ABSTRACT

Today technologies cooling sector development to improve very fast. Together with cooling machines developing intense working to do for to decrease CO<sub>2</sub> issue and effect to derivative of cloro-floro-carbon issue to environment make intens working. İSDEMİR, in accordance with proses to produce benefit of finally heat for to set up that have 12.000.000 Kcal/h total cooling capacity, steam jet water cooling systems; equipment, working conditions, maintenance and energie saving will inspect and compare with new cooling sysytems.

**Keywords :** Steam, cooling injector, steam jet, water cooling

## 1.GİRİŞ

Sıkıştırılmalı soğutma makinelerinin çalışması sıkıştırılan buharın karakteristiğine bağlıdır, belirli miktardaki soğutucu sıvı buharlaştırılır ve sıvının buharlaşma gizli ısısından istifade edilir.

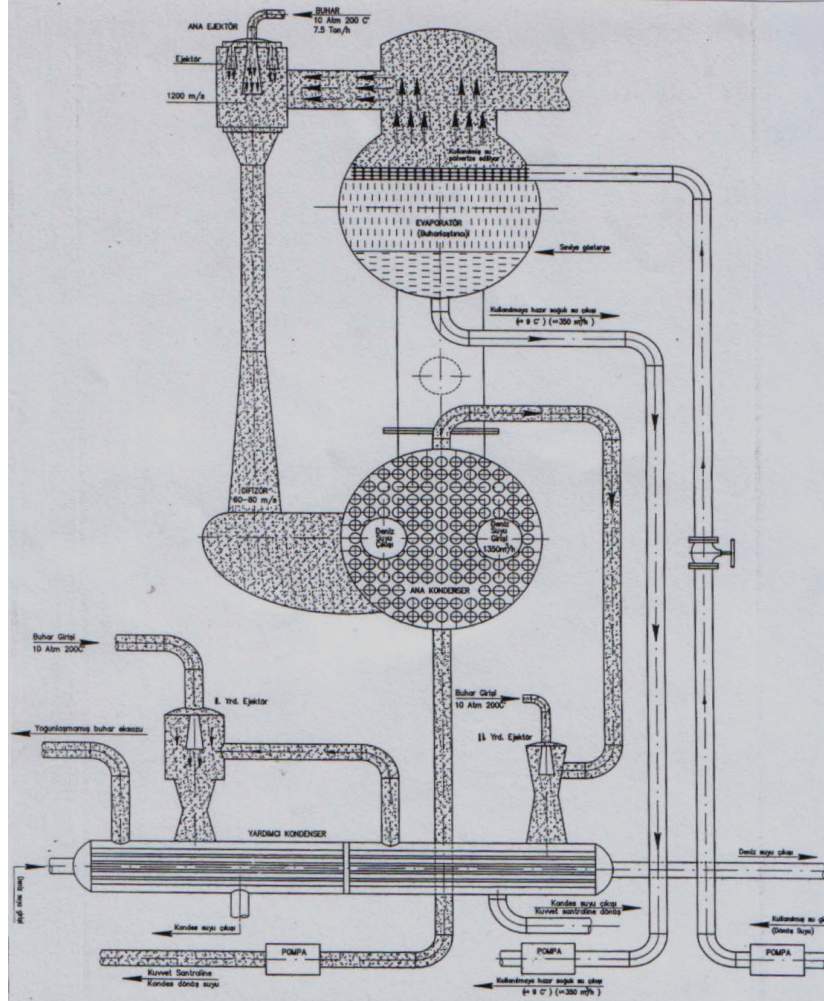
Buradan yola çıktığımızda buharlaşma gizli ısısı yaklaşık 600 Kcal/kg olan su buharı da çok iyi bir soğutucu sıvı olmalıdır. Bununla beraber en büyük dezavantajı su buharı özgül hacminin çok büyük olmasıdır. NH<sub>3</sub>'ün T sıcaklığındaki özgül hacmi 0,29 m<sup>3</sup>/kg iken, T sıcaklığındaki su buharının özgül hacmi 200 m<sup>3</sup>/kg'dır. Bunun doğurduğu sonuç; NH<sub>3</sub>'ün buharlaşan gizli ısısı yaklaşık olarak suyunkinin yarısı olduğuna göre aynı soğutma için su kullanıldığı zaman 350 kez daha büyük bir hacim dolaştırmak gerekir. Bu nedenle bu tür bir soğutma sisteminde büyük hacimler dolaştırabilen bir buhar enjektörü kullanılır. [1]

## 2.BUHAR JETİ İLE SU SOĞUTMANIN GENEL PRENSİBİ

Yüksek basınçta enjektöre gelen buhar (Şekil 1.) enjektörden yüksek bir hızla geçer bu esnada evaporatör içinde vakum meydana getirirken düşük basınç altında kalan su gizli ısısını vererek soğur.

