

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

128649

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ
TÜRKİYE'DE YAZ VE KIŞ KLİMASINDA UYGULAMA
ALANLARININ BELİRLENMESİ

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİZYON MERKEZİ

Makina Mühendisi M.Ünal KOÇ

FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Galip Temir

[Handwritten signature]

Y. Doç. Dr. Nurten Vardar

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
Prof. Dr. Hüsnü HEPERKAN

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Galip TEMİR

Y.D

128649

İSTANBUL, 2002

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	i
KISALTMA LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	1
2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	3
2.1 Rüzgar Enerjisi	3
2.2 Jeotermal Enerji	5
2.3 Güneş Enerjisi	7
3. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	10
4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI	14
4.1 Buhar Sıkıştırılmalı Soğutma Makinaları	14
4.2 Ejektörlü Soğutma Makinaları	21
4.3 Absorbsiyonlu Soğutma Makinaları	22
5. ABSORBSİYONLU SİSTEMLERİN İNCELENMESİ	24
5.1 Absorbsiyonlu Sistemlerde Soğutucu-Absorber Çiftlerinde Aranılan Özellikler	24
5.2 LiBr - H ₂ O Absorbsiyonlu Sistemin İncelenmesi	26
5.3 NH ₃ - H ₂ O Absorbsiyonlu Sistemin İncelenmesi	28
5.4 Tersinir Absorbsiyonlu Soğutma Çevriminin Soğutma Tesir Katsayısının Hesaplanması	30
6. LiBr-H ₂ O ABSORBSİYONLU ÇEVİRİM KOMPONENTLERİNİN İNCELENMESİ	35
6.1 Sistem Komponentleri	35
6.1.1 Jeneratör	35
6.1.2 Isı Değiştirici	37
6.1.3 Genleşme Valfi	38
6.1.4 Absorber	38
6.1.5 Eriyik Pompası	40
6.1.6 Yoğuşturucu	40

6.1.7	Buharlaştırıcı	41
6.2	LiBr-H ₂ O Absorbsiyonlu Çevriminin Soğutma Tesir Katsayısının Hesaplanması	42
7.	GÜNEŞ ENERJİLİ ABSORBSİYONLU SİSTEMİN İNCELENMESİ	44
7.1	Güneş Kollektörlerinin Özellikleri	44
7.2	Güneş Enerjili Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Modellemesi	45
7.3	Bilgisayar Programlarının Kullanımı	49
7.4	Bilgisayar Programlarının İncelenmesi	50
7.5	Program Sonuçlarının İncelenmesi	55
8.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	62
	KAYNAKLAR	64
	EKLER	65
Ek 1	Programlar	65
Ek 2	Hesap Tabloları	87
Ek 2	Formlar ve Program Sonuçları	91
	ÖZGEÇMİŞ	96

SİMGE LİSTESİ

A	Yüzey alanı
A	Amirik bir katsayı
COP	Soğutma tesir katsayısı
C _p	Güç sayısı
C _p	Çözeltinin özgül ısısı
c(z)	Derinliğin fonksiyonu olarak yerkabuğunun etken özgül ısısı
d	Stefan Boltzman Sabiti
E	Enerji miktarı
F _R	Isı eşanjörü performans değeri
g	Sirkülasyon faktörü
h	Entalpi
H	Rüzgar hızının hesaplanması istenen yükseklik
I	Güneş ışınım miktarı
KE	Kinetik Enerji
K _y	Kayıp iş
m	Kütle
P	Rüzgar gücü
PR	Rotordan elde edilen güç
Q _{abs}	Absorberden çekilen ısı miktarı
Q _{buh}	Buharlaştırıcıdan çekilen ısı miktarı
Q _{jen}	Jeneratöre verilen ısı miktarı
Q _{yog}	Yoğuşturucudan çekilen ısı miktarı
RE	Rüzgar Enerjisi
r(z)	Derinliğin fonksiyonu olarak yoğunluk
T	Periyot
T _i	Eleman sıcaklığı
T _o	Çevre sıcaklığı
T	Sıcak cismin sıcaklığı
T _s	Depo sıcaklığı
T _{ort}	Ortam sıcaklığı
T(z)	Derinliğin fonksiyonu olarak sıcaklık
U _L	Kollektörün toplam ısı geçiş katsayısı
U _t	Kollektörün taban yüzeyi ısı geçiş katsayısı
U _b	Kollektörün yan yüzeyi ısı geçiş katsayısı
x	Konsantrasyon
V	Hacim
V	Hesaplanmak istenen rüzgar hızı
V ₀	H ₀ yüksekliğinde ölçülen rüzgar hızı
z	Alan altındaki düşey derinlik
z _f	İstenen hesaplama derinliği
λ	Dalga boyu
λ	Uç Hız Oranı
ΔT _m	Logaritmik sıcaklık farkı
ΣS	Sistem sınırları içerisindeki entropi değişimi
ΣQ _i	Toplam ısı alışverişi
ΣU	Sistem sınırları içerisindeki iç enerji değişimi
ΣW	Toplam iş alışverişi
δ	Stefan Boltzman sabiti

$\tau\alpha$	Cam ve plakanın düzeltilmiş geçirgenlik ve yutma oranı
ρ_c	Camın yansıtma oranı
α_p	Plakanın yutma oranı
ε	Isı eşanjör tesir katsayısı



KISALTMA LİSTESİ

EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
MTA	Maden Teknik Arama
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
UNDP	United Nations Development Programes



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Yerel rüzgar sirkülasyonu 4
Şekil 2.2	Dünyanın iç yapısı 6
Şekil 2.3	Güneş spektrumu.. 8
Şekil 3.1	Türkiye'nin jeotermal sahaları 10
Şekil 4.1	Buhar sıkıştırılmalı soğutma makinası 15
Şekil 4.2	Güneş enerjili tahrikli buhar sıkıştırılmalı soğutma makinası..... 16
Şekil 4.3	Jeotermal enerjili iki kademeli ayrıştırma sistemi ve iki kademeli türbinden oluşan sistem 18
Şekil 4.4	Hem fosil yakıt hem de jeotermal enerjinin birlikte kullanıldığı hybrid çevrimle enerji elde edilmesi 19
Şekil 4.5	Ejektörlü soğutma makinası 22
Şekil 4.6	Absorbsiyonlu soğutma makinası 23
Şekil 5.1	Kesikli çalışan absorbsiyonlu sistem 26
Şekil 5.2	Sürekli çalışanLiBr-H ₂ O absorbsiyonlu soğutma sistemi 28
Şekil 5.3	LiBr-H ₂ O basınç-sıcaklık-LiBr konsantrasyonu denge diyagramı 29
Şekil 5.4	Sürekli çalışan NH ₃ -H ₂ O absorbsiyonlu soğutma sistemi 30
Şekil 5.5	NH ₃ -H ₂ O basınç-sıcaklık-LiBr konsantrasyonu denge diyagramı 31
Şekil 5.6	Absorber sıcaklığındaki değişimin sistemin COP değerine etkisi 33
Şekil 5.7	Buharlaştırıcı sıcaklığındaki değişimin sistemin COP değerine etkisi 34
Şekil 5.8	Yoğusturucu sıcaklığındaki değişimin sistemin COP değerine etkisi 34
Şekil 5.9	Jeneratör sıcaklığındaki değişimin sistemin COP değerine etkisi 35
Şekil 6.1	Jeneratördeki ısı ve kütle dengeleri 37
Şekil 6.2	Parelel akımlı zıt yönlü ısı değiştiricisi olarak seçilen jeneratör 38
Şekil 6.3	Jeneratör ve absorber arasına yerleştirilen paralel akımlı zıt yönlü ısı değiştiricisi 39
Şekil 6.4	Absorberdeki ısı ve kütle dengeleri 40
Şekil 6.5	Parelel akımlı zıt yönlü ısı değiştiricisi olarak seçilen absorber 41
Şekil 6.6	Parelel akımlı zıt yönlü ısı değiştiricisi olarak seçilen yoğusturucu 42
Şekil 6.7	Parelel akımlı zıt yönlü ısı değiştiricisi olarak seçilen buharlaştırıcı 43
Şekil 7.1	Güneş enerjili absorbsiyonlu soğutma sistemi46
Şekil 7.2	Düz yüzeyli borulu sıvı kollektöründeki ısı kayıpları 47
Şekil 7.3	5 m ³ deponun güneşten çektiği enerji ve ihtiyaç duyulan yardımcı enerji 58
Şekil 7.4	7.5 m ³ deponun güneşten çektiği enerji ve ihtiyaç duyulan yardımcı enerji ... 59
Şekil 7.5	10 m ³ deponun güneşten çektiği enerji ve ihtiyaç duyulan yardımcı enerji 59
Şekil 7.6	Fiyat karşılaştırma 60
Şekil 7.7	5 m ³ deponun aylık sıcaklığı 61

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1	Bölgelere göre ortalama rüzgar hızları ve ortalama rüzgar yoğunluğu 12
Çizelge 3.2	Aylık ortalama rüzgar hızları 12
Çizelge 3.3	Bölgelere göre güneş enerjisi potansiyeli 13
Çizelge 4.1	Uç hız oranına göre kanat sayısı 20
Çizelge 7.1	Şehirlerde kışın ihtiyaç duyulan ısıya göre kullanım alanı çatı alanı oran 56
Çizelge 7.2	Şehirlerde yazın ihtiyaç duyulan soğutma yüküne göre kullanım alanı çatı alanı oranı 57
Çizelge 7.3	Şehirlerin 10 yıllık ısınma ihtiyaçlarını karşılayacak yakıtların maliyeti.. ..58



ÖNSÖZ

Yenilenebilir enerji kaynakları hızla tükenmekte olan fosil yakıtlara günümüzde bir alternatif oluşturmaktadır.

Bu konu üzerine çalışmamı sağlayıp bilgi ve tecrübesiyle bana her konuda yardımcı olan hocam Sayın Doç. Dr. Galip TEMİR' e, bilgisayar programını hazırlamadaki yardımlarından dolayı arkadaşım Ünal KARAASLAN' a, tezin hazırlanmasında bana her türlü desteği veren arkadaşım Bora ŞAHİN ve aileme teşekkürü borç bilirim.

Mustafa Ünal KOÇ
Eylül 2002



ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynakları, temiz olmalarından ve fosil yakıtların hızla tükenmekte olmasından dolayı günümüzde fosil yakıtlara bir alternatif oluşturmaktadırlar.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerjinin ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılma alanları incelenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkemizdeki enerji potansiyelleri incelenmiş ve soğutma sistemlerinden özellikle absorpsiyonlu soğutma sistemi üzerinde durulmuş, LiBr-H₂O sisteminin komponentleri incelenip logaritmik sıcaklık farkı metoduyla boyutlandırmaları yapılmıştır.

PHP ve MySQL ile hazırlanan birinci program yardımıyla, güneş enerjili LiBr-H₂O absorpsiyonlu sisteminin, her şehir için ihtiyaç duyulan soğutma yüküne karşılık gerekli olacak kollektör alanı ve girilecek çalışma şartları için soğutma tesir katsayısı ve komponentlerin alanları hesaplanır. İkinci programla, şehirlerin ısıtma veya soğutma durumlarında ihtiyaç duydukları enerjiyi karşılamak için gerekli olan kollektör alanı ve çatı alanının kollektöre yeterliliği belirlenir. Bu programlara "<http://unal.kilavuz.net>" adresinden ulaşip uygulamalarınızda kullanmanız mümkündür. Bu programların dışında Bursa ili için 2000-2001 yılları verilerine göre absorpsiyonlu soğutma sisteminin ihtiyaç duyduğu deponun maliyet analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, absorpsiyonlu soğutma

ABSTRACT

Renewable energy resources constitute an alternative to fossil fuels nowadays because of being clean and fossil fuels are exhausted rapidly.

Usage area in heating and cooling systems of solar energy, wind energy and geothermal energy from renewable energy resources were examined.

