



**bu bir MMO  
yayıdır**

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **İklimlendirme Sistemlerindeki Soğutma Grupları Tipinin Seçim Esasları**

**BEDİ KORUN**

FORM A.Ş.  
Balmumcu Bağdadi Sk. No: 1  
BEŞİKTAŞ - İSTANBUL

# İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ SOĞUTMA GRUPLARI TİPİNİN SEÇİM ESASLARI

**Bedi KORUN**

## ÖZET

İklimlendirme sistemlerinin ana cihazlarını Soğutma Grupları teşkil eder. Soğutma gruplarının sistemlerine uygun seçimi ise;

- Sistemin çalışma ömrü,
- Enerji kazanımı,
- İşletme kolaylığı,
- Bakım rahatlığı ve çalışma emniyeti bakımından önemlidir.

Aşağıda bugünkü tatbikatlarda en fazla kullanılan sistemlere uygun soğutma gruplarının tercih kriterleri belirtilmeye çalışılmıştır.

## 1. SEÇİM KRİTERLERİ

Kullanılması düşünülen soğutma gruplarının seçimi aşağıdaki durumlara uygun olarak projeci tarafından belirlenir.

- Dış mahal şartları
- İç mahal şartları
- Kullanım gayesi
- Tatbikat imkanları
- Tesis maliyeti
- İşletme maliyeti
- Bakım kolaylığı
- Çalışma emniyeti

## 2. UYGULANAN SİSTEMLER

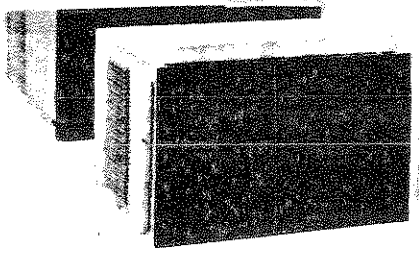
a. Pencere tipi apereyler (Şekil 1)

1<sup>o</sup>- Yalnız soğutma

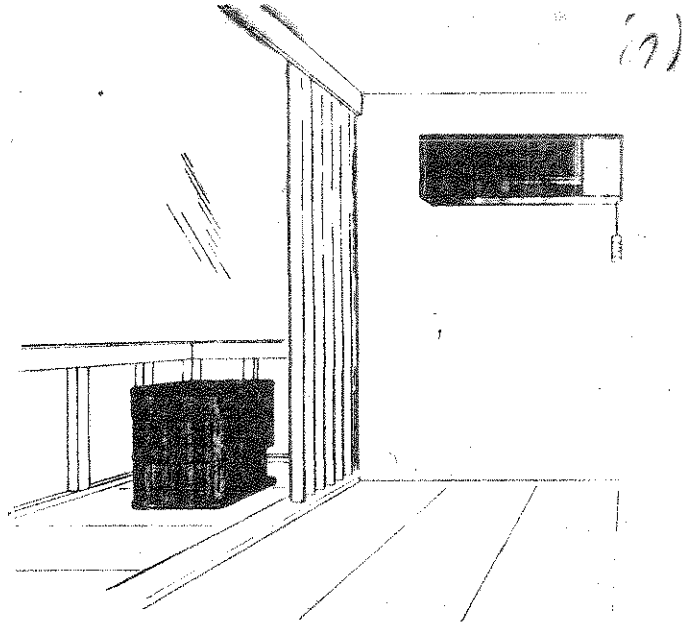
2<sup>o</sup>- Soğutma ve Heat pump'lı ısıtma

3<sup>o</sup>- Soğutma ve Elektrikli ısıtma

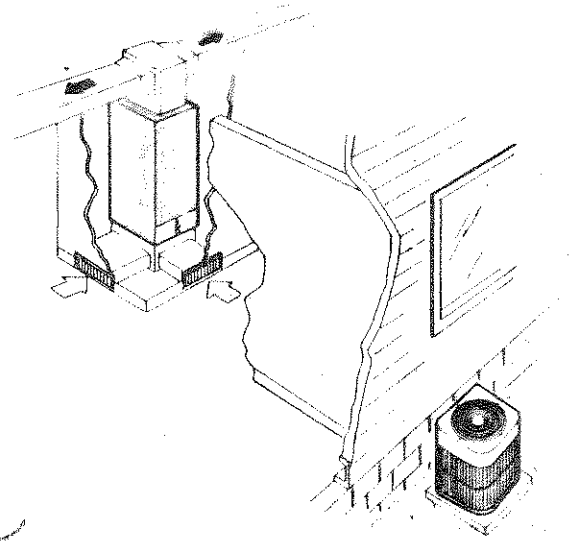
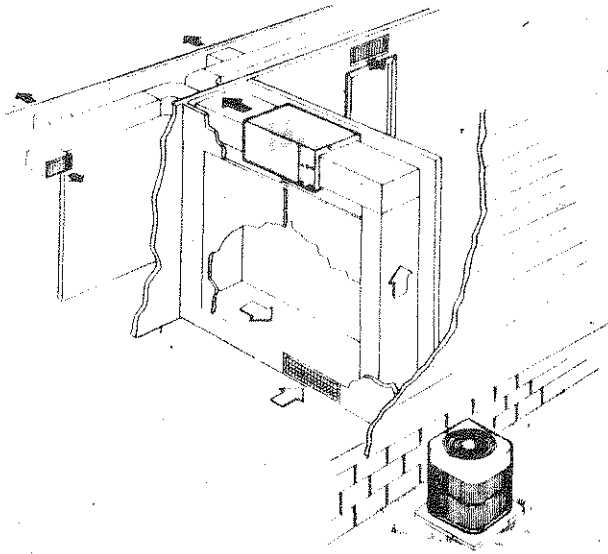
Bu cihazlar müstakil oda ve hacimlerde kullanılır. Tesis masrafları ucuz, işletme masrafları yüksektir.



Pencere Tipi Klima  
Şekil 1

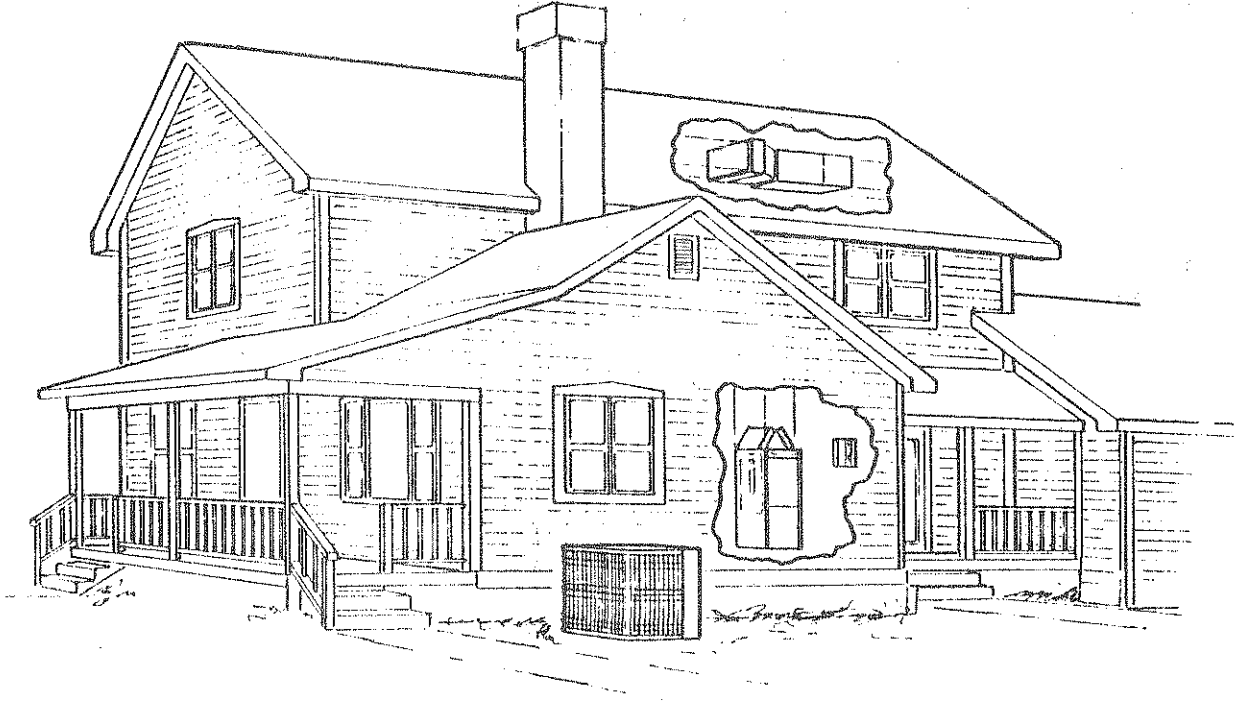


Split Klima Cihazı (Kanalsız)  
Şekil 2

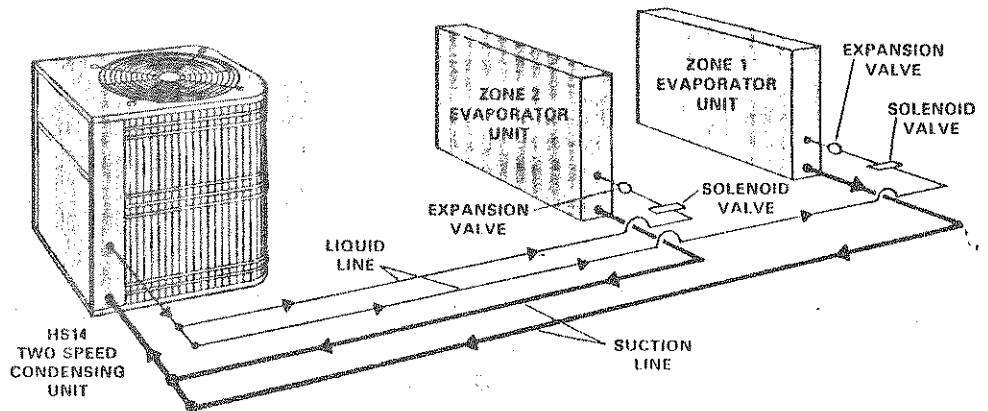


Split Klima Cihazı (Kanallı)  
Şekil 3

## Typical Application



## TYPICAL REFRIGERANT PIPING



Şekil 4

Split Klima Cihazı (Birden fazla evaporatörlü)

**b. Split Klima Cihazları (şekil 2,3, ve 4)**

**1° Tek kondenser ve tek Evaporatör lü sistemler**

- Kanalsız sistem (Ductless Blower coil)
- Kanallı sistem

**2°- Tek kondenser ve birden fazla Evaporatör lü sistemler**

- Kanalsız sistem
- Kanallı sistem

Bu sistemlerde (a) şıkında olduğu gibi; Yalnız soğutma, Heat pump ve Elektrikli ısıtma tatbikatları yapılmaktadır. Bu sistemler daha ziyade ufak ve münferit tatbikatlarda kullanılmaktadır. Evler, villalar, mağazalar, restoranlar vs.