Ana kollektörden enjektöre gönderilen 10 atm. buhar evaporatördeki soğuk buhar ve havayı alır. Enjektörden geçen buharın hızı bu esnada 1000-1200 m/sn'ye kadar çıkar, buhar ve hava ana kondensere karışım olarak direkt verilir. Kondensere gelen buhar, kondenserden geçen deniz suyu ile soğutularak kondens olarak buhar üretim tesislerine gönderilir.

Sistemde bulunan yardımcı kondenser 2 kademedemden oluşmaktadır ve her kademe için 1 adet enjektör bulunmaktadır. 1. kademe enjektörü ana kondenserdeki vakum sağlarken 2. kademe enjektör ise yardımcı kondenserin 1. kademesinin vakumunu sağlar. Bu esnada pompa girişlerine kadar bütün sistemde vakum gerçekleşir. Makinenin soğutmaya geçmesi için  $-0,99 \text{ kgf/cm}^2$  vakuma ulaşılması gerekmektedir.[2]



Şekil 1. Sistem prensip şeması

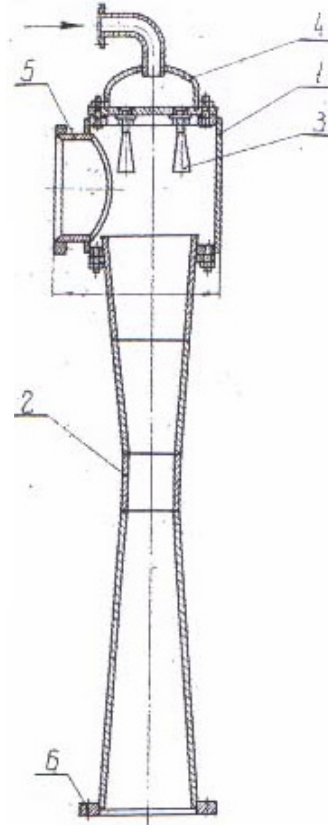
### 3.ENJEKTÖRÜN ÇALIŞMASI

Genleştiricinin enjektörüne gelen buhar (Şekil 2.)  $P_1$  basıncından  $P_0$  basıncına kadar düşer. Emme kamarasına büyük bir hızla gelen çalışan buharı (genellikle  $1000 \div 1200 \text{ m/sn}$ ) dengeleyici bir hızla sahip olan ( $60-80 \text{ m/sn}$ ) soğuk buharla karşılaşır ve neticede akımın hızı düşerek ortalama hız meydana gelir. Difüzördeki kurutma kısmına karıştırma kamarası adı verilir.

Çalışma buharı ile soğuk buharın karışması bitince daha sonraki akım hızının düşüşünden dolayı basınç yükselmeye başlar. Difüzördeki buhar karışımının kinetik enerjisi potansiyel enerjiye dönüşür neticede buhar karışımının basıncı yükselir.

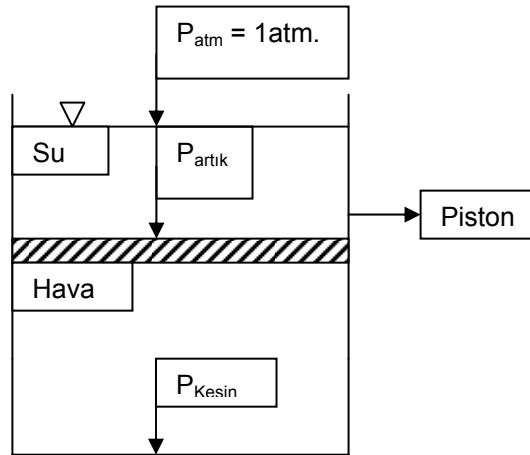
Projeye göre makineden sirkülasyon esnasında  $350 \text{ m}^3/\text{h}$  çalışma suyu geçer, bu esnada ortalama %1 oranında ( $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) sirkülasyon suyu da buharlaşma ile kayıp olur.

Ejektörün çalışmasına; karışık basınç  $P_K$ , ana buhar hattındaki basınç, buharın sıcaklığı, nem oranı önemli ölçüde etki eder.[3]



1. Buhar Kabul Kutusu
2. Ejektör Gövdesi
3. Ejektör
4. Ana Buhar Girişi
5. Evaporatör Soğuk Buhar Girişi
6. Kondenser Bağlantı Flanşı

Şekil 2. Ejektör gövdesi ve ejektör



Şekil 3.

Şekil 3'te görüldüğü üzere;

$$P_{\text{Kesin}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{artık}} \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (1)$$

Yani kesin basınç atmosfer basıncı ve artık basıncın toplamına eşittir. Vakum söz konusu olduğunda artık basınç değeri eksi yöndedir.