Energy potentials of renewable energy resources in our country were examined and particularly cooling with absorption system from cooling systems are emphasized, components of LiBr-H₂O system were inspected, dimensions was done with the logarithmic heating difference method.

With the help of the first program which is prepared by PHP and MySQL, collector field which will be required in response to cooling load needed for each city and coefficient of performance and fields of components for entered working conditions of LiBr-H₂O absorption system with solar energy are calculated. With the second program, being necessary collector field and roof field's sufficiency to meet city's needed energy in heating or cooling situations is determined. These programs can be reached from "<http://unal.kilavuz.net>" and is possible to be used in your applications. Apart from these programs, according to 2000-2001 data for Bursa city, cost analysis of warehouse which is needed in cooling with absorption system were done.

Keywords : Renewable energy, solar energy, wind energy, geothermal energy, absorption cooling.

1. GİRİŞ

Enerjiyi basit olarak iş yapabilme yeteneği olarak tanımlayabiliriz. Termodinamiğin 1. Kanununa göre ise enerji, fiziksel veya kimyasal değişimlerle yaratılamaz ve yok edilemez, sadece bir formdan başka bir forma dönüştürülebilir. Enerjinin, tüketimi gelişmişliğin bir göstergesi kabul edilir. Uluslararası Enerji Ajansı , gelişmekte olan ülkelerin toplam enerji kullanımının 2010 yılında dünya toplamındaki paylarının %27'den %40'a çıkacağını tahmin etmektedir. Enerji tüketiminde ki hızlı artış endüstri devrimi ile başlar ve bu artışın durağanlaşması beklenemez. 2000-2100 yılları arasında dünyanın kümülatif enerji tüketiminin en az 82500 EJ olacağı hesaplanmıştır. Dünyanın çıkarılabilir petrol ve doğal gaz rezervleri bu enerjiyi karşılayamamaktadır. Dünya petrol yataklarına ortalama 40 yıl, doğal gaz yataklarına 60 yıl, kömür yataklarına ise 250 yıl ömür biçilmektedir. Bunun yanında sürekli bir artışla fosil yakıt tüketimi, yanma sonucu açığa çıkan gazların sera etkisi nedeniyle küresel ısınmaya ve asit yağmurlarına sebep olup en önemli çevre sorunlarından biri olmuştur. Yanma sonucu açığa çıkıp küresel ısınmaya sebep olan gazlar CO₂ ve N₂O'dir. Karbon küresel ısınmaya sebep olan gaz emisyonlarından en büyük paya sahip olanıdır. Endüstri devriminden sonra dünya genelindeki karbon emisyonları %27 oranında artış göstermiş olup günümüzde bu oran %85 civarındadır. N₂O ise bu gaz emisyonlarından %2 paya sahiptir fakat küresel ısınmaya etkisi CO₂'den 310 kat daha fazladır. Yanma sonucu açığa çıkan gazlardan SO₂ ve NO_x asit yağmurlarına sebep olurlar ve insan sağlığını olumsuz etkilerler. Bu gazlar atmosferdeki etkileşimleri sonucu sülfat ve nitrat partiküllerine dönüşüp rüzgarla çok uzun mesafeler kat edebilir ve solunum yoluyla insanların akciğerlerine girip insan sağlığına zarar verir. Araştırmalar partikül miktarlarının oranındaki artışın, bronşit ve astım hastalıkları ve kalp, akciğer rahatsızlıklarından meydana gelen ölüm oranlarındaki artışta etkili olduğunu göstermektedir. Yeryüzünde dünya nüfusunun sürekli artışı, insanların yaşayabileceği alanların sınırlı olması ve fosil yakıt tüketiminin de bu alanları daha da sınırlayıp yaşamaya elverişli koşulları ortadan kaldırması insanların daha duyarlı olmasını gerekli kılmıştır. 1992 yılında Brezilya'da gerçekleştirilen Rio konferansında Birleşmiş Milletler insan etkilerinden kaynaklanan iklim değişikliklerinin önüne geçilmesi için tüm dünya ülkelerini daha duyarlı olmaya Rio' da imzaya açılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği sözleşmesini imzalamaya davet etmiştir. 1970 'deki petrol krizinden sonra, gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına giderek artan bir şekilde önem verilmeye başlanmıştır. Bazı

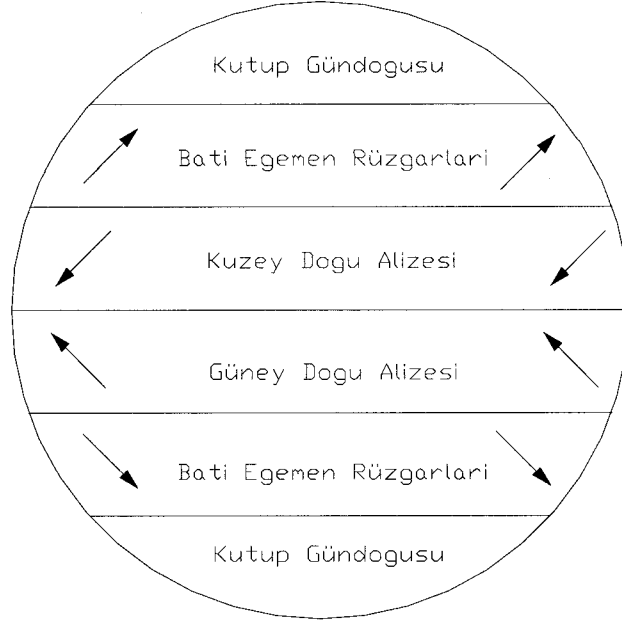
lkeler Őimdiden ellerindeki yenilenebilir enerji potansiyellerini değerlendirme yönünde önemli adımlar atmıŐlardır. İtalya'da 2003 yılından sonra endüstriyel tesislere kullandıkları enerji miktarının %2'si kadar bir miktar yenilenebilir enerji üzerine araştırma, kullanma payı ayırması zorunluluğu getirilmesi kararlaŐtırılmıŐtır. İsrail'de konutların % 84' sıcak su ihtiyaçı güneş enerjisi ile sağlanmakta olup 9 kata kadar olan konutlarda güneş enerjisi ile su ısıtılması zorunluluğu getirilmiŐtir (Çakmanus, 2001).

Bu çalıŐmada yenilenebilir enerji kaynaklarının iklimlendirme sistemlerinde kullanılmaları ve buhar sıkıŐtırmalı, ejektörlü, absorbsiyonlu sistemler üzerinde duruldu. Bu üç sistemden absorbsiyonlu sistemin komponentleri, kütle ve enerjinin korunumu yasalarına göre detaylı olarak incelenip komponentlerin ısı transfer yüzey alanları, komponentler paralel akımlı zıt yönlü ısı deęiŐtiriciler olarak kabul edilip logaritmik sıcaklık farkı metoduyla hesaplandı. Güneş enerjisi ile alıŐan LiBr-H₂O absorbsiyonlu sistemi modellenip bir bilgisayar programıyla sistemin soğutma tesir katsayısı ve sistem için ihtiyaç duyulacak kollektör alanının hesaplanması yoluna gidildi.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

2.1 Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisini çevrime uğramış güneş enerjisi olarak açıklayabiliriz. Rüzgar güneşten gelen enerjinin karaları, denizleri ve atmosferi her yerde özdeş biçimde ısıtmamasından oluşan ve buna bağlı basınç farklarından meydana gelen hava akımlarıdır. Güneş enerjisinin ekvator yakınlarında absorpsiyonu kutuplara göre daha fazladır. Daha hafif ve sıcak olan hava ekvatorun kutuplara doğru akarken bu havanın yerini kutuplardan dönen ağır hava alır. Dünyanın batıdan doğuya dönüşü nedeniyle kuzeye doğru akan hava doğuya, güneye doğru akan hava batıya sapar. Kuzeye akan hava 30° kuzey paraleline geldiğinde tamamen doğuya dönmüş olur. Bu hava akımlarına batı egemen rüzgarları adı verilir. Bir kısım hava yüksek basıncın etkisiyle güneye akar ve dünyanın dönüşüyle batıya saparak Alize rüzgarlarını oluşturur. 50° kuzey paralelinin üzerindeki kutup gündoğusu rüzgarları da aynı sebeple oluşur. Ekvatorun güneyinde aynı şekilde hava akımları oluşur. Dünyanın bütün yüzeyi güneş ısısına eşit tepki göstermez. Bir deniz yüksek ısı depolama yeteneğiyle karadan daha yavaş ısınır ve daha yavaş soğur. Bu farklı ısınma ve soğuma hızları deniz ve kara parçalarının nem ve sıcaklıklarıyla beslenmiş büyük hava kütleleri oluşturur. Gündüzleri kara üzerindeki sıcak hava yükselir ve yerini deniz üzerindeki daha soğuk hava alır. Böylece gündüzleri denizden karaya doğru deniz meltemleri adı verilen rüzgarlar, geceleri ise karadan denize doğru kara meltemleri adı verilen rüzgarlar oluşur. Deniz Meltemleri 3-8 m/s arası hızla eserken Kara Meltemleri 2-4 m/s arası hızla eserler. Bu rüzgarlara benzer şekilde dağlık bölgelerde Dağ-Vadi Meltemleri adı verilen rüzgarlar oluşur. Gündüzleri serin hava güneş etkisiyle ısınarak vadiden dağa doğru yükselir. Gece ise daha hızlı soğuyan dağ havası vadiye inerken daha sıcak olan havayla yer değiştirir. Fakat bu rüzgarlar deniz kara meltemleri kadar güçlü olmadığından enerji kaynağı olarak yetersiz kalırlar.



Şekil 2.1 Yerel Rüzgar Sirkülasyonu

Rüzgarın tesirinde etkili olan üç özelliği vardır.

- Rüzgarın hızı
- Rüzgarın yönü
- Rüzgarın frekansı

Yeryüzünün yerel yüzey yapısına ve düzgün olmayan ısınmasına bağlı olarak bu özellikler zamansal farklılıklar gösterir. Rüzgarın tesirinde etkili olan en önemli özellik rüzgar hızı, coğrafi konum, yüzey yapısı ve yüzeyden olan yükseklikle değişir.

Rüzgar hızının yükseklikle değişimi (2.1) eşitliğiyle formülize edilmiştir. Bu eşitlikte V hesaplanmak istenen rüzgar hızı, V_0 H_0 yüksekliğinde ölçülen rüzgar hızı, H rüzgar hızının hesaplanmasını istenen yükseklik, a 0,16-0,40 değerleri arasında kabul edilen ampirik bir katsayıdır.

$$V / V_0 = (H / H_0)^a \quad (2.1)$$

Rüzgar hareket halindeki hava olup bir kinetik enerjiye sahiptir. Buradan yola çıkarak rüzgar enerjisi (2.5) eşitliği (2.2), (2.3) ve (2.4) eşitliklerinden yararlanarak hesaplanabilir.

$$KE = RE = m \cdot V^2 / 2 \quad (2.2)$$

$$m = \rho \cdot \underline{V} \quad (2.3)$$

$$\underline{V} = V \cdot A \cdot t \quad (2.4)$$

$$RE = \rho \cdot A \cdot V^3 \cdot t / 2 \quad (2.5)$$

Birim zamandaki ($t=1$) rüzgar enerjisi (2.6) eşitliğinden bulunur. Bu güç herhangi bir andaki güçtür. Farklı yörelerin rüzgar güçlerini karşılaştırmada birim alan başına güç, yani güç yoğunluğu terimi (2.7) kullanılmaktadır. Bu formüllerden de görüldüğü üzere rüzgar yoğunluğu rüzgar hızının kübüyle orantılı olarak değişir.

$$P = \rho \cdot A \cdot V^3 / 2 \quad (2.6)$$

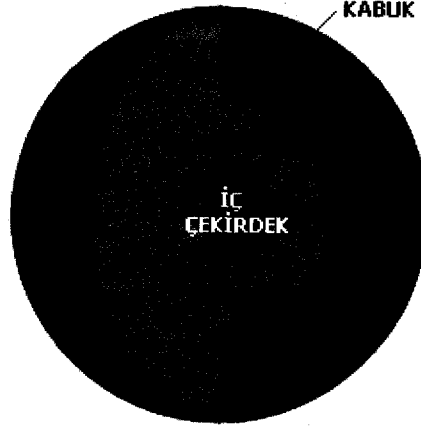
$$P / A = \rho \cdot V^3 / 2 \quad (2.7)$$

2.2 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerjisi en genel anlamda yerküre içindeki depolanan tüm ısı enerjisi olarak tanımlayabiliriz.. Isı kaynağı yerkabuğu içine sokulmuş magnetik bir intrüzyon olup 600-900 °C sıcaklığa sahiptir ve genelde 7-15 km arası derinlikte yer alır. Yerkabuğunun içinden yeryüzüne sürekli ısı akımının sebebi yeraltında stabil olmayan mekanik koşullardır. Mantonun 2000 °C ve yerin merkezinin 3600 °C ortalama ısıya sahip olduğu tahmin edilmektedir. Teorik hesaplara göre yerkabuğunun 0-10 km derinlikleri arasında birikmiş ısı enerjisi $426 \cdot 10^6$ EJ' dür. Bu enerjinin %0 1' inin bugünkü mevcut dünya enerji tüketimine göre 1000 yıllık bir enerji kaynağıdır. Günümüzde ise jeotermal enerji dünya enerji sektöründe sadece %0 2' lik bir paya sahiptir.