**c. Paket Terminal cihazları (şekil 5)**

(Packaged terminal Air conditioning unit)

- Soğutmalı ve Elektrik ısıtıcılı
- Soğutmalı ve Heat pump lı

Bu cihazlar (a) ve (b) şıkındaki cihazların kullanıldığı yerlerde kullanılır. Sessiz çalışmaları tesis ve işletme maliyetleri diğerlerine göre daha düşüktür.

**d. Paket tipi klima cihazları (şekil 6,7)**

**1°- Hava soğutmalı cihazlar**

- Soğutmalı ve Elektrik veya serpantin ısıtıcılı
- Soğutmalı ve Heat pump ısıtıcılı

**2°- Su soğutmalı cihazlar**

Bu cihazlar temiz hava ve rutubet kontrolünü gerektiren müstakil mahal vekatların klima edilmesinde kullanılır. Bilhassa Bankalar, sinemalar, iş yerleri ve müstakil evler gibi

**e- Merkezi soğuk su sistemleri (chiller) (şekil 8,9,10)**

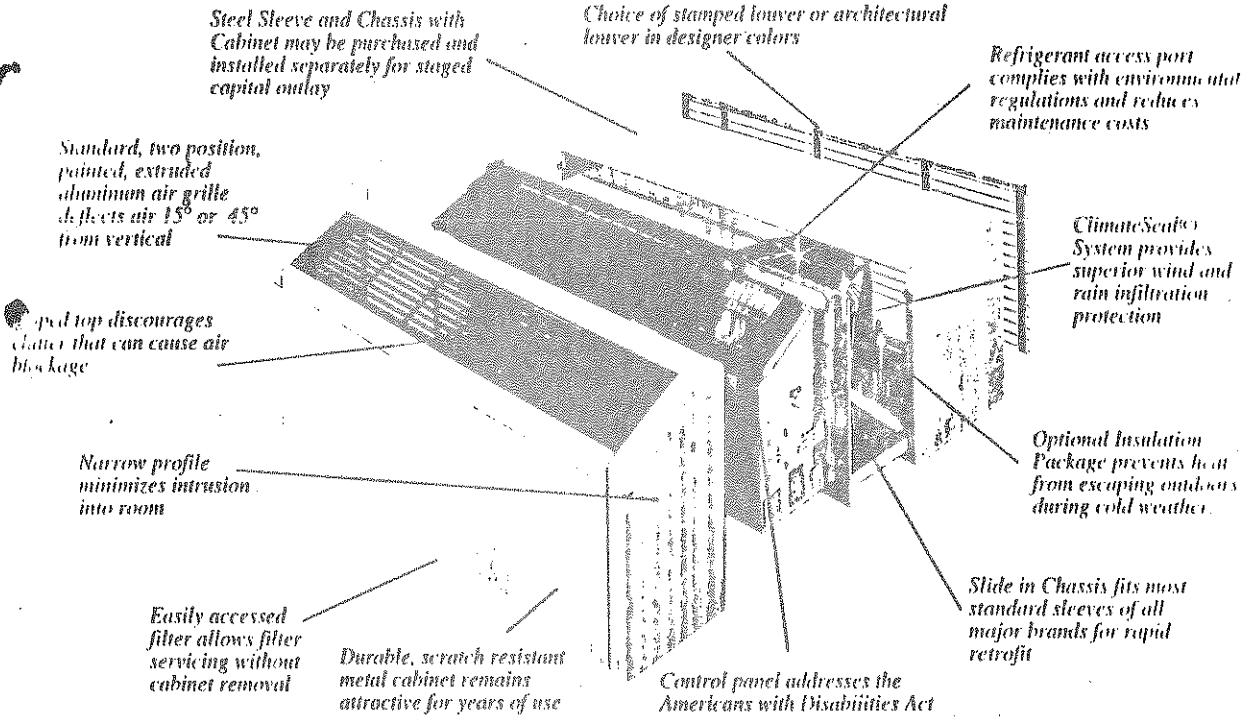
**1°- Su soğutmalı sistemler**

**2°- Hava soğutmalı sistemler**

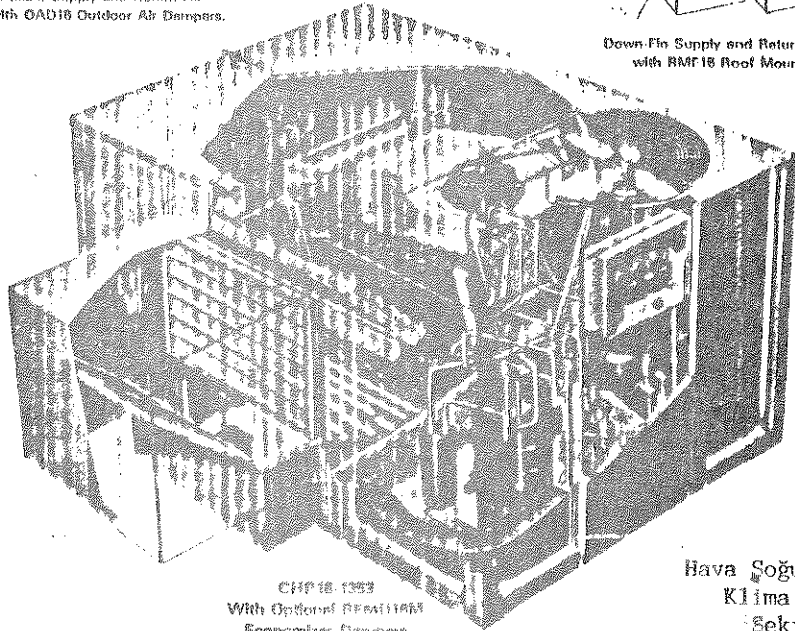
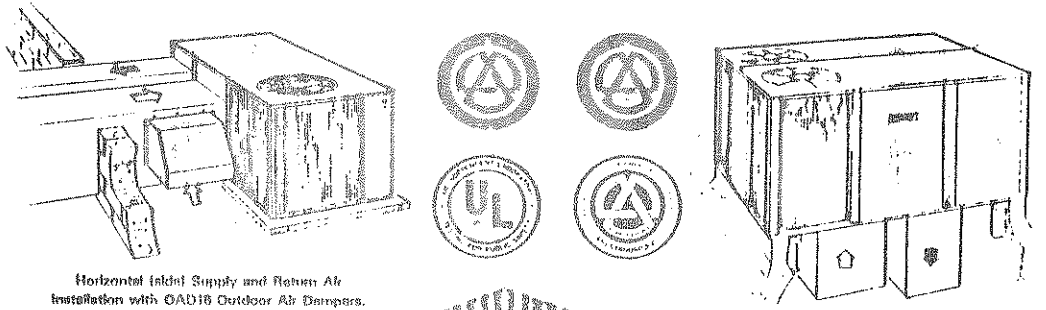
**3°- Evaporatif soğutmalı sistemler**