16 Ə model soğutma makinesi için buharlaştırıcıdaki  $P_0$  basıncı 8,6 mmHg olmaktadır. Kesin basınç ise;

$$P_{\text{Kesin}} = 8,6 \times 1,36.10^3 = 0,01 \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (2)$$

$$P_{\text{artık}} = P_{\text{Kesin}} - P_{\text{atm}} \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (3)$$

$$P_{\text{artık}} = 0,01 - 1 = -0,99 \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (4)$$

Olacaktır, dolayısı ile kondenserdeki vakum  $-0,99 \text{ kgf/cm}^2$  olacaktır.

Benzer şekilde kondenserdeki limit basıncı ise 35 mmHg olmalıdır.

$$P_{\text{Limit}} = 35 \times 1,36.10^3 = 0,05 \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (5)$$

(3)' te yerine koyulduğunda;

$$P_{\text{Limit}} = 0,05 - 1 = -0,95 \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (6)$$

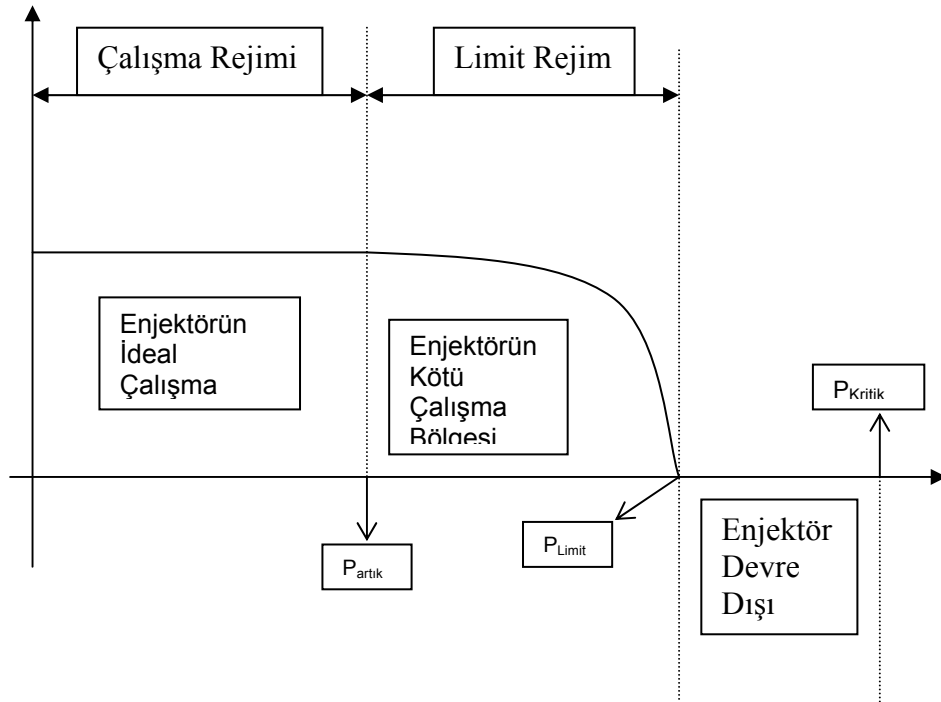
Kondenserdeki kritik basınç ise 65 mmHg olmalıdır.

$$P_{\text{Kritik}} = 65 \times 1,36.10^3 = 0,09 \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (7)$$

(3)' te yerine koyulduğunda;

$$P_{\text{Kritik}} = 0,05 - 1 = -0,91 \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (8)$$

Bu durumu grafik üzerinde açıklarsak;



Şekil 4. Enjektör Çalışma Rejim Grafiği

Kondenserdeki vakum  $P_{Kritik}$  (8) bölgesinde iken, çalışma buharının bir kısmı emme kamarasından buharlaştırıcıya geçer ve sirkülasyon suyu içinde kondens olarak suyu ısıtmaya başlar. Dolayısı ile enjektör devre dışı kalır.

Vakum  $P_{Limit}$  (6) seviyelerine geldiğinde ise buharlaştırıcıdan soğuk buharın emilmesi tamamen durur.

İdeal çalışma bölgesi vakumun  $P_{artık}$  (4) olduğu bölgedir. Ejektörün ideal çalışma rejimi  $P_{artık}$  (4) basıncında sağlanır.