Yerkabuğu 5 büyük ve çok sayıda küçük plakadan oluşmuştur. Bunlar Afrika, Avrasya, Hint-Avustralya, Pasifik, Amerika Plakalarıdır. Bu plakalar hareket halindedir. Kırılıp birbirlerinden ayrılırlar ve çarpışırlar. Plakaların temas yerlerinde ısı yerin derinliklerinden magma kütleleri

aracılığıyla yüzeye hızla nakledilir. Plaka sınırları deprem kuşaklarını oluşturur ve yeryüzündeki jeotermal sahaların büyük bir kısmı bu kuşaklarda yer alır (Demirel ve Süzük, 1997).



Şekil 2.2 Dünya'nın İç Yapısı

Yeryüzünün büyük bir kısmı termal alan değildir. Yeryüzünün tüm alanlarını sıcaklık gradyanına göre termal olmayan bölgeler ve termal bölgeler olarak iki grupta toplayabiliriz. Termal olmayan bölgelerde sıcaklık gradyanı 10-40 °C / km arasında kalan bölgeler kabul edilir. Termal bölgeleri ise yaritermal bölgeler ve hipertermal bölgeler olarak kendi arasında ikiye ayırabiliriz. Yaritermal bölgelerde sıcaklık gradyanı 70-80 °C / km aralığındadır, hipertermal bölgelerde sıcaklık gradyanları bu değerlerin çok üzerinde olur.

Jeotermal sahaları kendi arasında yaritermal ve hipertermal sahalar olarak ikiye ayırabiliriz. Yaritermal sahalarda 1-2 km derinliğe kadar ki katmanlardan 100 °C sıcaklığa kadar su üretilebilir. Hipertermal sahalarda ıslak ve kuru sahalar olmak üzere iki grupta toplanabilir.

Islak sahalar sıcaklıkları 100 °C 'yi aşan basınçlı su üretme kapasitesine sahip yerlerdir. Sıcak su kuyu içerisinde yükselerek yeryüzüne çıkarken, basınç düşümü sebebiyle bir kısmı buhara dönüşürken büyük bir kısmı kaynar su halinde bulunur. Kuru sahalar ise doymuş veya kuru buhar üretebilen sahalarlardır. Islak hipertermal sahalar suyun hakim olduğu , kuru hipertermal sahalar da buharın hakim olduğu sahalar olarak adlandırılabilirler.

Bir sahada istenen derinlikte yerkabuğunun belli bir bölgesinde depolanmış ısıyı (2.8) eşitliğinden hesaplayabiliriz. Bu eşitlikte A yüzey alanı, z alan altındaki düşey derinlik, z_f istenen hesaplama derinliği, $\rho(z)$ derinliğin fonksiyonu olarak yoğunluk, $c(z)$ derinliğin fonksiyonu olarak yerkabuğunun etken özgül ısı, $T(z)$ derinliğin fonksiyonu olarak sıcaklık değerleridir.

$$Q(z_f) = A \int_0^z \rho(z) c(z) T(z) dz \quad (2.8)$$

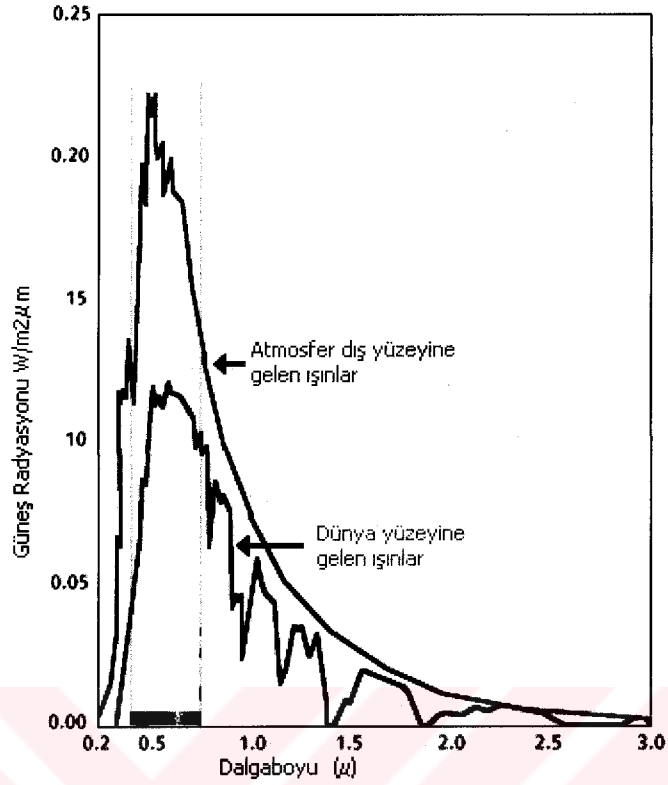
Jeotermal enerjinin kullanımını doğrudan olmayan (elektrik) ve doğrudan olmak üzere iki ana grupta toplayabiliriz. Doğrudan enerji kullanımı endüstriyel tesislerde ve ısıtma kullanılabilir. Genelde yüksek entalpili kaynaklar ($h > 770$ kJ / kg) elektrik üretiminde, düşük entalpili ($h < 630$ kJ / kg) ise, doğrudan olarak kullanılmaktadır (Serpen, 2000).

2.3 Güneş Enerjisi

Güneş hidrojen ve helyum gazlarından oluşan orta büyüklükte bir yıldızdır. Sıcaklığı yüzeyde 6000 °C olup merkeze doğru artar ve 20000000 °C' ye ulaşır. Bu yüksek sıcaklık nedeniyle elektronlar atom çekirdeklerinden ayrılır. Bundan dolayı güneşte atom ve molekül değil serbest elektronlar ve atom çekirdekleri bulunur ve hafif elementlerin atom çekirdekleri bir araya gelerek ağır elementlerin çekirdeklerini oluşturur. Dört hidrojen çekirdeği birleşerek bir helyum çekirdeği oluşturur. Güneşin merkezinde saniyede 564 milyon ton hidrojen 560 milyon ton helyuma dönüşür ve aradaki bu 4 milyon fark ısı ve ışık enerjisi olarak uzaya yayılır ve çeşitli dalga boylarında dünyaya ulaşır. Dünya bu enerjinin sadece milyarda birini alır. Yeryüzüne ulaşan güneş ışınımı miktarı, dünyanın güneş etrafındaki yörüngesine, kendi etrafında dönmesine, atmosferik şartlara, coğrafi faktörlere göre değişir.

Yeryüzündeki birim yatay düzleme gelen güneş ışınımı ortalama $400-800$ W/m² mertebesindedir. Güneş enerjisi dünyaya gelişinde morötesi, x ve gama ışınlarını ihtiva eder. Güneş ışınları dünya atmosferinden geçerken zararlı olan bu ışınların çoğu ve görülebilir dalga boyundaki ışınların da bir kısmı Şekil 2.3' de görüldüğü gibi filtrelenir.

Dr. Yücel KAYA
MÜHÜR
MÜHÜR



Şekil 2.3 Güneş Spektrumu

Stefan Boltzman Kanuna göre, cismin yaydığı enerji o cismin mutlak sıcaklığının dördüncü kuvveti ile orantılıdır. (2.9) eşitliğinde E enerji miktarı (W / m^2), δ Stefan Boltzman Sabiti ($5,76 \cdot 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$), T sıcak cismin sıcaklığı ($^{\circ}K$)'dır. Yüzey sıcaklığı $6000^{\circ}C$ olan güneşin, bu kanununa göre çok yüksek değerlerde radyasyon enerjisi yaydığı görülür.

$$E = \delta T^4 \quad (2.9)$$

Wien Kanununa göre de, (2.10) eşitliğinden görüleceği gibi, bir cismin sıcaklığı arttıkça yayılan maximum şiddetteki radyasyon dalga boyu azalır. Wien Kanununa göre güneş enerjisi taşıyan radyasyon dalgaları kısa dalga boyundadır. Güneş radyasyonunun % 99'unun dalga boyu 015-0,40 arasında değişir.

$$\lambda_{max} = a / T \quad (2.10)$$

Güneş ışınlarının bir miktarı atmosferi ısıtmak için harcanır ve bir kısmı da bulutlardan yansiyarak tekrar uzaya döner. Güneş ışınları dünyamıza üç farklı şekilde ulaşır. Isıtma sistemleri için bu üç tip radyasyondan en önemlisi direkt radyasyondur. Güneş ışınlarının hiç bir yere çarpmadan dünyadaki bir noktaya gelmeleri direkt radyasyonu oluşturur. İkinci radyasyon şekli difüz radyasyondur. Güneş ışınları atmosferde bulunan su buharı ve partiküllere çarpılarak dağılmış olarak yeryüzüne ulaşır. Üçüncü tip radyasyon yansıtılmış radyasyondur ve dünyaya ulaşmış güneş ışınlarının parlak yüzeyler tarafından yansıtılması sonucu oluşur.



3. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye komşularında olduğu gibi yeterli petrol ve doğal gaz rezervine sahip değildir. Türkiye'de kullanılan petrolün %85'i ithal edilmektedir. Türkiye'nin fosil yakıtlardan sahip olduğu en önemli enerji kaynağı düşük kaliteli kömürdür ve bu kömürün yakılmasıyla aşırı miktarda CO₂, SO₂, kül ve partikül emisyonları açığa çıkmaktadır. Bu şartlar altında Türkiye, önemli potansiyele sahip olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelidir.

Alp tektonik kuşağı üzerinde bulunan Türkiye önemli bir jeotermal potansiyele sahiptir. Jeotermal enerjide potansiyel, sahanın ısı kapasitesi ve üretilebilecek akışkan miktarı parametrelerinin bir fonksiyonudur. Türkiye jeotermal potansiyeli bakımından zengin ülkeler arasında yer alıp Avrupa'da 1. ve dünyada 7. Sırada bulunmaktadır. Ülkemizde toplam 600'den fazla sıcak su kaynağı bulunan 170 adet jeotermal saha bulunmaktadır (Demirel ve Süzük, 1997).