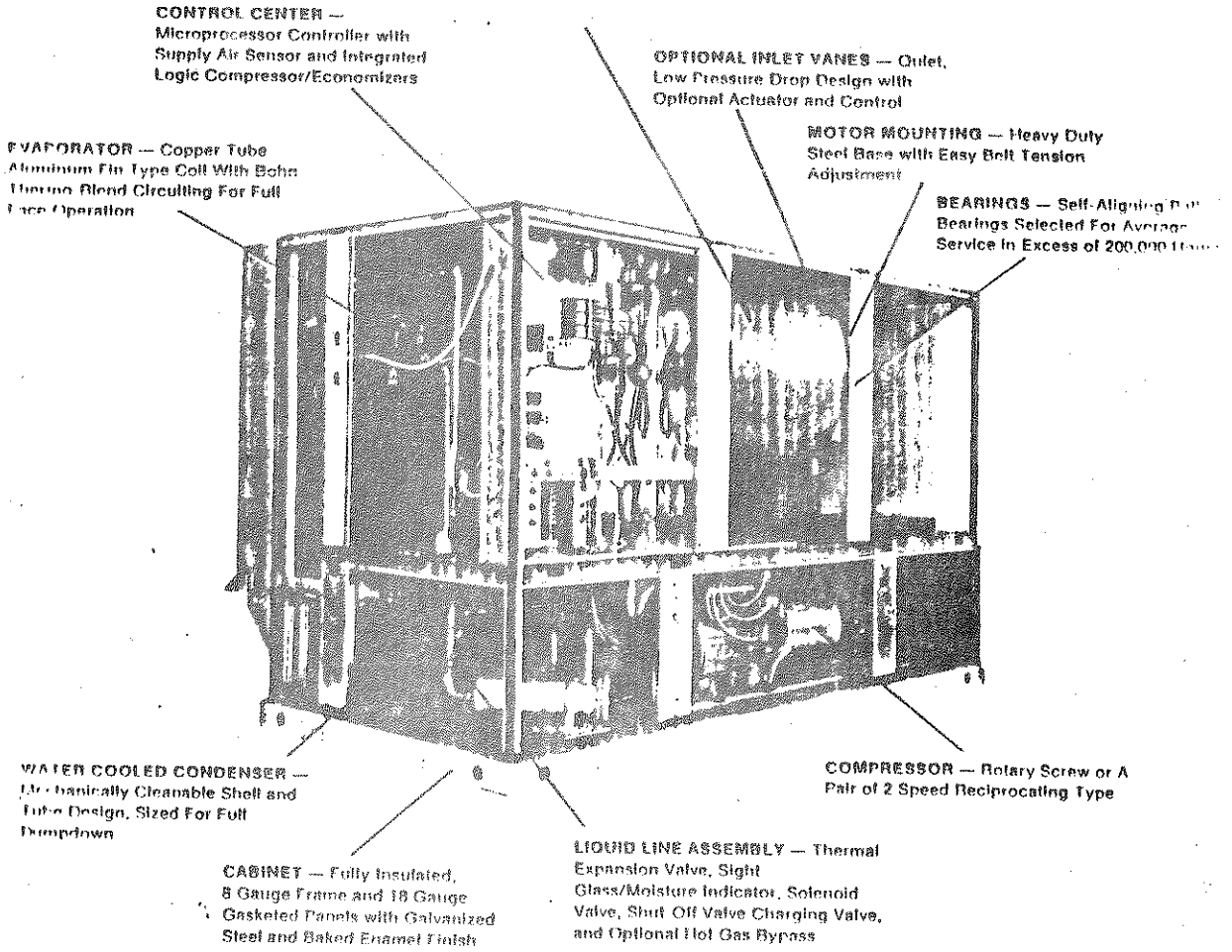
Bu sistemler büyük ve yaygın binalar için kullanılır. Tesis ve işletme maliyetleri diğer sistemlere göre daha düşüktür. İşhanları, oteller, resmi daireler, hastaneler vs. binalar gibi