#### 4. MEVCUT SİSTEMLE İLGİLİ BİLGİLER

16 Θ Makinesi bir blok görünümündedir. Makineyi oluşturan kısımlar; yatay iki bölmeli buharlaştırıcı yüzeyli ana kondenser, sekiz adet ana enjektör, I. ve II. kademe hava ejektörleri, yardımcı kondenser cihaz panoları, ölçme cihazları, boru hatları ve armatürlerden oluşur.[4]

##### 4.1. Makine ve Sistemin Teknik Özellikleri :

###### Kapasiteler : ( 1 Makine için)

Çalışma Buharı Miktarı	: 7500 kg/h
Deniz Suyu Miktarı	: 1350 m <sup>3</sup> /h
Soğutulan Su Miktarı	: 350 m <sup>3</sup> /h
Soğutma Kapasitesi	: 1.200.000 kcal/h
Kurulu Güç	: 85 kWh
Makine Boyutları	: 2520 mmx5100mmx4650mm
Soğuk Su Pompası Debisi	: 350 m <sup>3</sup> /h
Sıcak Su Pompası Debisi	: 350 m <sup>3</sup> /h
Kondens Pompası Debisi	: 11 m <sup>3</sup> /h

###### Enerji Girdileri Çalışma Parametreleri :

Çalışma Buharı Basıncı	: 10 atm
Çalışma Buharı Sıcaklığı	: 190 °C
Buharın Kuruluk Derecesi	: ~ 0,94
Deniz Suyu Sıcaklığı	: 30 °C (maksimum)

###### Sistemin Genel (Toplam) Değerleri :

Makine Sayısı	: 10 adet
Toplam Buhar Tüketimi	: 75.000 kg/h
Toplam Deniz Suyu Tüketimi	: 13.500 m <sup>3</sup> /h
Toplam Soğutulan Su Miktarı	: 3500 m <sup>3</sup> /h
Toplam Soğutma Kapasitesi	: 12.000.000 kcal/h
Toplam Kurulu Güç	: 1222 kWh
Toplam Pompa Sayısı	: 43 adet
Soğuk Su ve Sıcak Su Depoları	: 2x350 m <sup>3</sup> , 2x350 m <sup>3</sup>

**Tablo 1.** Hizmet verilen üniteler ve soğuk su debileri

Ünite	Soğuk Su Debisi – m <sup>3</sup> /h
Tel Çubuk Haddehanesi	46
Orta Profil Haddehanesi	46
Kütük Haddehanesi	46
Çelikhane Dik Kontinü	80
Çelikhane Eksozter	10
Çelikhane Konverter	100
Çelikhane Artık Isı	40
Merkezi Kok Laboratuvarı	80
I. ve II. Yüksek Fırın	400
III. Yüksek Fırın	200
Kalite Metalürji Müdürlüğü	250
Elektronik Otomasyon Müd.	150
Elektrik Dağıtım Müdürlüğü	60
Genel Müdürlük	1100
Enerji Tesisleri Oksijen	45
Enerji Tesisleri Kapalı Şalt	45
Enerji Tesisleri Türbin	45
Enerji Tesisleri Türbo Körük	45
<b>TOPLAM</b>	<b>2788</b>

## 5.SİSTEMİN KURULUŞ AMACI

İşletme sahasındaki; kumanda odaları, elektrik ve pano odaları, idari binalardaki iklimlendirme ihtiyaçlarının karşılanması, Yüksek Fırın ünitesi döküm kotunda + basınç oluşturan her biri 200.000 m<sup>3</sup>/h kapasiteli 5 adet santralden gönderilen havanın şartlandırılmasında kullanılmaktadır.

Söz konusu ünitelere soğutulmuş suyun ulaştırılmasında Ø100 mm ile Ø300 mm çapında ~15.000 metre boru kullanılmaktadır.

## 6.SİSTEMİN SEÇİM NEDENİ

İSDEMİR A.Ş. genelinde 3 üniteye buhar üretilmektedir. Bunlardan biri sistemin enerji ihtiyacını karşılayan toplam 5x220 ton/h kapasiteli Enerji Tesisleridir.

Diğer iki noktadan biri Çelikhane Konverter Kazanları, diğeri Kok Kuru Söndürme Kazanlarıdır. Bu iki ünitemizde proses gereği artık ısıdan faydalanarak buhar üretilmektedir. Çelikhane Konverter Kazanlarında toplam 3x25 ton/h, Kok Kuru Söndürmede ise toplam 5x15 ton/h kapasiteli atık ısı kazanı bulunmaktadır.

Çelikhane ve Kok üniteleri üretimlerinde herhangi bir aksama olmaması halinde; Enerji Tesisleri saha geneline yayılan 3 buhar hattına ~10.000 mt. buhar vermemektedir. Saha buhar basıncı 10 atm altına düştüğünde Enerji Tesisleri sahanın ihtiyacını karşılamak için sahaya buhar verir.

Sistemdeki aylık buhar üretim tüketim değerimiz; 75.000 ÷ 85.000 ton civarındadır. Üretilen buharın büyük kısmı, işletme üniteleri proseslerinde kullanılmaktadır. Artan buharın atmosfere atılmaması amacıyla, 291 Merkezi Su Soğutma ünitesi kurulmuştur. Benzer şekilde fabrikaya ait 2500 adet lojmanın kalorifer ve sıcak su ihtiyacı da buhar ile elde edilmektedir.