Şekil 3.1 Türkiye'nin Jeotermal Sahaları

Türkiye jeotermal enerjile 1960'lı yıllarda U.N.D.P kanadıyla tanıştı. O yıllarda U.N.D.P ve MTA'nın ortak projesi olarak geliştirilen Kızıldere jeotermal sahasında bugün bir elektrik santrali bulunmaktadır. Yetmişli yıllarda MTA jeotermal kaynaklar konusundaki aramalarına yalnız devam ederek, en önemlisi Germencik olmak üzere birçok termal kaynağı ortaya çıkardı. MTA Genel Müdürlüğü'nün 1962 yılından bugüne kadar açtığı 134500 m derinlikte 336 adet jeotermal amaçlı sondaj ile ülkemizin görünür termal kapasitesi 2917 MWt 'a ulaşmış

durumdadır. Bu potansiyelin petrol eşdeğeri 1774700 TEP olup tamamının kullanılması durumunda önemli ölçüde yakıt tasarrufu sağlanacaktır. Kuyu açılmış sahalarda geliştirme çalışmalarının ve potansiyele sahip henüz kuyu açılmamış sahalarda sondaj çalışmalarının yapılması ile potansiyelin büyük ölçüde artacağı beklenmektedir.

Ülkemizdeki jeotermal kaynakların büyük bir çoğunluğu düşük entalpili olduğundan, doğrudan kullanıma daha uygundur. Ülkemizde bilinen elektrik enerjisi elde edilebilecek iki adet (Kızıldere, Germencik) saha bulunmaktadır. Bunlardan Kızıldere halen işletilmektedir, Germencik'te ise henüz bir santral bulunmamaktadır. Doğrudan kullanıma uygun sahalara ise daha çok Ege Bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde yoğunlaşmış olup tüm ülke geneline yayılmış durumdadır.

Türkiye'nin rüzgar potansiyeli tam olarak belirlenememiş olmasına rağmen 1960 'dan beri bu konuyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Rüzgar enerjisinden yararlanmak amacıyla sürdürülen çalışmaların ilkini potansiyel belirleme çalışmaları oluşturmaktadır. Türkiye'de genel amaçlı rüzgar ölçümleri, diğer meteorolojik ölçümlerle birlikte Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından yapılmaktadır. Ülke genelinde rüzgar enerjisi kaynağına dayalı plan ve programların yapılabilmesi, bu kaynağın potansiyelinin belirlenmesi ile mümkündür. Bu amaçla, DMİ'ye ait istasyonların 1970-1980 yılları arasındaki kayıtları değerlendirilmiş ve ülke genelindeki doğal rüzgar enerjisi dağılımı genel olarak belirlenmiştir, ilk aşamada belirlenmiş olan ve rüzgar enerjisi yönünden umut verici yerlerde yapılan etütler ile rüzgardan enerji üretimine elverişli olabilecek bölgelerde "Rüzgar Enerjisi Gözlem İstasyonları" kurulup veri toplandı başlanmıştır. EİEİ'nin ölçüm istasyonlarından elde edilen ortalama hızlar, bu bölgelerin bir çoğunun rüzgar enerjisi uygulamaları için elverişli olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmaların ortak bulgularına göre Türkiye'de yerden 10 m yükseklikte yıllık ortalama rüzgar hızı 2,7 m/s, rüzgar gücü yoğunluğu da 24 W/m²'dir. Avrupa topluluğu için hazırlanmış rüzgar haritasından Ege Denizi'nin 10 m yükseklikteki rüzgar hızı 7-8 m/s arasında olduğu ve bunun Türkiye kıyılarına kadar geçerliliğini koruduğu görülmektedir. Ege ve Marmara kıyılarımız rüzgar enerjisince zengin olan yörelerimizdir. DMİ tarafından yapılmış uzun dönem ölçümler, coğrafi bölgelerimize göre 10m yükseklikteki rüzgar hızları ve güç yoğunlukları, EİEİ Genel Müdürlüğü tarafından 1984 yılında açıklanmıştır. Bölgelere göre ortalama rüzgar hızları ve ortalama rüzgar yoğunluğu Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Bölgelere göre ortalama rüzgar hızları ve ortalama rüzgar yoğunluğu (EİEİ Genel Müdürlüğü)

	m/s	W/m ²
Akdeniz Bölgesi	2,45	21,36
Doğu Anadolu Bölgesi	2,12	13,19
Ege Bölgesi	2,65	23,47
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	2,69	29,33
İç Anadolu Bölgesi	2,46	20,14
Karadeniz Bölgesi	2,38	21,31
Marmara Bölgesi	3,29	51,91

Tablodan da görüldüğü üzere Türkiye genelde rüzgar enerjisi bakımından zengin yöreleri olan bir ülkedir. Türkiye'nin rüzgar enerjisi brüt potansiyeli 400 TWh / yıl, teknik potansiyeli de 120 TWh / yıl olarak hesaplanmıştır. EİEİ Genel Müdürlüğü tarafından kurulan gözlem istasyonlarından elde edilen aylık ortalama rüzgar hızları Çizelge 3. 2'de görülmektedir.

Çizelge 3.2 Aylık ortalama rüzgar hızları (EİEİ Genel Müdürlüğü)

İstasyon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nurdağı	3.8	4.7	4.5	6	---	11.4	13.7	13.7	10.7	4.8	3.3	3.2
Belen	5.4	4.6	4.7	5.1	6.2	8.7	11	11	8.3	5.3	5	4.5
Akhisar	5.8	6.5	7.9	5.3	5.7	6.5	10	8.4	4.8	6.7	4.8	6.7
Didim	5.4	5.2	5.7	4.7	3.7	4.3	5.3	4.5	4	4.1	4.8	5.5
Kocadağ	9.5	9.4	10	7.1	7.4	7.2	10.3	8.3	6.4	8.3	8.3	10.6
Datça	5.4	5.8	5.6	5.5	5.2	5.9	7.8	8.3	6.2	5.9	5	4.9
Bandırma	5.5	5.6	6.9	---	---	---	6.9	5.4	4.1	6.4	3.8	5.7
Karabiga	7.6	6.9	7.2	5.3	5.3	5.1	6.7	7.2	6.4	7.1	6.7	6.9
Gökçeada	8.4	7.9	7.8	5.4	6.2	5.3	7.4	6.5	5.8	7.3	6.8	8.3
Söke	4.2	4.4	4.5	3.4	3.8	6.4	6.7	6.5	3	3.6	3.2	3.5
Sinop	5.7	4.8	4.6	5.5	4.4	4.9	5.3	3.8	4.6	4.4	4.5	4.4
Yalıkavak	6	7.7	6.8	7.8	5.7	5.8	6.9	6.6	5.5	5.2	5.3	7

Ülkemizin henüz bir rüzgar atlası bulunmamaktadır. EİE, DMİ ve Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği Türkiye Şubesi işbirliği yaparak, rüzgar enerji kaynağının değerlendirilmesine temel oluşturmak, rüzgar enerjisi planlamalarına referans oluşturmak, rüzgar enerji dönüşüm sistemlerine uygun olan yerleri belirlemek amacıyla Türkiye'nin Rüzgar Atlasını hazırlamak için proje çalışmasının hazırlıklarına başlamıştır.

sistemlerine uygun olan yerleri belirlemek amacıyla Türkiye'nin Rüzgar Atlasını hazırlamak amacıyla bir proje çalışmasının hazırlıklarına başlamıştır.

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından orta zenginlikte bir ülke olmakla birlikte diğer birçok ülkeye göre şanslı konumdadır. DMİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışma sonuçlarına göre ülkemizin yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat ve ışınım şiddeti 1311 kWh / m² 'dir. Bölgelere göre güneş enerjisi potansiyeli Çizelge 3.3'de görülmektedir (Eğrican, 1999).

Çizelge 3.3 Bölgelere göre güneş enerjisi potansiyeli (EİEİ Genel Müdürlüğü)

	Toplam Güneş Enerjisi KWh / m ² yıl	Yıllık Toplam Güneşlenme Süresi
		h / yıl
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	1460	2993
Akdeniz Bölgesi	1390	2956
Ege Bölgesi	1304	2738
İç Anadolu Bölgesi	1314	2628
Doğu Anadolu Bölgesi	1365	2664
Marmara Bölgesi	1168	2409
Karadeniz Bölgesi	1120	1971

4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI

Her türlü enerjiyi kaynak olarak kullanabilen soğutma makinaları ısıtma ve soğutma yapmak için kullanılabilirler. Soğutma makinası ısıyı düşük sıcaklıktaki ortamdan alıp, daha yüksek sıcaklıktaki ortama atar. Bu işlemi yapabilmek için de termodinamiğin ikinci kanununa göre bir dış enerjiye ihtiyaç duyar. Soğutma makinaları bir ortamdan ısı çekmek için kullanılırsa soğutma makinası, ortama ısı vermek için kullanılırsa ısı pompası adını alır. Güneş enerjisi ile çalışan bir sistem hem ısıtma hem de soğutma için kullanılırsa ısıtmadakinden bir miktar daha büyük kollektör alanıyla daha ekonomik bir sistem oluşturulabilir. Güneş enerjisi ile ısıtma günümüzde herkes tarafından bilinmesine rağmen soğutma henüz çok yaygın bir kullanım alanı bulamamaktadır. Güneşin bedava olmasının yanı sıra sürekliliğinin olmaması ve enerjisinin düşük seviyede kalması gibi dezavantajları da vardır. Güneş enerjisi ile soğutma sistemlerinin en büyük avantajıysa en çok ihtiyaç duyulan zamanda güneş enerjisinin maksimum miktarda olmasıdır.

Soğutma makinalarının genel çalışma prensibi soğutma işini yapan akışkanın ısıyı soğutulacak ortamdan mümkün olduğunca düşük basınçlıyken alıp mümkün olan en yüksek basınçta dış ortama atmasıdır. Çalışma sıcaklıklarında kullanılan akışkanların faz değişimine uğraması akışkanın duyulur ve gizli ısılarından faydalanılmasını sağlayacağından daha etkili olur. Soğutma makinalarını günümüzdeki kullanım şekillerine göre üçe ayırabiliriz.

-Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Makinaları

-Ejektörlü Soğutma Makinaları

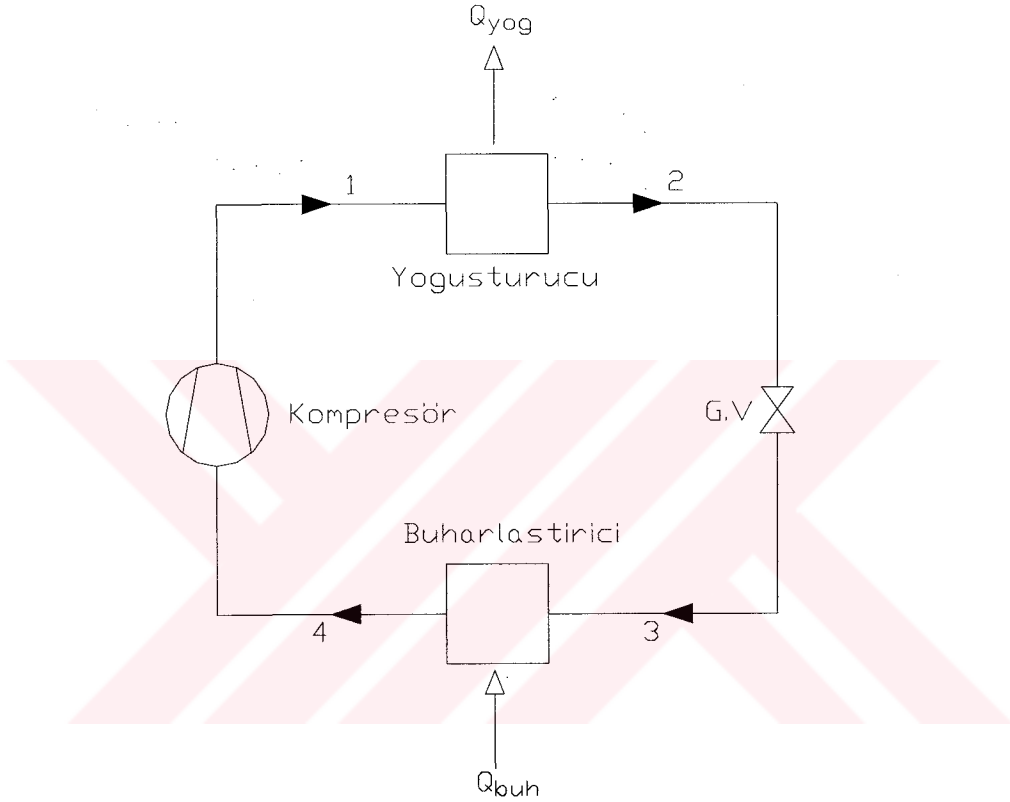
-Absorbsiyonlu Soğutma Makinaları

4.1 Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Makinaları

Kompresör soğutucu akışkan buharı yoğuşturucuda yoğuşarak dışarı ısı atar. Yoğuşturucudan tamamen yoğuşmuş olarak ayrılan soğutucu akışkan daha düşük basınçta çalışan buharlaştırıcıya girmeden önce genleşme vanasından geçirilerek basıncı düşürülür. Basıncı düşürülen akışkan

buharlaştırıcıya gelir ve burada gerekli soğutma yükünü ortamdaki çekerek buharlaşır ve tekrar kompresöre dönerek Şekil 4.1’de görüleceği üzere çevrimi tamamlar (Dağsöz, 1990)