**f. Merkezi direkt genişlemeli sistemler (şekil 11, 12, 13)**

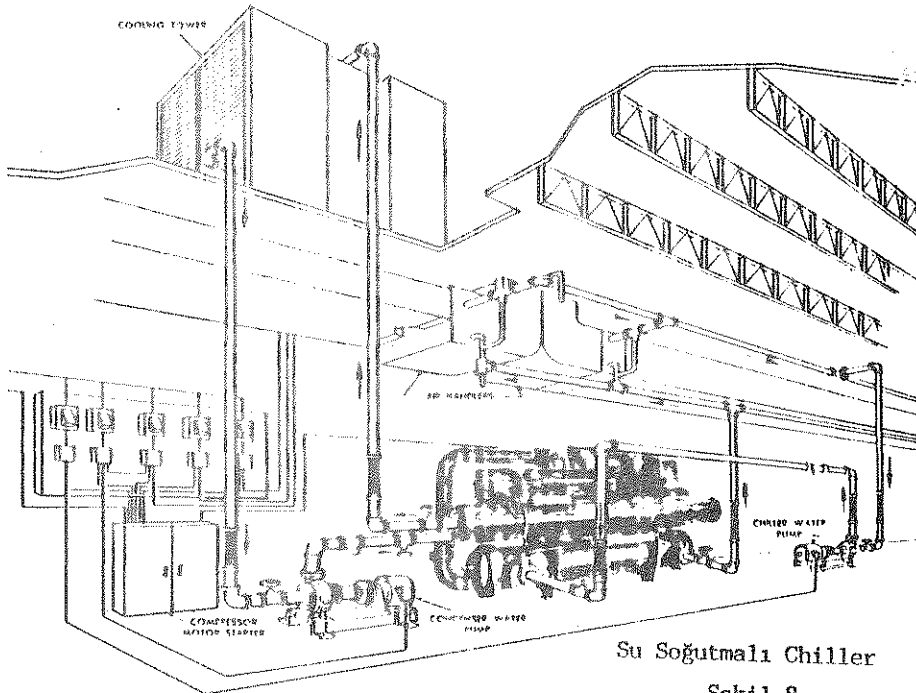


Şekil 5  
Paket Terminal Klima Cihazı



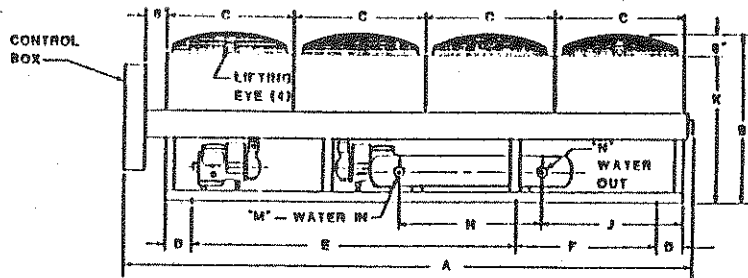


Şekil 7 - Su Soğutmalı Paket Klima Cihazı

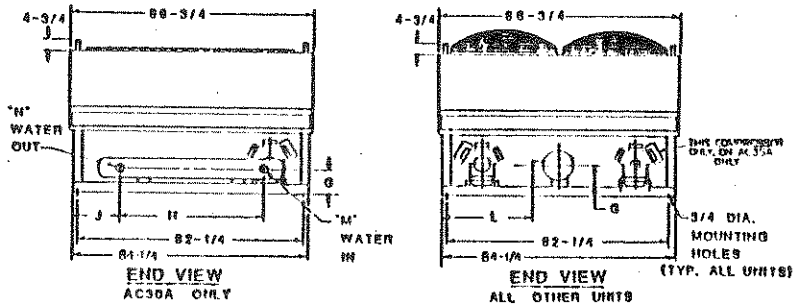


Su Soğutmalı Chiller

Şekil 8

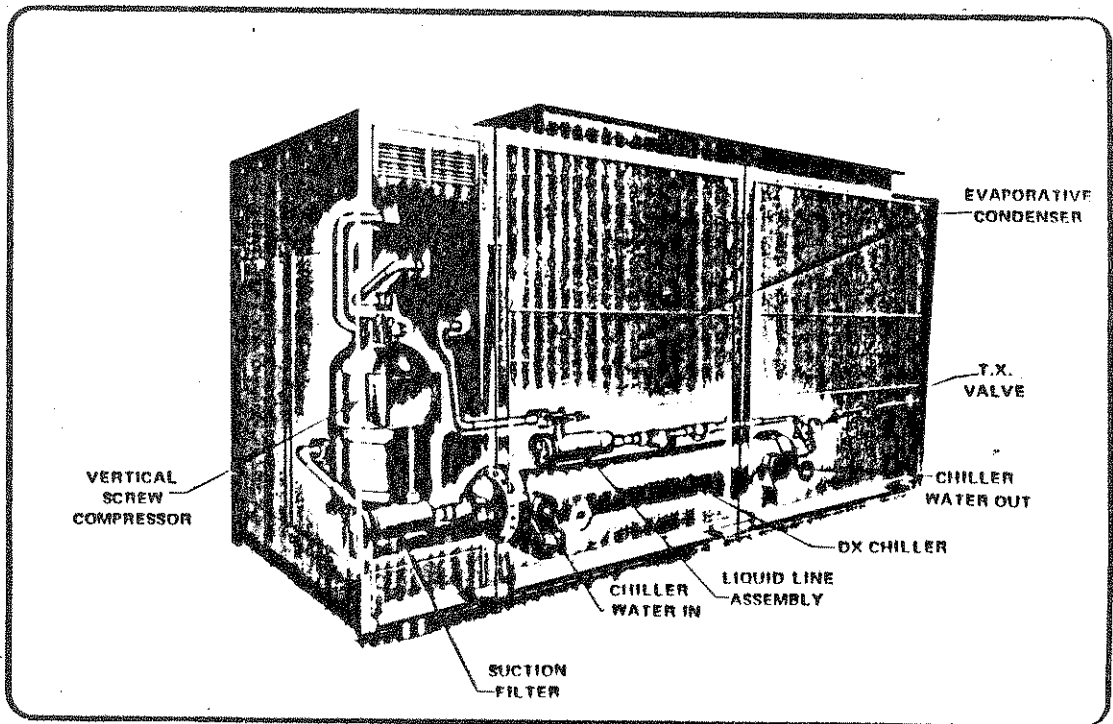


AC 105 A



Hava soğutmalı Chiller

Şekil 9



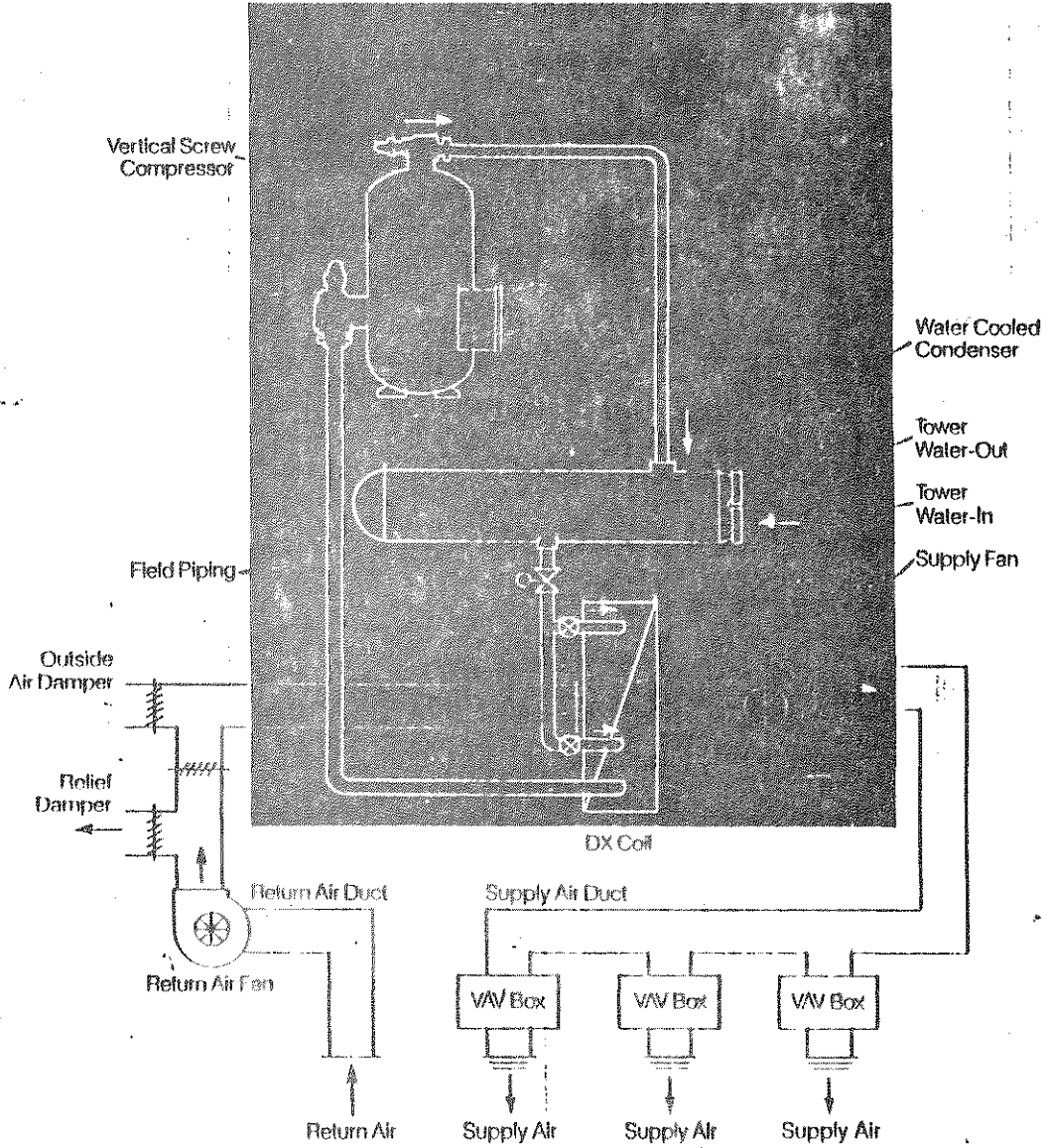
Evaporatif Soğutmalı Chiller

Şekil 10



# DX SYSTEM 2W WATER COOLED

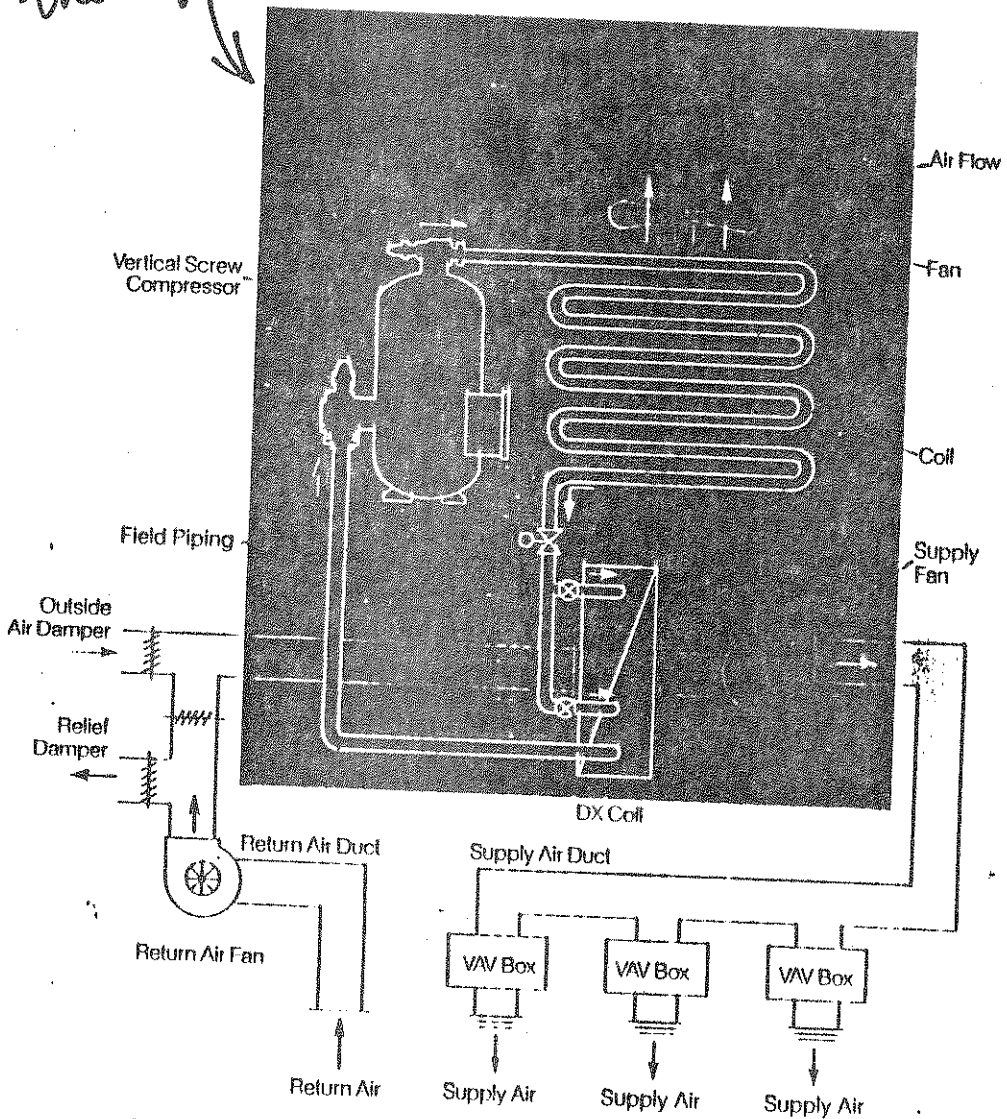
*Sure simplifies  
our efforts* →



Su Soğutmalı Direkt Genişlemeli Soğutma Sistemi  
Şekil 11

# DX SYSTEM 3A AIR COOLED

*We could use this system on the Regency job.*

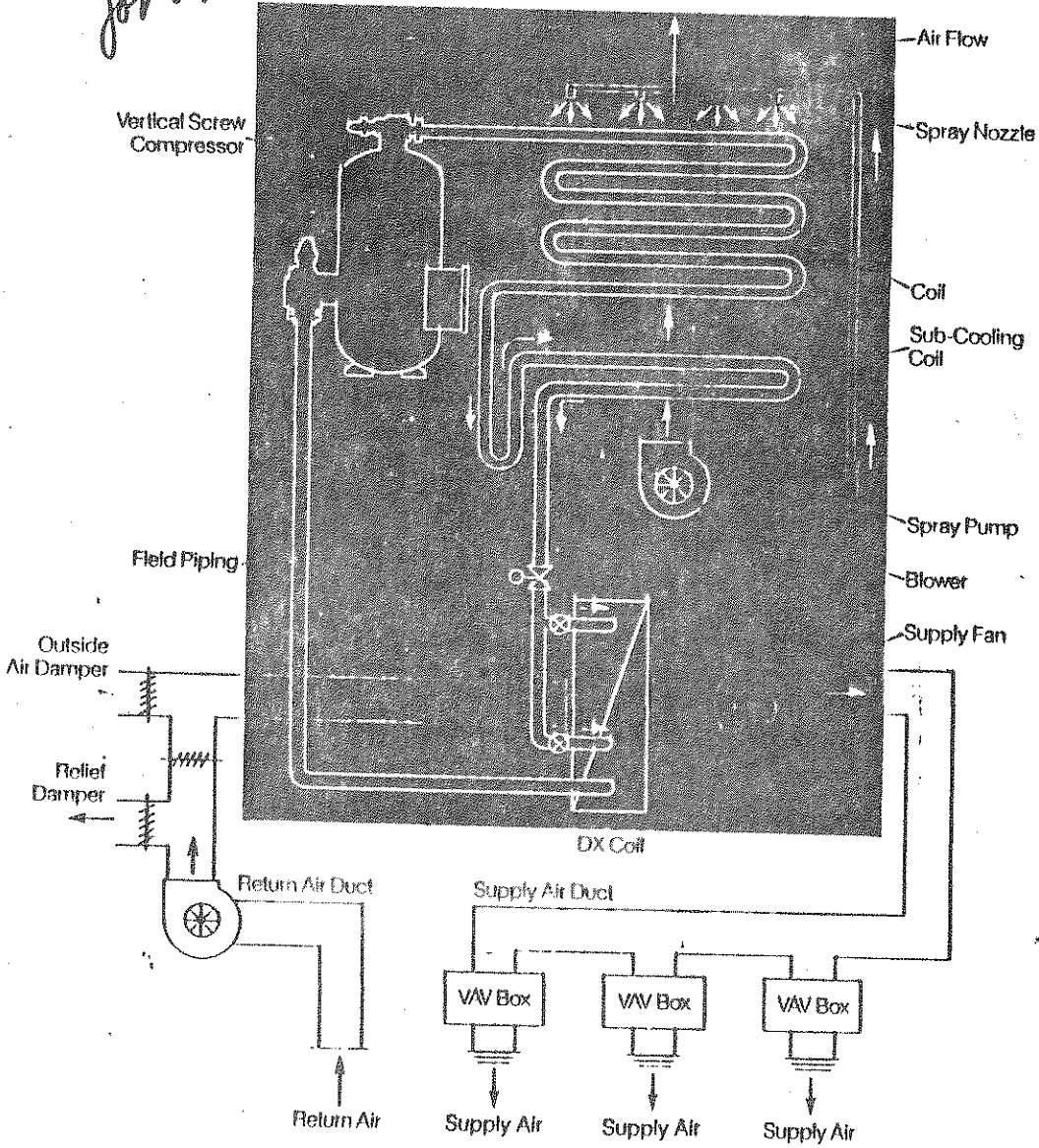


Hava Soğutmalı Direkt Genişlemeli Soğutma Sistemi

Şekil 12

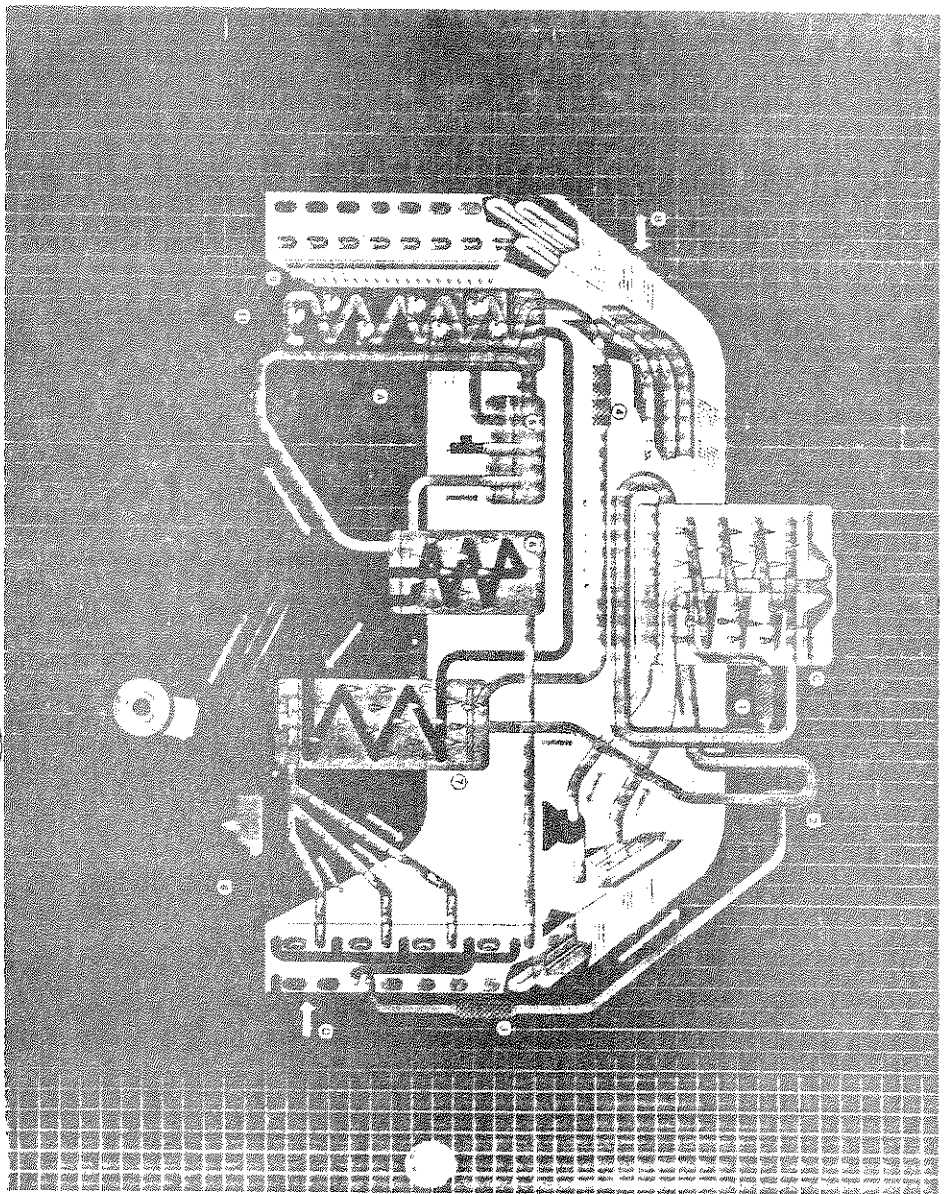
# DX SYSTEM IE EVAPORATIVE COOLED

*This system  
would be great  
for us. →*



Şekil 13  
Evaporatif Soğutmalı Direkt Genişlemeli  
Soğutma Sistemi

- A Evaporator
- B Condenser
- C Separator
- D Absorber
- E Pressure reducing valve separator
- F Heat exchanger between refrigerating vapour and liquid
- G Condenser pressure reducer
- H Solution pressure reducer
- I Evolving chamber
- J Rectifier
- K Heat exchanger for solutions and or pre absorber
- L Solutions pump
- M Heater
- N Strong solution
- O Weak solution
- P Product vapour