**Tablo 2.** Senelere göre buhar balansı ( ton/yıl) [5]

Üretim Ünitesi	2001	2002	2003	2004	2005 / 7AY
Enerji Tesisleri	155.441	243.630	38.387	158.348	114.650
Çelikhane	473.747	413.323	515.763	521.872	280.754
Kok	467.805	397.675	454.110	358.319	130.473
<b>TOPLAM</b>	<b>1.096.993</b>	<b>1.054.628</b>	<b>1.008.260</b>	<b>1.038.539</b>	<b>525.877</b>

**Tablo 3.** Senelere göre Merkezi Su Soğutma Ünitesinin buhar tüketimleri (ton/yıl)[6]

Merkezi Su Soğutma Ünitesi	2001	2002	2003	2004	2005 / 7AY
	131.700	114.350	88.610	83.586	30.266

## 7.İŞLETME ve BAKIM ŞARTLARI

### 7.1.İşletme

Bölgedeki iklim şartları ve proseslerdeki yüksek sıcaklıklar nedeniyle sistem gerçekleşen soğutma talepleri doğrultusunda Haziran ayı başında devreye alınır. Yaz aylarının gelmesiyle sistemde çalışan makine sayıları kademeli olarak artırılır ve kış aylarına doğru kademeli olarak makine sayısı azaltılır.

İşletme esnasında yaşanan zorluklar;

- Midye sorunu; filtre ve kondenserlerin tıkanması,
- Buhar basıncının 10 atm'in altına düşmesi,
- Buhar sıcaklığının 190°C'in üstüne çıkması,
- Makinedeki kondensin uzaklaştırılması nedeniyle makinenin taşması,
- Sızdırmazlığın tam olarak sağlanamamasından dolayı vakum tutmaması,
- Filtre temizlikleri,
- Her makinede 3 adet pompanın sürekli olarak kontrol altında tutulması,
- Pompaların salmastradan hava yapması,
- Deniz suyu basıncının 1,5 atm'in altına düşmesi,
- Deniz suyu sıcaklığının 30°C'in üstüne çıkması,
- Günlük ortalama 15 ton su takviyesi (kayıp),
- Otomasyon ve merkezi izlemenin olmaması, sürekli insan gücü ihtiyacı ve elle ayar yapılması,
- Soğutma yaparken birden ısıtmaya geçmesi,
- Dizayndan dolayı duruşlarda bütün sistemin etkilenmesi,

### 7.2.Bakım

Kondenser temizlikleri (3000 boru x 4 = 12.000 metre) 1 kondenserin temizlik süresi; 15 gün,  
Ejektör, difüzör, davlumbaz temizliği,  
Deniz suyunun meydana getirdiği aşınma,  
Pompa bakımları,  
Elektrik motoru bakımları,  
Çürüyen metal aksamın değişimi,  
İzolasyonun sökülmesi ve yeniden izolasyon yapılması ihtiyacı,  
Anot değiştirilmesi,  
Yardımcı kondenser borularının değişimi Cu-Ni alaşımlı borular.

## 8.İŞLETME ve BAKIM MALİYETLERİ

### 8.1.İşletme Maliyeti

**Tablo 4.** İşletme maliyeti tablosu (1 makine için)[7]

Girdiler	Sarf Miktarı	Birim Maliyet – USD	Toplam Maliyet - USD
Buhar ton/h	7,5	20	150
Elektrik kWh	122	0,10	12,2
Deniz Suyu m <sup>3</sup> /h	1350	0,0143	19,305
Make-up Suyu m <sup>3</sup> /h	3,5	0,0623	0,21805
İşçilik adamh	4	6	24
<b>TOPLAM</b>			<b>205,72305</b>

1.200.000 kcal/h soğutma için harcanan para; **205,72305 USD**

### 8.2.Bakım Maliyeti

**Tablo 5.** Bakım maliyeti tablosu (10 makine için)

Girdiler	Toplam Maliyet - USD
Elektrik	4000
Yedek Parça	7500
Su Jeti	4000
Anot	1500
İzolasyon	2000
İşçilik	85.000
<b>TOPLAM</b>	<b>104.000</b>

Bakım maliyetleri maliyet programından alınmıştır.

## 9.MEVcut SİSTEMİN GAZLI SOĞUTMA YAPAN SİSTEMLERLE ENERJİ MALİYETLERİ YÖNÜNDEN KIYASLANMASI

1 Makine için;

Soğutulan Su Miktarı : 350 m<sup>3</sup>/h  
Soğutma Kapasitesi : 1.200.000 kcal/h

$$Q = m \cdot y \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \quad \text{kcal/h} \quad (9)$$

Q : 1.200.000 kcal/h  
m : 350 m<sup>3</sup>/h  
y : 1000 kg/m<sup>3</sup>  
c : 0,099 kJ/kg°C  
(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>) : °C

$$1.200.000 = 350 \cdot 1000 \cdot 0,99 \cdot (t_2 - t_1)$$

$$(t_2 - t_1) = 3,46 \text{ °C}$$

Hesaplamalar yapılırken 2002 Yılı yaz sezonu enerji tüketim değerleri alınmıştır.