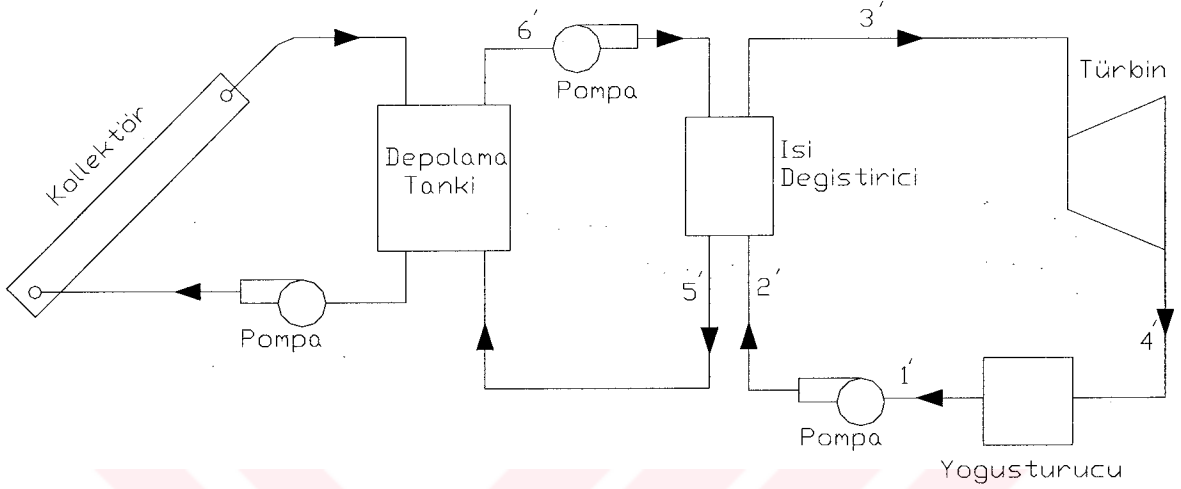
Kompresör genellikle elektrikle enerjisiyle tahrik edilir. Kompresörün tahrik edilmesi için gerekli olan bu enerji güneş, jeotermal veya rüzgar enerjileri yoluyla elde edilebilir.



Şekil 4.1 Buhar sıkıştırımlı soğutma makinası

Kollektörle ısıtılan akışkan bir ısı değişticisinde ısıtıcı akışkan görevini görüp diğer akışkanı (su, freon) buharlaştırır ve bu buhar bir türbine gönderilerek üretilen güçle soğutma sisteminin kompresörü tahrik edilir. (Şekil 4.2) Tamamen mekanik olan güneş enerjisinden faydalanılan sistemlerde termik verim çok düşüktür. Termik verimi yükseltmek için çevrime yüksek sıcaklıkta ısı verilmelidir ancak düz güneş kolektörleriyle ulaşılabilecek sıcaklıklar sınırlıdır. Bu durumda, ya düz kolektörlerle birlikte yardımcı yakıt kullanımı yada odaklayıcı kolektör kullanımı yoluna gidilebilir. İlk yol çok daha ekonomik bir sistem oluşturmamızı sağlar. Yapılan araştırmalara göre

türbine gönderilecek buharın yardımcı bir yakıt kullanılarak kızdırılması sistemin verimini iki katına kadar çıkarabilir.



Şekil 4.2 Güneş enerjili tahrikli buhar sıkıştırırmalı soğutma makinası

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de görülen her iki kapalı çevrimde de termodinamiğin 1.kanunundan (4.1) çevrim boyunca verilen ısı enerjileri toplamı kadar dışarı iş alınabilir. 1.kanunun kompresör için (4.2) ve türbin için (4.3) uygulanır. Türbinin kazandığı enerji (4.4) kompresör tarafından kullanılır. Bu denklemlerden faydalanarak soğutma tesir katsayısı (COP) bulunur.(4.5)

$$\Sigma Q = \Sigma W \quad (4.1)$$

$$Q_{yog} - Q_{buh} = W_k \quad (4.2)$$

$$Q_{id} - Q_{yog} = W_t \quad (4.3)$$

$$W_t = -W_k \quad (4.4)$$

$$COP = Q_{buh} / W_k = h_{4'} - h_3' / h_3' - h_4' \quad (4.5)$$

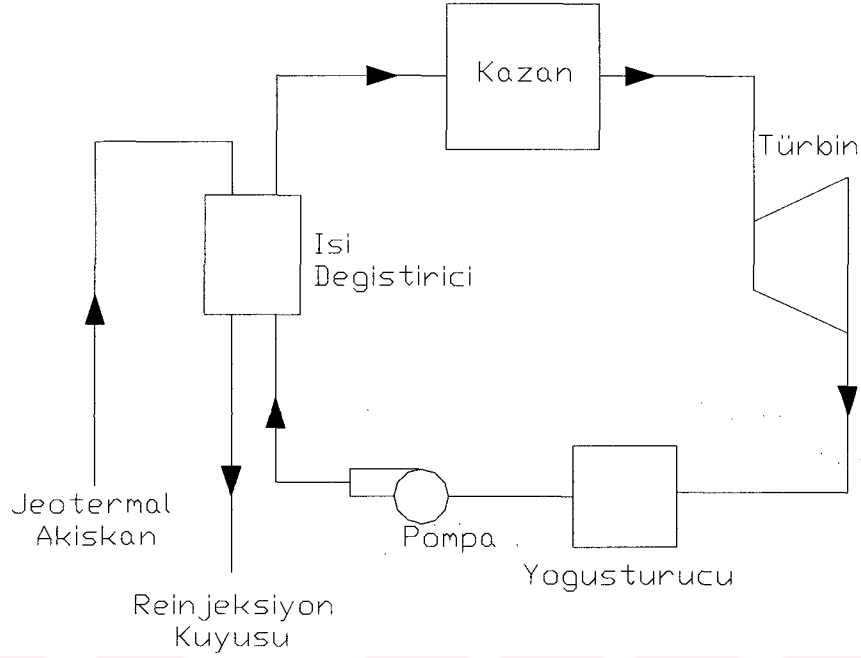
Kompresörün tahrik edilmesi için jeotermal enerjiden yararlanılabilir. Fakat Jeotermal santral kurulmasından çok önce kaynağın aranması ve geliştirilmesi çalışmalarının yapılması gerekir. Kaynağın aranması ile işletmeye geçilmesi arasındaki minimum zaman 5-6 yıl kadardır. Bu çalışmalardaki aşamalardan keşif ve ön fizibilite çalışması 1-2 yıl, fizibilite çalışması 2-3 yıl, geliştirme çalışması 2-3 yıl kadar bir süreç gerektirmektedir. Bu sebepten dolayı jeotermal enerjinin kullanılabilmesi için bazı koşulların oluşması gerekir. Eğer depolanmış ısının miktarı ve fiziksel büyüklüğü yeterliyse ve depolanma yeri yeryüzüne yakınsa, bir sistem kurulup sıcak su veya buhar üretilir. Jeotermal enerjinin kullanım şekli tamamen enerjinin bulunduğu kaynaktaki akışkanın yapısına bağlıdır.

Tamamen kuru veya doymuş buhar içeren kaynaklarda kondansatöre doğrudan bağlı düşük basınçlı bir türbinde kuru veya doymuş buharın genişmesini kullanan rankin çevrimi uygun olur.

İki fazlı akışkanlardan, buharın veya suyun hakim olduğu kaynaklarda akışkan bir sıvı-gaz seperatöründen geçirilip buhar ve su birbirinden ayrılır. Buhar türbine suda reinjeksiyon kuyusuna gönderilir. İki fazlı akışkanlardan daha verimli enerji elde etmek için iki kademeli ayırıştırma sistemi ve iki kademeli bir türbin kullanılabilir. (Şekil 4.3) Birinci ayırışmadan sonra alınan sıcak su daha düşük basınçta bir ayırışma daha tabi tutularak buradan alınan buhar türbine alt kademedan verilerek üretilecek elektrik enerjisi arttırımına gidilebilir.

İki fazlı ve çökelme sorunlu akışkanlar içinse çift (binary) çevrimler kullanılabilir. Jeotermal akışkan ısını bir ısı değiştiricisi yardımıyla başka bir akışkana aktarıp reinjeksiyon kuyusuna döner. Diğer akışkansa türbine basılır. Burada çalışma akışkanı olarak izobütan ve florokarbonlar gibi düşük molekül ağırlıklı hidrokarbonlar seçilir. Bu akışkanların molekül ağırlıkları jeotermal akışkaninkinden daha küçük olduğundan aynı gücü daha küçük boyutlu türbinlerle üretebilirler.

Hem fosil yakıt hem de jeotermal enerjinin birlikte kullanıldığı hybrid çevrim ile elektrik elde edilmesi (Şekil 4.4) sistemin verimini önemli ölçüde arttırır. Bu sistemde jeotermal akışkan çalışma akışkanının ön ısıtılmasında kullanılır. Isıtılan çalışma akışkanına fosil yakıtla ısı verilerek elde edilen buhar türbinde genişerek elektrik enerjisi üretir.



Şekil 4.4 Hem fosil yakıt hem de jeotermal enerjinin birlikte kullanıldığı hybrid çevrimle enerji elde edilmesi

Yatay eksenli rüzgar makinalarının rotorları, maksimum enerjiyi tutabilmek için rüzgar akışına dik olarak dururlar. Rüzgarı önden alan sistemlerde kılavuz kuyruk vasıtasıyla, rotor rüzgara karşı yönlendirilir. Kanatlardaki kaldırma kuvvetleri rotorun dönmesini sağlar. Dikey eksenli rüzgar makinalarının rüzgarı her yönden kabul edebilme üstünlüklerine karşın ilk harekete geçişleri güvenilir değildir. Dikey eksenli rüzgar makinalarının bazılarının verimlerinin düşük olması ve bazılarının da ilk harekete geçişlerindeki güçlükler nedeniyle, yatay eksenli rüzgar makinaları ülkemiz rüzgar koşullarına daha uygundur.

Bir yerde rüzgar enerjisi tesislerini kurmadan önce son on yılın ortalama rüzgar hızlarının bilinmesi istenir. Rüzgar türbini tasarlanmasında önce bölgenin rüzgar potansiyeline göre yıllık ortalama rüzgar hızlarının bulunması gerekir.

$$V_o = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad (4.6)$$

Burada V_o ortalama rüzgar hızı, V_i i anındaki rüzgar hızı, n ölçüm sayısını göstermektedir. Ölçümler gün, ay, yıl baz alınarak yapılabilir. Ölçümler saat başı yapıp yıl baz alınıyorsa $n = 8760$ olur.