- Q Evaporator liquid
- R Product water



Şekil 14  
Doğal Gazlı Absorptionlu Heatpump Cihazı

- 1°- Su soğutmalı sistemler
- 2°- Hava soğutmalı sistemler
- 3°- Evaporatif soğutmalı sistemler

Genelde tek klima santralının kullanılması gereken yerler için kullanılır. Tesis ve işletme masrafları en düşük sistemlerdir.

#### g. Absorption'lu sistemler (şekil 14)

Yüksek kapasiteli sistemlerde soğutma elde etmek için atık buhar ve sıcak su kullanılmaktadır.

Son gelişmelerde doğal gaz ve LPG kullanan düşük kapasiteli cihazlar yapılmaktadır. Doğal gazlı soğutma gruplarının çevreye olumlu katkısından dolayı yaygınlaşması beklenmektedir.

#### h. Isı Geri Kazanımlı Sistemler (Heat recovery-Heat Pump) (şekil 15, 16, 17) (Tablo 1)

- 1°- Havadan havaya H/R
- 2°- Sudan suya H/R
- 3°- Sudan suya ısı pompaları (Heat Pump)

Isı geri kazanım sistemlerinde atılan eksoz havasının ısı ve rutubetinin, alınan dış havaya verilmesi ile büyük miktarda enerji geri kazanımı sağlanır.

Sulu sistemlerde ise soğutma kulesi ile atmosfere atılan enerji geri alınarak enerji tasarrufu sağlanır. Eğer mahalde göl, nehir ve deniz bulunuyorsa bu ortamlar kullanılarak enerji tasarrufu daha da yüksek miktara çıkarılabilir.

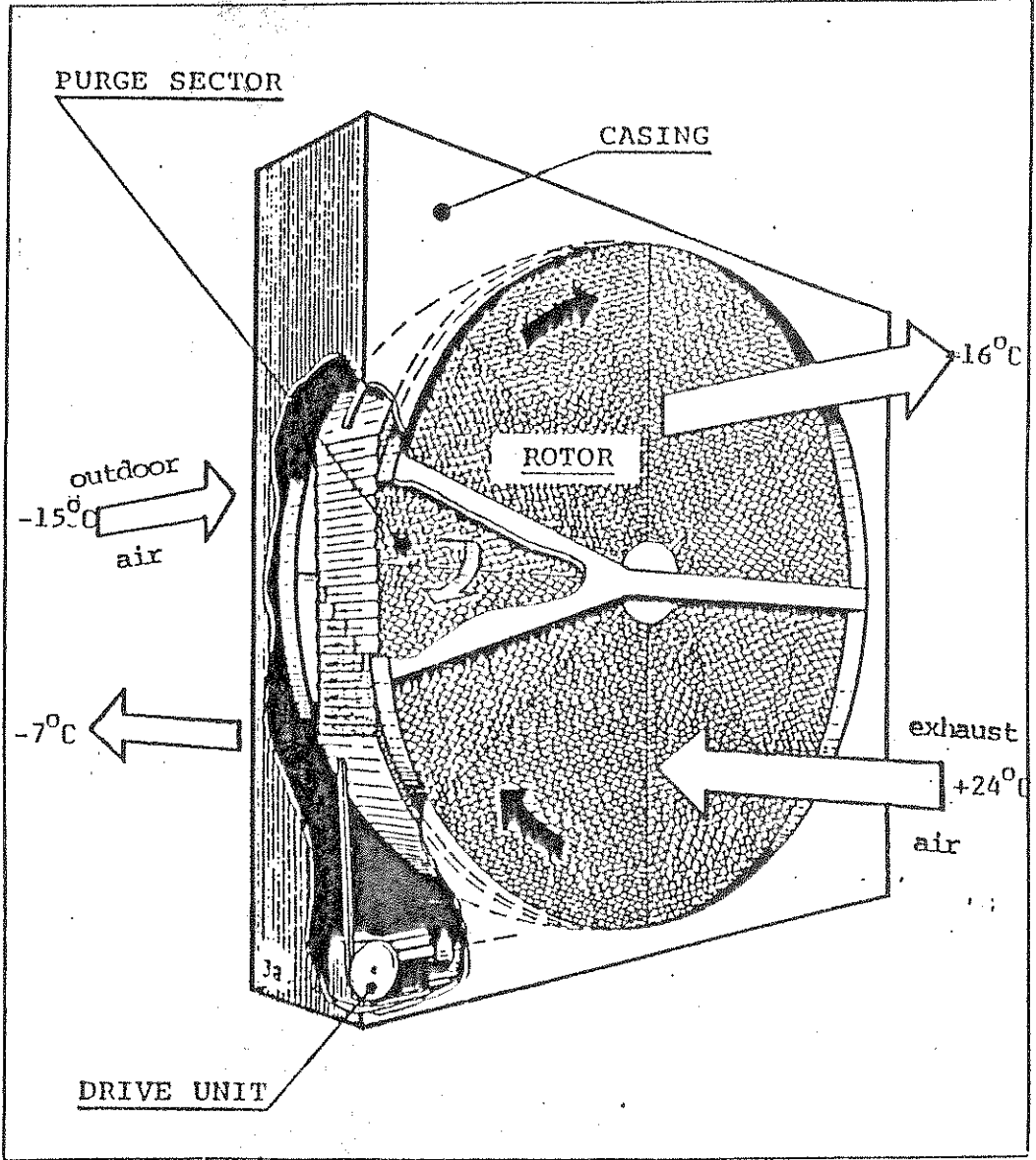
Heat pump'lı sistemlerde ise, yazın soğuk su, kışın ise sıcak su elde edilir. Ancak kışın soğutulan suyun göl, deniz, nehir veya yer altına verilmesi gerekmektedir.