**9.1. 2002 Yılı Yaz Sezonu Soğutma Makineleri Çalışma Süreleri ( h )****Tablo 6.** Soğutma Makineleri Çalışma Süreleri ( h )

Makine No :	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	TOPLAM
1 No'lu Makine								
2 No'lu Makine	514	720	632	442	157	250		2715
3 No'lu Makine	600	720	730	404	249	250		2953
4 No'lu Makine		464	640	690	506	270		2570
5 No'lu Makine			287	397	354	250		1288
6 No'lu Makine			345	742	704	250	275	2316
7 No'lu Makine	72	326	247					645
8 No'lu Makine		510	200	670	669	250	18	2317
9 No'lu Makine								
10 No'lu Makine								
<b>TOPLAM</b>	<b>1186</b>	<b>2740</b>	<b>3081</b>	<b>3345</b>	<b>2639</b>	<b>1520</b>	<b>293</b>	<b>14804</b>

**9.2. 2002 Yılı Yaz Sezonunda Makinelerde Kullanılan Enerji Birim Maliyetleri (\$)****Tablo 7.** Enerji Birim Maliyetleri (\$)

Enerji Tipi	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM
BUHAR (\$/ton)	12,72	12,58	12,45	12,91	13,51	13,83	14,4
DENİZ SUYU (\$/ m3)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ELEKTRİK (\$/kw)	0,074	0,069	0,064	0,092	0,1	0,101	0,104

**9.3. 2002 Yılı Yaz Sezonunda Makinelerde Kullanılan Enerjinin Parasal Eş Değeri (\$)**
**Tablo 8. Makinelerde Kullanılan Enerjinin Parasal Eş Değeri (\$) (Tablo 6. x Tablo 7.)**

No:	Enerji Tipi	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	TOPLAM
2	BUHAR	49035,6	67932	59013	42796,65	15908,025	25931,25		260616,5
	DENİZ SUYU	6939	9720	8532	5967	2119,5	3375		36652,5
	ELEK.	5515,22	7203,6	5864,96	5896,28	2276,5	3661,25		30417,81
3	BUHAR	57240	67932	68163,75	39117,3	25229,925	25931,25		283614,2
	DENİZ SUYU	8100	9720	9855	5454	3361,5	3375		39865,5
	ELEK.	6438	7203,6	6774,4	5389,36	3610,5	3661,25		33077,11
4	BUHAR		43778,4	59760	66809,25	51270,45	28005,75		249623,9
	DENİZ SUYU		6264	8640	9315	6831	3645		34695
	ELEK.		4642,32	5939,2	9204,6	7337	3954,15		31077,27
5	BUHAR			26798,625	38439,53	35869,05	25931,25		127038,5
	DENİZ SUYU			3874,5	5359,5	4779	3375		17388
	ELEK.			2663,36	5295,98	5133	3661,25		16753,59
6	BUHAR			32214,375	71844,15	71332,8	25931,25	29700	231022,6
	DENİZ SUYU			4657,5	10017	9504	3375	3712,5	31266
	ELEK.			3201,6	9898,28	10208	3661,25	4147	31116,13
7	BUHAR	6868,8	30758,1	23063,625					60690,53
	DENİZ SUYU	972	4401	3334,5					8707,5
	ELEK.	772,56	3261,63	2292,16					6326,35
8	BUHAR		48118,5	18675	64872,75	67786,425	25931,25	1944	227327,9
	DENİZ SUYU		6885	2700	9045	9031,5	3375	243	31279,5
	ELEK.		5102,55	1856	8937,8	9700,5	3661,25	271,44	29529,54
<b>TOPLAM :</b>		<b>141881</b>	<b>322923</b>	<b>357874</b>	<b>413659</b>	<b>341289</b>	<b>200442</b>	<b>40018</b>	<b>1818086</b>

BUHAR (\$/ton)

DENİZ SUYU (\$/ m3)

ELEKTRİK (\$/kw)

1,9 ve 10 nolu makineler 2002 yılında çalışmamıştır.