Rüzgar makinaları rüzgarın sahip olduğu gücün belli bir kısmını enerjiye çevirebilirler. Bunun için aynı zamanda rotorun veriminide gösteren güç sayısı (C_p) terimi kullanılır.

$$C_p = P_R / P \quad (4.7)$$

Yukarıdaki (4.7) eşitliğinde, C_p güç sayısını, P_R rotordan elde edilen gücü, P ise rüzgar gücünü vermektedir. İdeal güç sayısı 0,35 – 0,4 aralığında olur. Güçsayı da (4.8) eşitliğinden bulunur.

$$C_p = 0,8 C_{pi} \quad (4.8)$$

Kanat ucundaki çevresel hızın, rüzgar hızına oranı uç hız oranı (λ) şeklinde tarif edilir. Kanat sayısı λ 'ya göre Çizelge 4.1 'den belirlenir.

Çizelge 4.1 Uç hız oranına göre kanat sayısı

λ	Kanat Sayısı(n)
1	6..20
2	4..12
3	3..8
4	3..5
5..8	2..4
8..15	1..2

Daha sonra istenilen türbin gücü belirlenip (4.9) eşitliğinden rotor yarıçapı belirlenip, (4.10) eşitliğinden periyot hesaplanır (Eltez, 1997).

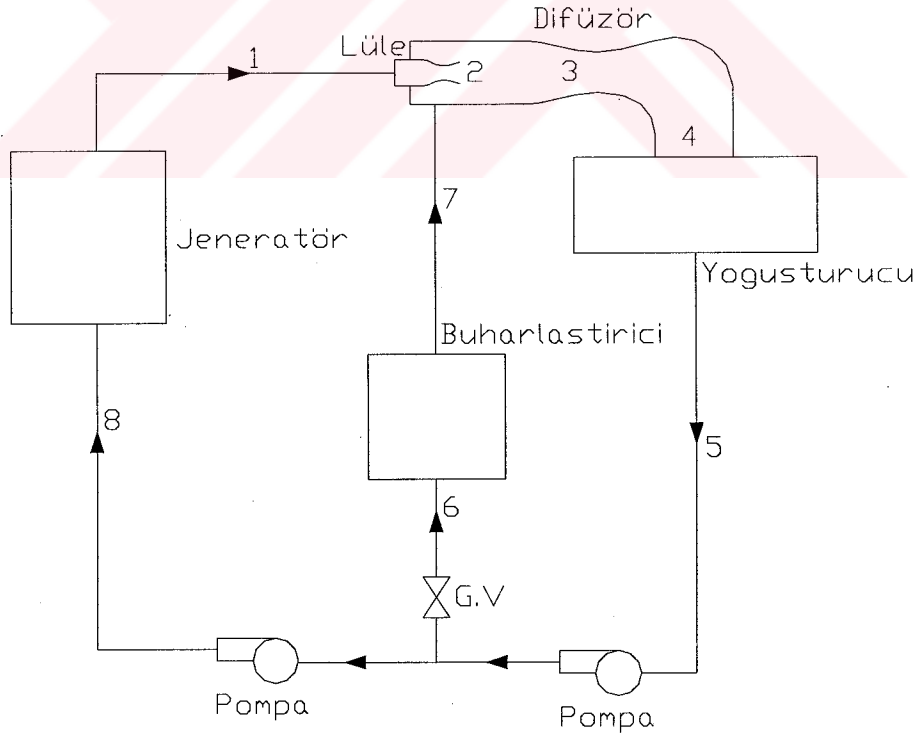
$$R^2 = [2 P_R / \rho \pi C_p V_o^3] \quad (4.9)$$

$$T = 0,04346 D \quad (4.10)$$

4.2 Ejektörlü Soğutma Makinaları

Bu sistemler küçük soğutma yükleri için kullanılacak alternatif sistemlerdir. Bu sistemlerde soğutucu akışkan sıvı fazda yüksek basınçta jeneratöre gelir ve burada ısı alarak buharlaşır. Jeneratöre dışarıdan verilecek bu ısıyı güneş enerjisi veya jeotermal enerjiden sağlayabiliriz. Soğutma devresinden gelen soğutucu akışkan buharının vakum etkisiyle emilebilmesi için jeneratörden gelen buhar lülede genişletilir. Soğutma devresinden ve jeneratörden gelen buhar karışır. Bu karışım difüzörden geçirilip basıncı artırılarak yoğuşturucuya gönderilir. Burada yoğuşan karışımın bir kısmı genişleme valfinden geçirilerek buharlaştırıcıya diğer kısmı ise basıncı artırılıp jeneratöre gönderilir. Buharlaştırıcıya gelen akışkan ortamdan ısı alıp buharlaşır ve tekrar difüzöre gider. (Şekil 4.5)

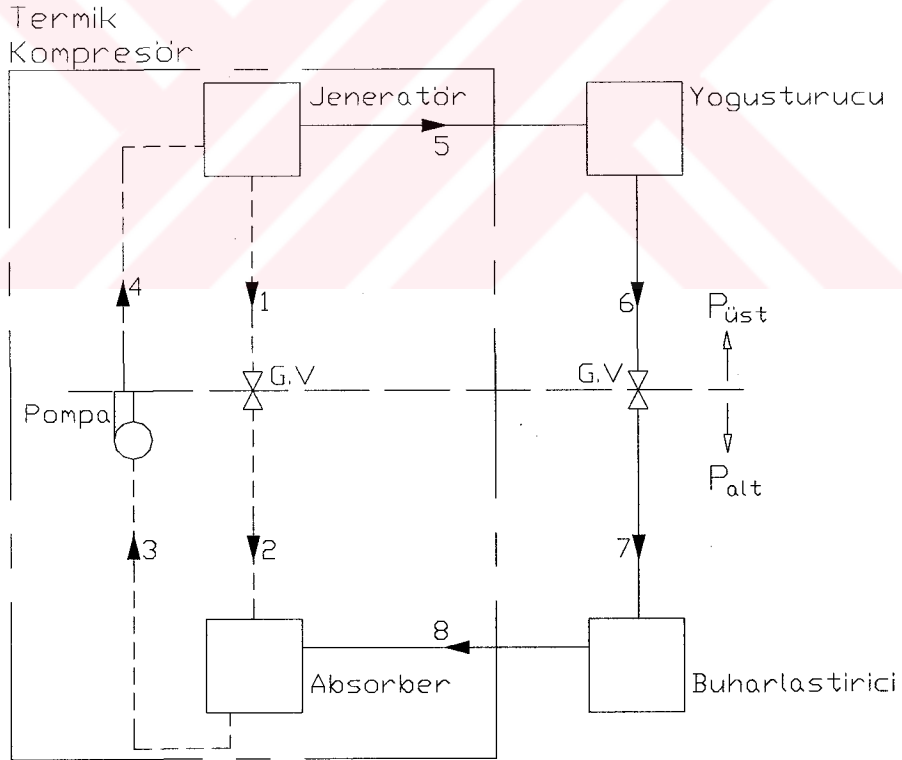
Bu sistemlerdeki basınçlar atmosfer basıncından düşük olduğundan sızıntılar medana gelir. Aynı zamanda yoğuşturucudan $Q_{buh} + Q_{jen}$ kadar ısı atılması gerektiğinden çok fazla soğutma suyuna ihtiyaç duyulur (Uyarel ve Öz, 1997).



Şekil 4.5 Ejektörlü soğutma makinası

4.3 Absorbsiyonlu Soğutma Makinaları

Absorbsiyonlu soğutma makinaları bu sistemler içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte en yaygın olarak kullanılanıdır. Bu sistemlerin buhar sıkıştırılmalı sistemlerden farkı mekanik kompresör yerine termik kompresör kullanılmasıdır. Bu sistemlerde enerji elde etmek için mekanik veya elektrik enerjisi yerine ısı enerjisi kullanılır. Bu ısı enerjisi, güneş enerjisi veya jeotermal enerjiden sağlanabilir. Absorbsiyonlu soğutma makinalarında dört ana elaman bulunur. Bunlar jeneratör, yoğusturucu, buharlaştırıcı, absorberdir. Bu sistemlerde soğutucu ve absorbent olmak üzere iki akışkan dolaşır. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıda buharlaşır ve ortamdan ısı çekerek ortamın soğumasını sağlar. Absorbent akışkansa jeneratör ve absorber arasında dolaşarak çevrimin bu bölümünde soğutucu akışkanı taşır. (Şekil 4.6)



Şekil 4.6 Absorbsiyonlu soğutma makinası

Absorbsiyon olayı soğutucu akışkan ile absorbent madde molekülleri arasındaki birleşme eğilimi nedeniyle olur. Absorberde belirli oran sınırları içerisinde karışmış olan soğutucu akışkan absorbent eriyiği, bir pompa vasıtasıyla basınçlandırılarak jeneratöre gönderilir. Jeneratörde absorbent eriyik ile soğutucu akışkan birbirinden ayrılır. Jeneratörden buharlaşarak yoğuşturucuya giden soğutucu akışkan buharı burada yoğuşarak ısıyı dışarı atar. Yoğuşturucudan tamamen yoğuşarak çıkan soğutucu akışkan bir genişleme vanasından geçerek buharlaştırıcıya gider. Buharlaştırıcıda ortamdaki ısı çekilerek ortamı soğutup absorbere geri döner. Jeneratörden gelen eriyik buharlaştırıcıdan gelen soğutucu akışkanı yutar ve bu işlem esnasında da ısı açığa çıkar.

Absorbsiyon olayının iyi bir şekilde gerçekleşmesi için açığa çıkan ısının absorberden dışarı atılması gerekir. Açığa çıkan ısının absorberden çekilmesi için soğutma suyu kullanılabilir. Soğutma kulesi vasıtasıyla elde edilen soğutma suyu önce absorberden daha sonrada yoğuşturucudan geçip tekrar soğutma kulesine döner (Uyarel ve Öz, 1997).

5. ABSORBSİYONLU SİSTEMLERİN İNCELENMESİ

5.1 Absorbsiyonlu Sistemlerde Soğutucu-Absorbent Çiftlerinde Aranılan Özellikler

1. Devrede dolaşan soğutucu akışkan ve absorbent sirkülasyon miktarının düşük tutulabilmesi için soğutucu akışkanın yüksek gizli buharlaşma ısısına sahip olması gerekir.
2. Sistemdeki akışkanların yıllarca görev yapabilmeleri ve zamanla özelliklerini kaybetmemeleri için kullanılan akışkanların olabildiğince kararlı olmaları istenir.
3. İki akışkanın birbirlerinden kolaylıkla ayrılabilmesi için, soğutucu akışkan absorbent göre daha kolay buharlaşabilmelidir.
4. Absorbent absorpsiyon durumunda soğutucu akışkanla kuvvetli bir birleşme eğiliminde olmalıdır. Çalışma şartlarında soğutucu akışkan-absorbent çifti katı fazda bulunmamalıdır. Herhangi bir yerde katılaşma olması burada akışın durarak cihazın devre dışı kalmasına sebep olur.
5. Konutlarda kullanılan soğutma devrelerindeki akışkanlar, zehirsiz ve yanmaz olmasıdır.
6. Sistemdeki işletme basınçları normal seviyede olmalıdır. Yüksek basınçlar kalın cidarlı cihazlar ve yüksek enerjiyi, alçak basınçlarda büyük hacimli cihazlar ve basınç düşümü için özel cihazları gerektirir. Maliyetleri düşük olmalıdır.