### 3. PROJELENDİRMEDEKİ KİSTASLAR

#### a. Kompresör kapasitesine göre

Pistonlu kompresörlü  
Rotary kompresörlü  
Vida kompresörlü  
Santrifüj kompresörlü  
Kapasite Ton/Frigo

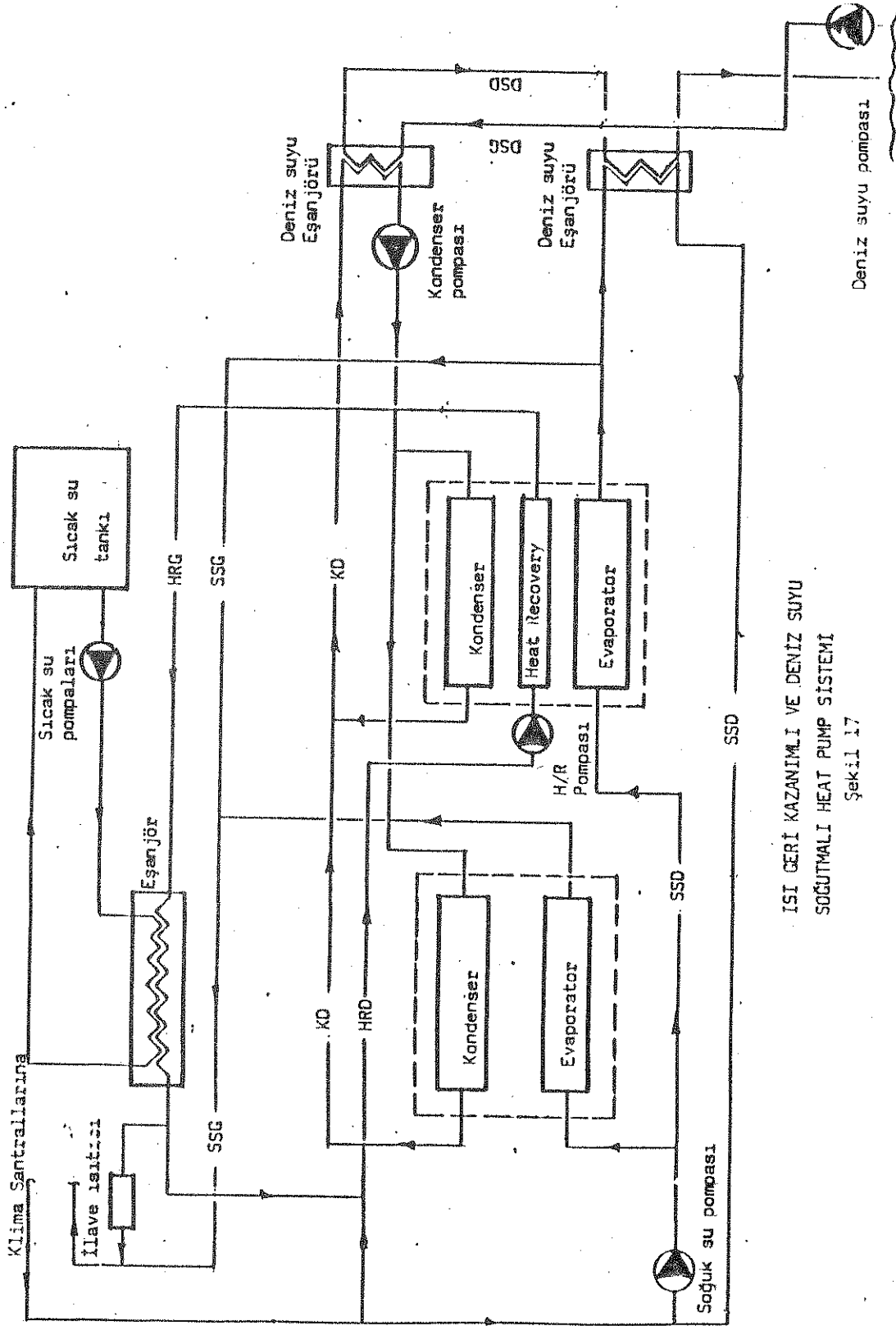
1	10	20	40	80	100	150	200	1000	1500	2000	



Havadan-havaya Isı geri kazanım cihazı

Şekil 15





ISI GERİ KAZANIMLI VE DENİZ SUYU  
SOĞUTMALI HEAT PUMP SİSTEMİ  
Şekil 17



BEYTUR OTEL EKONVOENT KLİMA İSİ GERİ KAZANIM HESAPLARI

YAZ KOSULLARI (37 C DİS HAVA) KIS KOSULLARI (+3 C DİS HAVA)

UNİTE	TAZE HAVA (M <sup>3</sup> /H)	EKONVOENT MODEL	VERİM (%)	ODA SIKIŞI (C)	EKONVOENT OLMADAN (KW/H)	EKONVOENT İLE (KW/H)	TASARRUF (KW/H)	ODA	EKONVOENT SIKIŞI (C)	EKONVOENT OLMADAN (KW/H)	EKONVOENT İLE (KW/H)	KAZANÇ (KW/H)
AC 1	4600	1330	77	25.3	31.02	10.01	21.01	22	17.6	37.23	14.33	22.70
AC 2	10330	1900	76	25.6	49.80	23.03	46.77	22	17.4	83.76	33.37	50.39
AC 3	13800	2150	77	25.3	93.07	30.01	63.06	22	17.6	111.68	43.60	68.08
AC 4	11662	2900	76.5	25.3	78.65	25.66	52.99	22	17.3	94.38	37.22	57.16
AC 6	10200	1900	78	25.3	68.79	21.67	47.12	22	17.3	82.33	31.37	50.96
AC 7	15600	2400	79	25.2	105.21	32.33	72.86	22	18.0	126.25	47.29	78.96
V 2	4300	1330	77	25.3	29.00	9.33	19.63	22	17.6	34.80	13.59	21.21
V 3	5300	1500	78	30.0	25.97	9.24	16.73	30	24.1	59.33	20.29	39.06
V 5	22500	2900	78	25.3	131.74	47.80	103.94	22	17.3	182.09	69.63	112.44
V 7	20000	2650	78	25.3	134.88	42.49	92.39	22	17.3	161.86	61.91	99.95
V 9	30000	4600	77	25.3	337.21	108.75	228.46	22	17.5	404.63	157.98	246.67
					1123.34	360.36	765			1578.50	531.00	848

Say : 5 saat/gün çalışmada 573750 KW

7ay : 5 saat/gün çalışmada 889980 KW

TOPLAM YILLIK KAZANÇ : 1469730 KW

# DIRECT EXPANSION SYSTEM POWER SAVINGS ANALYSIS

**HERE ARE THE FACTS:**

*I'm convinced  
after our recent  
experience.*

Typical 121-130 ton system, 1823 hours, Cherry Hill, NJ					
	Centrifugal Packaged Chiller Water Cooled		Screw Compressor Direct Expansion System		
			Air Cooled	Water Cooled	Evap. Cooled
1. KW/ton @ Full load (compressor)	.80	.70	1.00	.73	.70
2. Condensing unit or packaged chiller KWH to satisfy building load	99,276	86,866	112,620	90,293	99,224
3. Cooling Tower, Evap. condenser or air cooled cond. (KWH)	13,204	13,204	Packaged Unit, KWH Incl. Above	13,204	Packaged Unit, KWH Incl. Above
4. Chilled Water Pump (KWH)	17,227	17,227	Not Req'd.	Not Req'd.	Not Req'd.
5. Condenser Water Pump (KWH)	11,484	11,484	Not Req'd.	11,484	Not Req'd.
6. Total Annual KWH (Total of lines 2, 3, 4, 5)	141,191	128,781	112,620	114,981	99,224
7. Net Tons (From Compressor Ratings)	126.0	126.0	121.4	127.9	130.0
8. Annual KWH/Ton (Divide line 6 by line 7)	1,121	1,022	920	899	763
9. Comparison of annual KWH/Ton vs. .80 KW/ ton centrifugal vs. .70 KW/ ton centrifugal	Base	Base	Savings 17.2%	Savings 19.8%	Savings 31.9%
			9.2%	12.0%	25.3%
10. Total BTU (1,000) per year (Based on annual building load profile)	1,544,484	1,544,484	1,488,096	1,567,788	1,593,540
11. System EER (Divide line 10 by line 6)	10.9	11.9	13.2	13.6	16.0
12. Comparison of EER vs. .80 KW/ton centrifugal vs. .70 KW/ton centrifugal	Base	Base	+21.1%	+24.7%	+46.8%
			+10.9%	+14.3%	+34.5%

Table 2

*These figures  
are terrific*

Enerji kazanım Mukayese tablosu

b. Cihaz tipine göre

Hava soğutmalı grup

Evaporatif soğutmalı grup

Su soğutmalı grup

Absorption grup

Kapasite ton frigo

1	5	10	20	40	30	100	150	200	400	500	1500	2000	

c. Kapasite performansı na göre (tablo 2)

1°- EER (Energy Efficiency Ratio) Enerji verimlilik oranı

$$EER = \frac{q}{P}$$

q= Devamlı çalışmadaki harcanan soğutma yükü (BTU/h)

p= Sistemin çalışmasında kompresör, fan ve pompalar için gerekli toplam enerji (W)

EER değerleri cihazın max soğutma kapasitesindeki performansını belirler bu değer ne kadar yüksek olursa o cihazın verim performansının o kadar yüksek olduğu anlaşılır. EER hesaplamasında max kapasitedeki değer esas alındığından kısmi yüklerdeki değerler dikkate alınmaz bu nedenle EER kaba bir verim değerlendirmesidir.