Tablo 8.'den ;

2002 YILI YAZ SEZONU TOPLAM BUHAR SARFİYATI ( 7 AY ) =	1.439.934 \$ / 7AY
2002 YILI YAZ SEZONU TOPLAM DENİZ SUYU SARFİYATI ( 7 AY ) =	199.854 \$ / 7AY
2002 YILI YAZ SEZONU TOPLAM ELEKTRİK SARFİYATI ( 7 AY ) =	178.298 \$ / 7AY
2002 YILI YAZ SEZONU TOPLAM ENERJİ SARFİYATI ( 7 AY ) =	1.818.086 \$ / 7AY (I)

#### 9.4. 2002 Yılı Yaz Sezonunda Bir Makinenin Kullandığı Enerjinin Parasal Eş Değeri (\$/h)

**Tablo 9.** Bir Makinenin Kullandığı Enerjinin Parasal Eş Değeri (\$/h)

Enerji Tipi	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM
BUHAR (\$/ton)	95,4	94,35	87,15	90,37	101,325	103,725	108
DENİZ SUYU (\$/ m3)	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
ÇEAŞ (\$/kw)	10,73	10,005	9,28	13,34	14,5	14,645	15,08
TOPLAM	<b>120</b>	<b>118</b>	<b>110 *</b>	<b>117</b>	<b>129</b>	<b>132</b>	<b>137</b>

(\* 110 \$ ,karşılığı elde edilen soğutma miktarı 1.200.000 kcal/h)

#### 9.5. Alternatif Su Soğutma Sistemi

##### 9.5.1. Sistemi Oluşturacak Elemanlar

- \* Su Soğutma Grubu
- \* Su Soğutma Kulesi
- \* Kule Suyu Sirkülasyon Pompası
- \* Saha Sirkülasyon Pompası

##### 9.5.2. Sistemin Enerji Tüketen Elemanları

- \* Su Soğutma Grubu Toplam Kurlu Gücü
- \* Su Soğutma Kulesi Fan Gücü
- \* Kule Suyu Sirkülasyon Pompası Kurulu Gücü
- \* Saha Sirkülasyon Pompası Gücü

Gerekli Su Soğutma Kulesi Soğutma Kapasitesi : 1.260.000 kcal/h  
( pompaj ve buharlaşma kayıpları nedeni ile kapasite % 5 arttırılmıştır)

##### Sirküle Edecek Kule Suyu Miktarı :

$$Q = m \cdot y \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \quad \text{kcal/h} \quad (9)$$

$$Q : 1.260.000 \text{ kcal/h}$$

$$m : \text{m}^3/\text{h}$$

$$y : 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$c : 0,099 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$(t_2 - t_1) : 5^\circ\text{C}$$

$$1.260.000 = m \cdot 1000 \cdot 0,99 \cdot 5$$

$$m = 254,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$m = 255 \text{ m}^3/\text{h} \text{ alınacaktır.}$$

##### Kule Suyu Sirkülasyon Pompası Gücü :

$$q = (m \cdot P \cdot y) / (3600 \cdot n) \quad \text{kWh} \quad (10)$$

$$q : \text{kw}$$

$$m : 255 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P : 20\text{mSS}$$

$$y : 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$n : 88 \text{ (verim)}$$

$$q = (255 \cdot 20 \cdot 1000) / (3600 \cdot 88)$$

$$q = 16 \text{ kWh} \quad (a)$$

**Sirküle Edecek Saha Suyu Miktarı :**

$$Q = m \cdot y \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \quad \text{kcal/h} \quad (9)$$

$$Q : 1.200.000 \text{ kcal/h}$$

$$m : \text{m}^3/\text{h}$$

$$y : 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$c : 0,099 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$(t_2 - t_1) : 5^\circ\text{C}$$

$$1.200.000 = m \cdot 1000 \cdot 0,99 \cdot 5$$

$$m = 242,42 \text{ m}^3/\text{h}$$

$m = 245 \text{ m}^3/\text{h}$  alınacaktır.

**Saha Suyu Sirkülasyon Pompası Gücü :**

$$q = (m \cdot P \cdot y) / (3600 \cdot n) \quad \text{kWh} \quad (10)$$

$$q : \text{kw}$$

$$m : 245 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P : 75 \text{ mSS}$$

$$y : 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$n : 88 \text{ (verim)}$$

$$q = (245 \cdot 75 \cdot 1000) / (3600 \cdot 88)$$

$$q = 58 \text{ kWh}$$

$$q = 60 \text{ kWh}$$
 alınacaktır. (b)

**Su Soğutma Kulesi Fan Gücü : 10 kWh** (c)

**Seçilen Soğutma Grubu Kurulu Gücü : 370 kWh** (d)

**SİSTEMİN TOPLAM ENERJİ TÜKETİMİ : 16 + 60 + 10 + 370 = 456 kWh** (a) + (b) + (c) + (d)

(hesaplarda 460 kWh kabul edilecektir.)