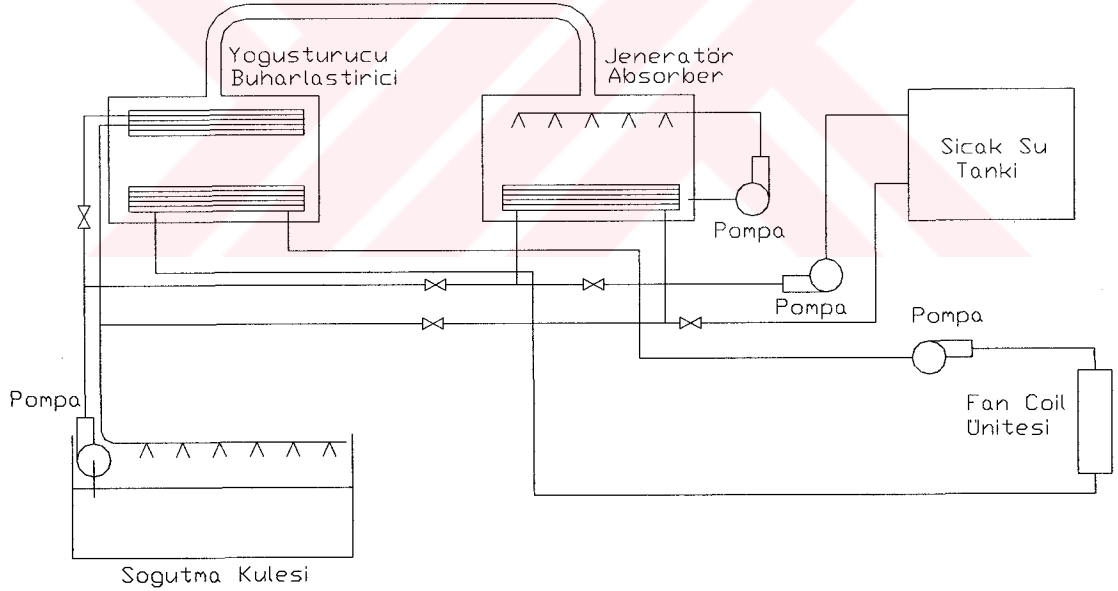
Absorbsiyonlu sistemlerde kullanılan soğutucu-absorbent çiftleri ;

1. Su-lityum bromid
2. Amonyak-su
3. Amonyak-çeşitli tuzlar
4. Amonyak-çeşitli organik çözücüler
5. Alkoller-çeşitli tuzlar

LiBr - H₂O ve NH₃ - H₂O soğutucu akışkan- absorbent çiftleri en çok kullanılanlarıdır. LiBr - H₂O çifti büyük buharlaşma gizli ısısına sahiptir. Yüksek birleşme eğilimine ve kararlılığa sahiptir, bundan dolayı LiBr - H₂O çifti NH₃ - H₂O çifti gibi bir rektifikasyon kolonuna ihtiyaç göstermez. Belirli sıcaklık aralığında daha yüksek soğutma tesir katsayısına sahip olur.

LiBr - H₂O çiftinin iki istenmeyen özelliği vardır. Bunlar absorberde yüksek LiBr konsantrasyonu ve yüksek buharlaşma sıcaklığıdır. Çalışma sıcaklıkları içerisinde LiBr konsantrasyonunun %68'in üzerinde olması durumunda kristalleşme olayı meydana gelmektedir. Bunun önüne geçmek için jeneratör içinde yüksek sıcaklıklardan sakınıp rejenere edilmiş absorber içinde istenilen miktarda soğutucu akışkan bırakılmalıdır. Suyun donma noktası sıcaklığının yüksek olması dolayısıyla buharlaştırıcı 4 °C sıcaklığın altında çalışmadığından düşük sıcaklıklardaki soğutma için kullanılamaz. Bu özellikleri çevrimin çalışma sıcaklıklarını sınırlar (Genceli,1996).

Absorbsiyonlu sistemleri kesikli çalışan sistemler ve sürekli çalışan sistemler olarak ikiye ayırabiliriz. Kesikli çalışan sistemler temel olarak iki depodan oluşur. Bunlardan biri yoğuşturucu / buharlaştırıcı diğeri jeneratör / absorber görevlerini görmektedirler. (Şekil 5.1)



Şekil 5.1 Kesikli çalışan absorpsiyonlu sistem

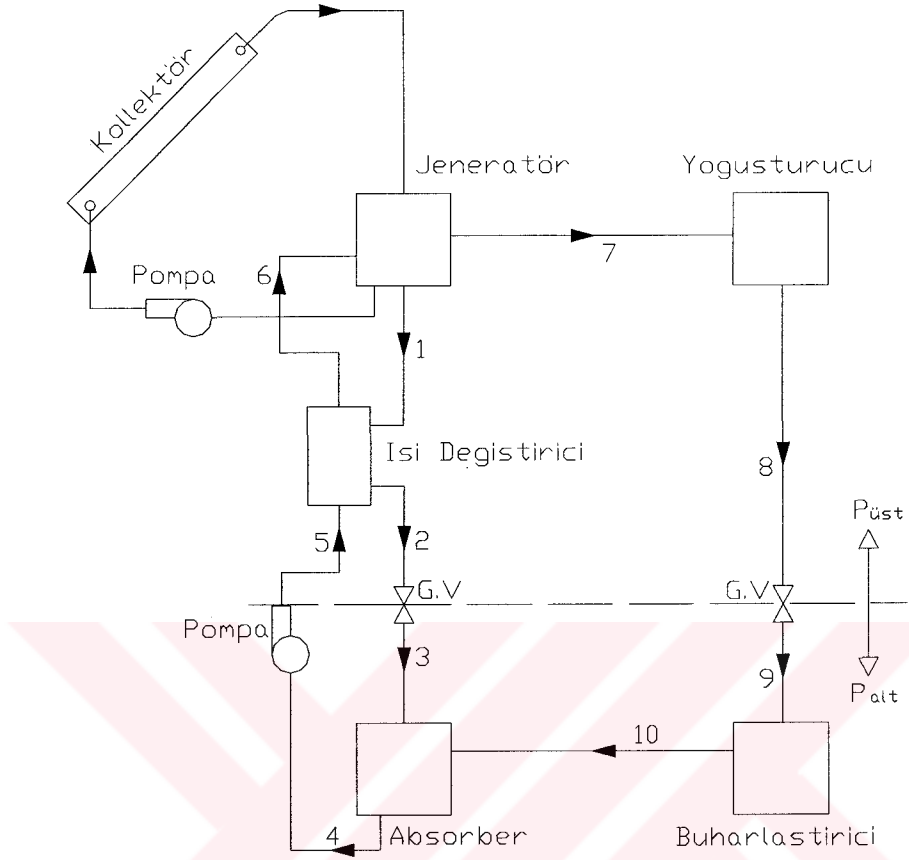
Sistem kesikli olarak iki aşamada çalışmaktadır. İlk aşamada sıcak su bir depodaki jeneratör bölümüne ve soğutma suyunda diğer depodaki yoğuşturucu bölümüne gönderilir. Yoğuşturucuda yeterli miktarda soğutucu akışkan biriktirildikten sonra, depolar buharlaştırıcı ve absorber olarak çalışır. Bu durumda soğutma suyu absorber bölümüne gönderilip absorbentle soğutucu akışkanını

birbirlerinden ayrılması sağlanır ve buharlaştırıcı tarafından da soğuk su üretilir. Kesikli çalışan absorpsiyonlu sistemlerin COP değeri düşüktür bu yüzden fazla kullanılmazlar.

5.2 LiBr - H₂O Absorpsiyonlu Sistemin İncelenmesi

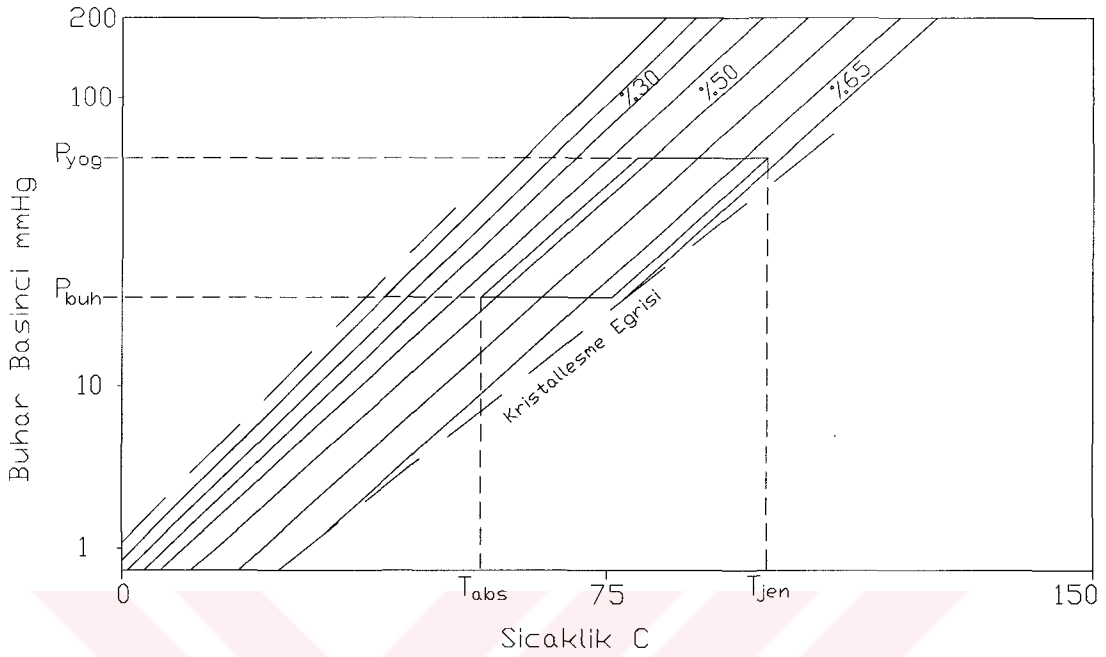
Bu sistemde su soğutucu akışkan, LiBr ise absorbent olarak görev yapar. Bu sistemlerde jeneratör yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duymaz, bu sayede jeneratörün ihtiyacı olan ısı düz yüzeyli bir güneş kollektöründen yada orta sıcaklıkta bir jeotermal kaynaktan kolaylıkla sağlanabilir. Jeneratör ve yoğusturucu yüksek basınçta, absorber ve buharlaştırıcı alçak basınçta çalışırlar.

Sıcak ve yüksek derişiklikteki (1) ile gösterilen LiBr-H₂O eriyiğı yoğusturucu basıncında jeneratörden çıkar. Bu eriyik, absorberden gelen seyreltik eriyik tarafından bir ısı değıştiricisinde soğutulurak genleşme valfine gelir. Basıncı buharlaştırıcı basıncına düşerek absorbere girer. Absorber içerisinde buharlaştırıcıdan gelen suyu absorbe eder. Sıcaklığı ve derişikliğı düşmüş olan eriyik bir eriyik pompasıyla basınçlandırılır. Basıncı yoğusturucu basıncına yükselen eriyik ısı değıştiricisinde yüksek derişiklikteki eriyik tarafından ısıtılıp jeneratöre gider. Sıcak ve seyreltik olarak jeneratöre giren eriyik, burada ısı ilavesiyle ayrıştırılır. Su buharı (7) noktasında jeneratörden ayrılır. Sıcak ve yüksek basınçta yoğusturucuya giren su buharı tamamen yoğuşarak yoğusturucuyu terk eder. Sıcak su bir genleşme valfinden geçirilip düşük basınçta buharlaştırıcıya gönderilir. Buharlaştırıcıda soğutulacak ortamdan çekilen ısıyla buharlaşır ve ortamın bu sayede soğuması sağlanır. Soğuk ve düşük basınçtaki su buharı absorbere geri döner ve bu şekilde çevrim tamamlanmış olur (Dağsöz, 1981).