2°- COP (Coefficient of performance) Performans kat sayısı

$$COP = \frac{\text{Elde edilen enerji (W)}}{\text{Harcanan enerji (W)}}$$

Bu katsayı birimsiz olup soğutma ve özellikle ısıtma kapasitesi performansını belirler. Değerler büyüdükçe verim artar.

3°-IPLV (Integrated Part load value) (şekil 18)

$$IPLV = 0.1 \left( \frac{A+B}{2} \right) + 0.5 \left( \frac{B+C}{2} \right) + 0.3 \left( \frac{C+D}{2} \right) + 0.1D$$

A= Kw/Ton % 100 Kapasitede

B= Kw/Ton % 75 Kapasitede

C= Kw/Ton % 50 Kapasitede

D= Kw/Ton % 25 Kapasitede

Bu değerlerin mukayesesi ARI standartına göre 85-95 °F kondenser, 54-44 °F Evap su sıcaklıkları ve .0005 kirlilik oranına göre yapılmaktadır.

4°- APLV (Application part load value) Tatbiki kısmi yük değeri (şekil 19) (Tablo 3)

$$\text{APLV} = \frac{\text{IPLV} \times \text{Kw/Ton proje çalışma değeri}}{\text{Kw/Ton ARI standart değeri}}$$

IPLV ve APLV değerlerini kullanarak oransal kapasite kontrollü kompresörlü Chiller soğutma gruplarında verimlilik mukayesesi yapılır ve bu rakkamlar grup tercihlerinde ekonomik kullanım açısından en mühim faktörü oluşturur.

Tablo 3 de belirtilen bir tatbikatta görüleceği gibi santrifüj grubunun EER değeri vidalı gruptan daha yüksek olması bu grubun daha az enerji harcadığını göstermez. Bu grupların muhakkak IPLV ve APLV değerlerini mukayese etmek gerekir. Tablodan da grldği gibi Vidalı grubun IPLV değeri hayli düşüktür ve kısmi yüklerde daha az enerji harcar. Niteim Tablo 4 de Santrifüj ve Vidalı grupların kısmi yüklerdeki enerji harcamasına bakıldığında 600 Ton / frigo kapasitesindeki soğutma grubunda Vidalı grubun 132907 Kw daha az enerji harcadığı görülür.

d. Çalışma maliyetine göre (Tablo 4 ve 5)

C (Cost of Operation) alışma maliyeti

$$C = R \times H \times Kw$$

C= alışma maliyeti (TL)

R= Ortalama Enerji maliyeti (TL/Kwh)

H= alışma süresi (saat)

Kw= Harcanan enerji

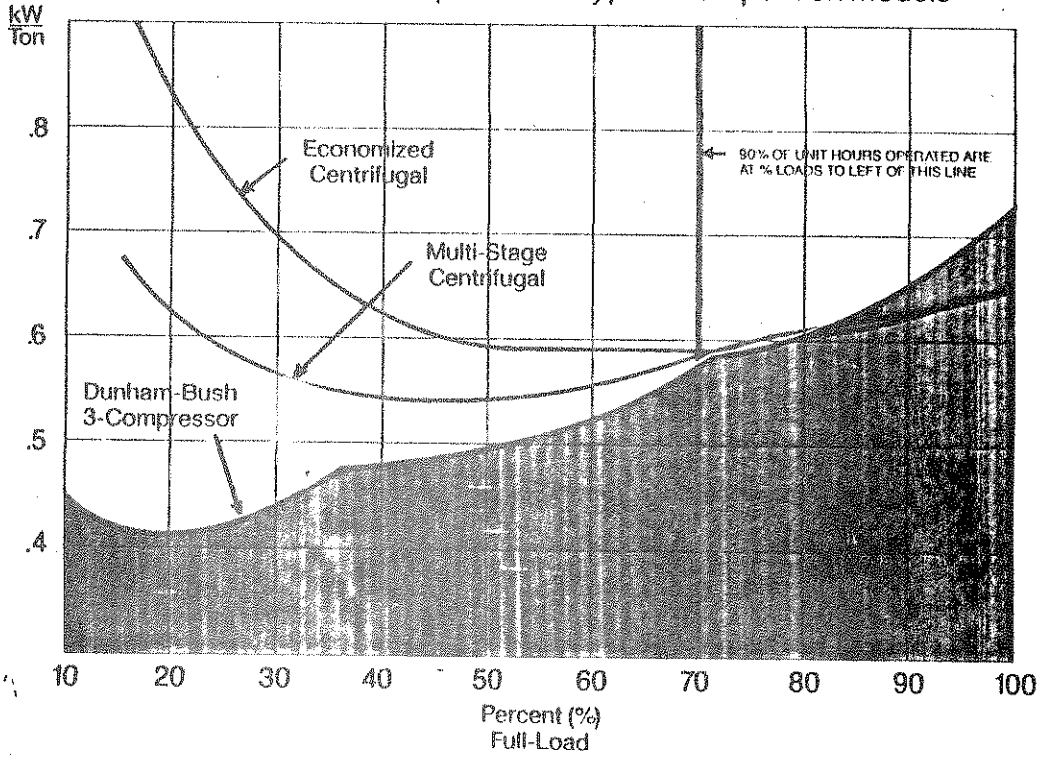
Tablo 4 de değişik kompresörlü soğutma gruplarının bir mevsim (4035 saat) alışma anındaki enerji sarfiyatını ve enerji tasarrufundan dolayı çalışma maliyet farkını göstermektedir.

Tablo 5 de bir tatbikat için kullanılacak soğutma grubunun Hava veya su soğutmalı olması halinde işletmedeki enerji maliyetinin fetireceği finans harcamasını göstermektedir. Enerji maliyetine göre sistemlerin seğimini daha kolaylaştıştışmaktadır.

Yukarıda verilen değişik yaklaşımlar dikkate alınarak en uygun ve ekonomik sistem seğiminin yapılması gerekmektedir. Bu seğimin isabetli olması, Proje mühendisinin veya Müşavirinin tecrübesine, sistemler arası Enerji tasarruf mukayese cetvellerinin titizlikle hazırlanmasına ve bu mukayeselerde bulunacak tesis ve işletme ve bakım maliyetlerinin neticesine bağlıdır.

## WCX-A . . . Total Energy Savings

The red line shows the new three compressor  
WCX-A series compared with typical competition models