**9.5.3. Alternatif Sistemin Aylara Göre Sarf Ettiği Enerjinin Parasal Eş Değeri (\$/h)**

**Tablo 10.** Sarf Edilen Enerjinin Parasal Eş Değeri (\$/h) (Tablo 7.'den)

Enerji Tipi	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM
ELEKTRİK	34	32	30 *	42	46	46	48

(\* 30 \$ karşılığı elde edilen soğutma miktarı 1.247.000 kcal/h tir. 1.200.000 kcal/h kabul edilecektir. )

### 9.5.4 Mevcut Sistem İle Alternatif Sistemin Sarf Ettiği Enerjinin Parasal Eş Değerinin Aylara Göre Karşılaştırılması (\$/h) (1 makine için)

**Tablo 11.** Sarf Edilen Enerjinin Aylara Göre Karşılaştırılması (\$/h)

	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM
MEVCUT SİSTEM	120	118	110	117	129	132	137
ALTERNATİF SİSTEM	34	32	30	42	46	46	48
FARK FAYDA	<b>86*</b>	<b>86</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>89</b>

( \* Bir makineden, aylık enerji birim maliyetlerine göre sağlanacak saatlik enerji tasarrufu )

### 9.5.5. 2002 Yılı Yaz Sezonu Çalışma Saatlerine Göre Alternatif Sitemde Kullanılan Enerjinin Parasal Eş Değeri (\$)

**Tablo 12.** Alternatif Sitemde Kullanılan Enerjinin Parasal Eş Değeri (\$) (Tablo 6. x Tablo 10.)

No:	Enerji Tipi	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	TOPLAM
1	ELEKTRİK								
2	ELEKTRİK	17496,56	22852,8	18960	18705,44	7222	11615		96851,8
3	ELEKTRİK	20424	22852,8	21900	17097,28	11454	11615		105343,1
4	ELEKTRİK		14727,36	19200	29200,8	23276	12544,2		98948,36
5	ELEKTRİK			8610	16801,04	16284	11615		53310,04
6	ELEKTRİK			10350	31401,44	32384	11615	13156	98906,44
7	ELEKTRİK	2450,88	10347,24	7410					20208,12
8	ELEKTRİK		16187,4	6000	28354,4	30774	11615	861,12	93791,92
9	ELEKTRİK								
10	ELEKTRİK								
<b>TOPLAM :</b>		<b>40371</b>	<b>86968</b>	<b>92430</b>	<b>141560</b>	<b>121394</b>	<b>70619</b>	<b>14017</b>	<b>567360</b>

2002 YILI YAZ SEZONU ALTERNATİF SİSTEM TOPLAM  
ENERJİ SARFIYATI ( 7 AY ) =

567.360 \$ / 7AY (II)

(I) – (II) Mevcut sistem ile alternatif sistemin toplam enerji sarfiyatı farkı ;

1.818.086 \$ / 7AY - 567.360 \$ / 7AY = **1.250.726 \$/7AY**

## 10.SONUÇ

Görüldüğü üzere işletmemizde atık ısıdan faydalanmak ve proseslerdeki soğutma ihtiyacını karşılamak üzere kurulan, Buhar Jet sistemi ile çalışan su soğutma gruplarının işletme ve bakım zorlukları bir yana, günümüz teknolojisindeki soğutma gruplarıyla enerji maliyetleri ve verimlilik açısından kıyası yapıldığında, sistemin işletme maliyetlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir.

Elde edilen bulgular ve hesaplar; aynı çalışma süreleri ve benzer soğutma ihtiyacı için gazlı soğutma yapan sistemle  $\approx$  %66 daha az enerji sarf edildiği görülmüştür.

2002 yılından günümüze kadar geçen süre içerisinde sistemde yapılan köklü iyileştirmelere rağmen birim soğutma ihtiyacı için sarf edilen enerji miktarları değişmemektedir. Bunun aksine ana sarf kalemlerinden buharın elde edilmesinde kullanılan besleme suyu, fuel-oil v.b. yakıt maliyetlerinin artması nedeniyle yeni teknolojiye sahip sistemlerle Buhar Jet sistemlerinin enerji tüketimleri arasındaki makas kapanmamaktadır

## KAYNAKLAR

- [1] İskenderun Demir ve Çelik A.Ş. I. Tevsiat El Kitabı,1972
- [2] Merkezi Su Soğutma Ünitesi El Kitabı,1975
- [3] Merkezi Su Soğutma Ünitesi Rus Projeleri,1975
- [4] Merkezi Su Soğutma Ünitesi Makine Katalogları,1975
- [5] İskenderun Demir ve Çelik A.Ş. Yıllık Buhar Balansı Verileri,2002,2003,2004,2005
- [6] Merkezi Su Soğutma Ünitesi İşletme Defterleri, 2002
- [7] İskenderun Demir ve Çelik A.Ş. Enerji Maliyetleri Verileri,2002

## ÖZGEÇMİŞ

### Erkin Y. GEDİK

1971 yılı Konya doğumludur. 1995 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Mezuniyetinden günümüze kadar ki çalışma hayatında bir çok sektörde iklimlendirme konularında proje ve taahhüt işleri yapmıştır. Halen İskenderun Demir ve Çelik A.Ş.'de İklimlendirme Baş Mühendisi olarak görev yapmaktadır.