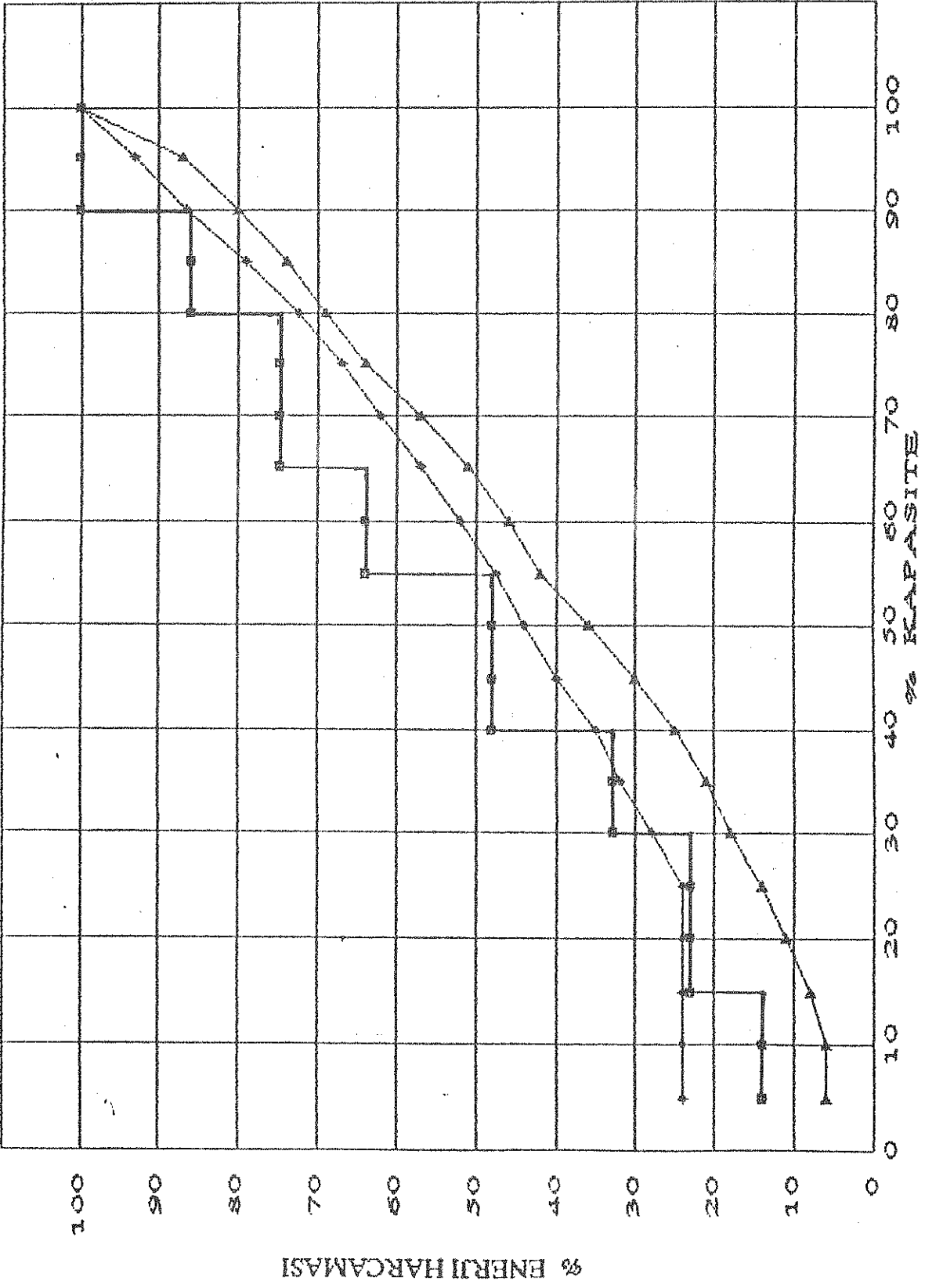


ARI Integrated Part-Load Valve (IPLV)  
From ARI 550-86  
IPLV = .528

Şekil 18

Kısmi Yük Enerji Kazanım Mukayesesi

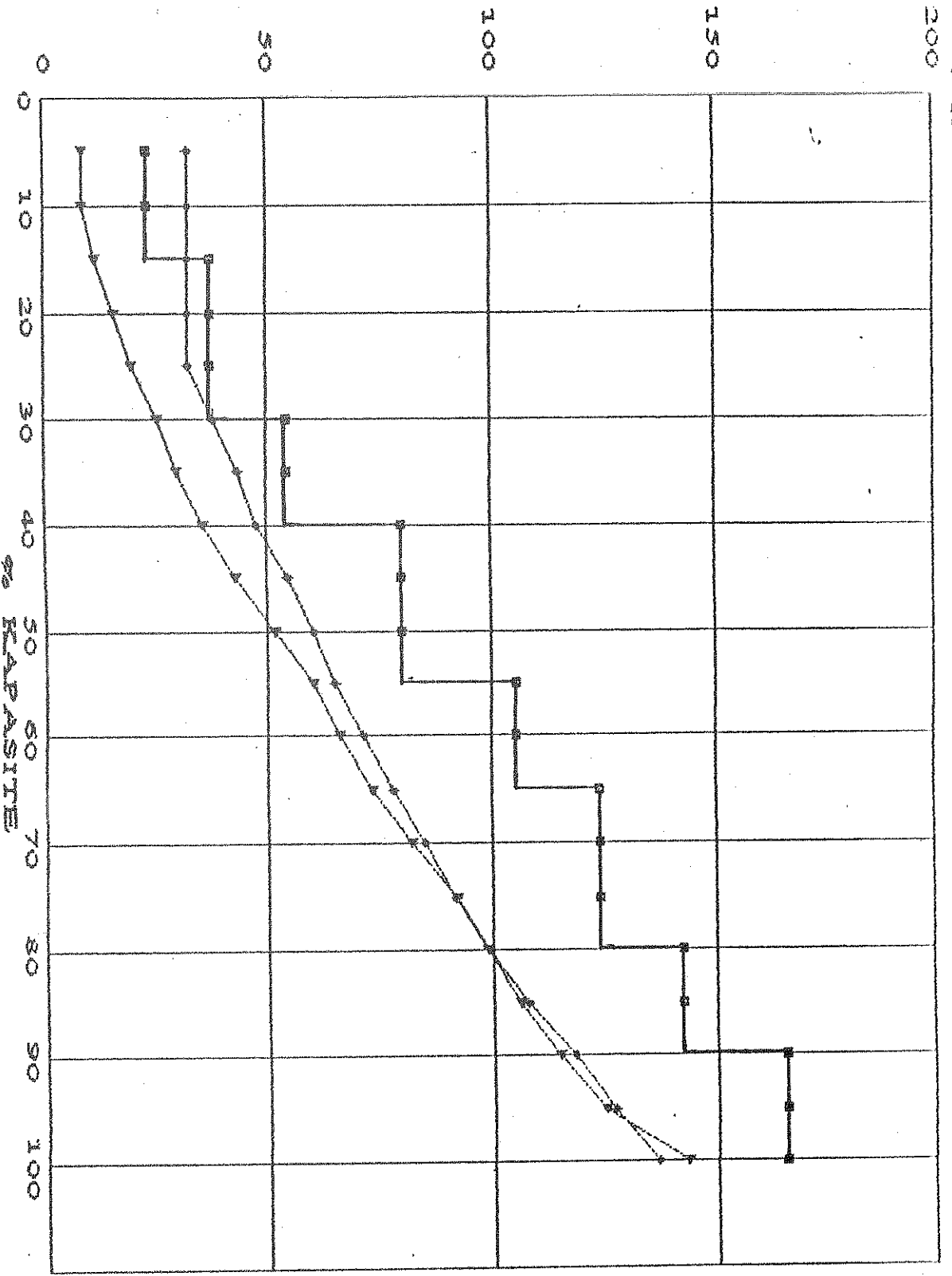
# KISMI YUK ENERJİ MUKAYESESİ



—□— PİSTONLU —▲— SANTRİFUJ —▲— VIDALI  
Şekil 19 a

# KW ENERJI HARCAMASI

KİŞİ YÜK ENERJİ MUKAYESESİ



PİSTONLU
  SANTRİFÜJ
  VİDALI

Şekil 19 b

KISMI YÜK ENERJİ MUKAYESESİ

=====

KAPASİTE (%)	PİSTONLU		SANTRİFUJ		VİDALI	
	(%)	(KW)	(%)	(KW)	(%)	(KW)
5	14	23.3	24	32.8	6	8.6
10	14	23.3	24	32.8	6	8.6
15	23	37.6	24	32.8	8	11.5
20	23	37.6	24	32.8	11	15.8
25	23	37.6	24	32.8	14	20.1
30	33	54.3	28	38.3	18	25.8
35	33	54.3	32	43.7	21	30.2
40	48	79.8	35	47.8	25	35.9
45	48	79.8	40	54.7	30	43.1
50	48	79.8	44	60.1	36	51.7
55	64	105.5	47.5	64.9	42	60.3
60	64	105.5	52	71.1	46	66.1
65	75	124.2	57	77.9	51	73.2
70	75	124.2	62	84.8	57	81.9
75	75	124.2	67	91.6	64	91.9
80	86	142.5	72.5	99.1	69	99.1
85	86	142.5	79	108.0	74	106.3
90	100	165.9	86.5	118.2	80	114.9
95	100	165.9	93	127.1	87	124.9
100	100	165.9	100	136.7	100	143.6
KAPASİTE (TON)	=	199.5		199.0		191.8
ENERJİ YÜKÜ	=	165.9		136.7		143.6
EER (BTUH/WATT)	=	14.43		17.47		16.03
COP (WATT/WATT)	=	4.23		5.12		4.70
IFLV	=	----		0.625		0.550

Tablo 3





## HAVA SOĞUTMA VE SU SOĞUTMALI SİSTEMLERİN MUKAYESESİ

Sistemler (7) aylık bir sezon baz alınarak değerlendirilmiştir.

### YATIRIM MİKTARLARI

#### A) Su Soğutmalı Sistem

a) Soğutma grubu	: 2 x 63.000.-\$ x 7.600.-TL/\$	=	957.600.000.-TL
b) Soğutma Kulesi	: 2 x 55.000.000.-TL	=	110.000.000.-TL
c) Kule pompaları	: 4 x 12.000.000.-TL	=	48.000.000.-TL
			<hr/>
	Toplam	=	1.115.600.000.-TL

#### B) Hava Soğutmalı Sistem

a) Soğutma grubu	: 2 x 75.600.-\$ x 7.600.-TL/\$	=	1.149.120.000.-TL
------------------	---------------------------------	---	-------------------

### ENERJİ MUKAYESESİ

#### A) Su Soğutmalı Sistem

a) Kompresör	: 2 x 451.980 kw	=	903.960 kw
b) Kule Fanları	: 2 x 30 kw x 5.018 saat	=	301.080 kw
c) Pompalar	: 4 x 15 kw x 5.018 saat	=	150.540 kw
			<hr/>
	Toplam	=	1.355.580 kw

#### B) Hava Soğutmalı Sistem

a) Kompresör	: 2 x 780.822 kw	=	1.561.645 kw
b) Kondenser Fanları:	(4 x 7.5 kw) x 2 x 5.018	=	301.080 kw
			<hr/>
	Toplam	=	1.862.725 kw

### İŞLETME MASRAFI (YILLIK)

#### A) Su Soğutmalı Grup

$$1.355.080 \text{ kw} \times 650.-\text{TL/kw} = 881.127.000.-\text{TL/Yıl}$$

#### B) Hava Soğutmalı Grup

$$1.862.725 \text{ kw} \times 650.-\text{TL/kw} = 1.210.771.200.-\text{TL/Yıl}$$

$$\text{İŞLETME FARKI} = 329.644.200.-\text{TL/Yıl}$$

### SONUÇ

Her iki sistemin mukayesesinde yatırım miktarları hemen hemen aynı olduğu halde su soğutmalı sistem işletme maliyeti olarak her sene bugünkü fiyatlara göre 329.644.200.-TL ekono mi getirmektedir.

Tablo 5

## KAYNAKLAR:

- 1- ASHRAE Handbook Fundamentals
- 2- Dunham Bush Inc. USA teknik neşriyat
- 3- Lennox Inc. USA teknik neşriyat
- 4- Robur Ga. USA teknik neşriyat

## ÖZGEÇMİŞ

1953 yılında YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ'n den Makina Mühendisliği, 1964 yılında THE CITY UNIVERSITY OF NEWYORK da Master derecesi aldı. Nato ve Emekli Sandığı Otel İnşaatlarında Kontrol Mühendisi olarak çalıştı. 1965 yılında FORM A.Ş. ni kurdu. Halen Soğutma, Havalandırma, Nemlendirme ve Nem alma konularında Taahüt, Mümessillik ve İmalat yapmakta olan bu şirketin idarecisi olarak çalışmalarına devam etmektedir.