Şekil 5.2 Sürekli çalışan LiBr-H₂O absorpsiyonlu soğutma sistemi

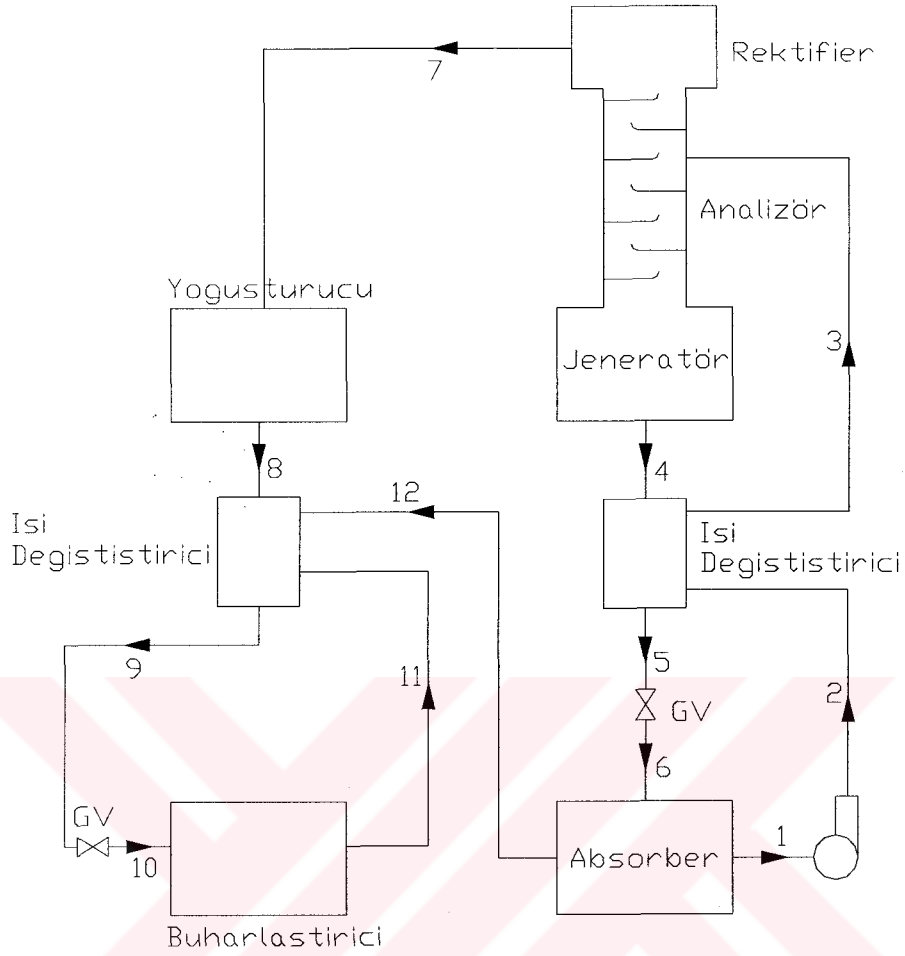
LiBr-H₂O sisteminde Basınç - Sıcaklık - LiBr Konsantrasyonu denge diyagramı (Şekil 5.3) ve bu diyagramda çevrimin idealize edilmiş çalışması görülmektedir.



Şekil 5.3 LiBr-H₂O basınç-sıcaklık-LiBr konsantrasyonu denge diyagramı

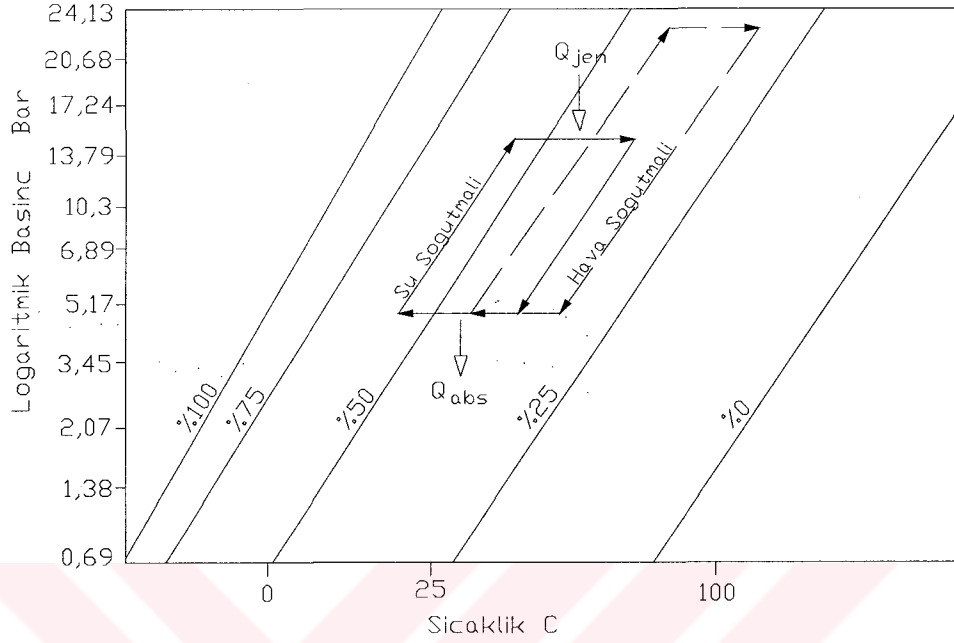
5.3 NH₃ - H₂O Absorbsiyonlu Sistemin İncelenmesi

NH₃ - H₂O absorpsiyonlu sistemi Şekil 5.3'den görüleceği üzere LiBr-H₂O su sistemine göre daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu sistemlerde LiBr-H₂O sistemine benzerdir ancak bu sistemlerde ek olarak bir rektifikasyon kolonu bulunur. Rektifikasyon kolonunun jeneratör üzerinde direkt temaslı ısı değiştiricisi olarak bir seri üst üste tepsilere oluşan analizör bölümü vardır. Absorberden çıkan zengin eriyik bir ısı değiştiricisinden geçerek analizöre gelir ve bu tepsilere aşağıya doğru süzülürken jeneratörden yükselen buharı soğutur. Jeneratörde, absorbent akışkan olan suda, soğutucu akışkan NH₃ gibi kısmen buharlaşır. Bu kullanılan direkt temaslı ısı değiştiricisi olarak kullanılan analizör jeneratörden yükselen buhar içerisindeki su buharının büyük bir kısmının yoğunlaşarak jeneratöre geri dönmesini sağlar. Bu ek sistem amonyakla beraber suyunda buharlaştırıcıya girmesi ve orada donarak akışı durdurması risklerinin önüne geçmek için gereklidir (Uyarel ve Öz, 1997).



Şekil 5.4 Sürekli çalışan $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ absorpsiyonlu soğutma sistemi

Analizörden ayrılan amonyak buharının rektifierda bir miktar daha ısı çekilerek yoğuşturucuya gönderilir. Yoğuşturucuda tamamen yoğuşan buhar bir ısı değıştiricisinde buharlastırıcıdan gelen soğuk NH_3 buharı tarafından soğutularak genleşme valfine gelir. Burada basıncı düşürüldükten sonra buharlastırıcıya girer ve alçak basınçta soğutulmak istenen ortamın ısını çekerek buharlaşır. Buharlastırıcıdan çıkan akışkan ısı değıştiricisinden geçerek absorbere girer. Amonyak burada jeneratörden ısı değıştiricisinden ve genleşme valfinden geçerek gelen soğutucu akışkanla biraraya gelir ve eriyik pompası tarafından ısı değıştiricisinden geçerek analizöre basılır ve bu şekilde çevrim tamamlanır. Sistemin çalışma sınırları Şekil 5.5'de Basınç-Sıcaklık-Konsantrasyon diyagramında gösterilmiştir.



Şekil 5.5 NH₃-H₂O Basınç-Sıcaklık-LiBr Konsantrasyonu denge diyagramı

5.4 Tersinir Absorbsiyonlu Soğutma Çevriminin Soğutma Tesir Katsayısının Hesaplanması

İki sıcaklık değeri arasında ters Carnot çevrimi gibi tersinir olarak çalışan çevrimin soğutma tesir katsayısı en yüksek değerdedir. Absorbsiyonlu soğutma sistemini, ters Carnot çevrimi olarak düşünersek termodinamiğin birinci ve ikinci kanunlarına göre soğutma tesir katsayısını hesaplarız.

Termodinamiğin birinci kanunu;

$$\Sigma U = \Sigma Q_i + \Sigma W \quad (5.1)$$

(5.1) eşitliğinde, ΣU sistem sınırları içerisindeki iç enerji değişimi, ΣQ_i toplam ısı alışverişi, ΣW toplam iş alışverişini verir.

Termodinamiğin ikinci kanunu;

$$\Sigma S = \Sigma Q_i / T_i + K_y / T_o \quad (5.2)$$

(5.2) eşitliğinde, ΣS sistem sınırları içerisindeki entropi değişimini, K_y kayıp işi, T_i eleman sıcaklığını, T_o çevre sıcaklığını verir.

Absorbsiyonlu soğutma sisteminde olay kapalı bir çevrim boyunca gerçekleştiğinden, $\Delta U = 0$, $\Sigma S = 0$ olup pompa işi ihmal edilip ($W = 0$), ideal absorbsiyonlu sisteme termodinamiğin birinci kanunu uygulanıp (5.3), ikinci kanunu uygulanıp (5.4) eşitlikleri çıkarılır.

$$Q_{jen} + Q_{buh} + Q_{yoğ} + Q_{abs} = 0 \quad (5.3)$$

$$Q_{jen} / T_{jen} + Q_{buh} / T_{buh} + Q_{yoğ} / T_{yoğ} + Q_{abs} / T_{abs} + K_y / T_o = 0 \quad (5.4)$$

Absorbsiyonlu soğutma çevriminde soğutma tesir katsayısı ;

$$COP = Q_{buh} / Q_{jen} \quad (5.5)$$

Çevrim için kayıp işin sıfır olduğu düşünülerek (5.3) ve (5.4) eşitlikleri aşağıdaki şekilde düzenlenip (5.6) ve (5.7) eşitlikleri çıkarılır.

$$x = Q_{buh} / Q_{jen} , y = Q_{abs} / Q_{jen} , z = Q_{yoğ} / Q_{jen}$$

$$a = T_{jen} / T_{buh} , b = T_{jen} / T_{abs} , c = T_{jen} / T_{yoğ}$$

$$1 + x + y + z = 0 \quad (5.6)$$

$$1 + a x + b y + c z = 0 \quad (5.7)$$

Tersinir Carnot çevrimi için ;

$$Q_{buh} / T_{buh} = - Q_{yoğ} / T_{yoğ} \quad (5.8)$$

Bu eşitliklerden (5.8) eşitliğindeki değerleri (5.3) eşitliğinde yerine koyup sadeleştirmeye gidersek, (5.7) eşitliğinden (5.9) eşitliği çıkarılır.

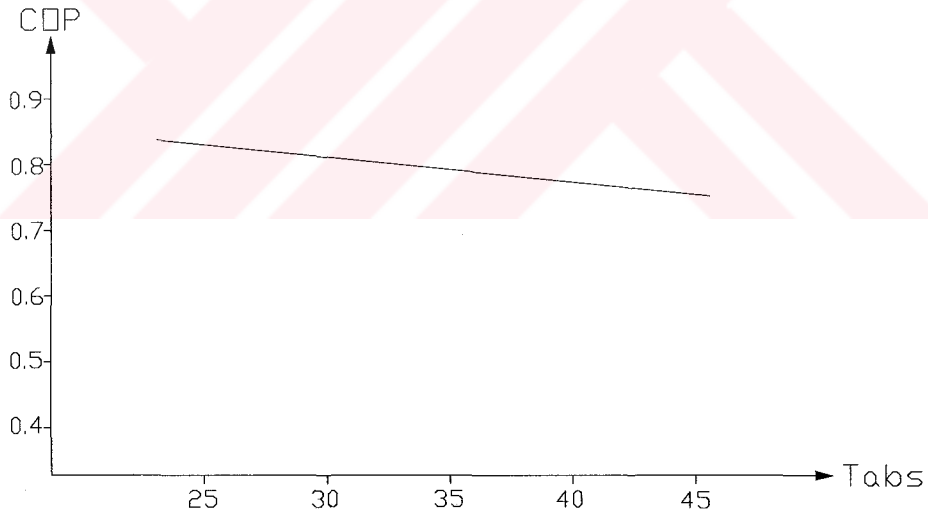
$$1 + 0 + by + 0 = 0 \quad (5.9)$$

Bu eşitliklerden (5.6), (5.7) ve (5.9) eşitliklerini kullanarak x 'i (COP) çözmek istersek (5.10) ve (5.11) eşitliklerine ulaşırız.

$$x = c [(b-1) / b(a-c)] \quad (5.10)$$

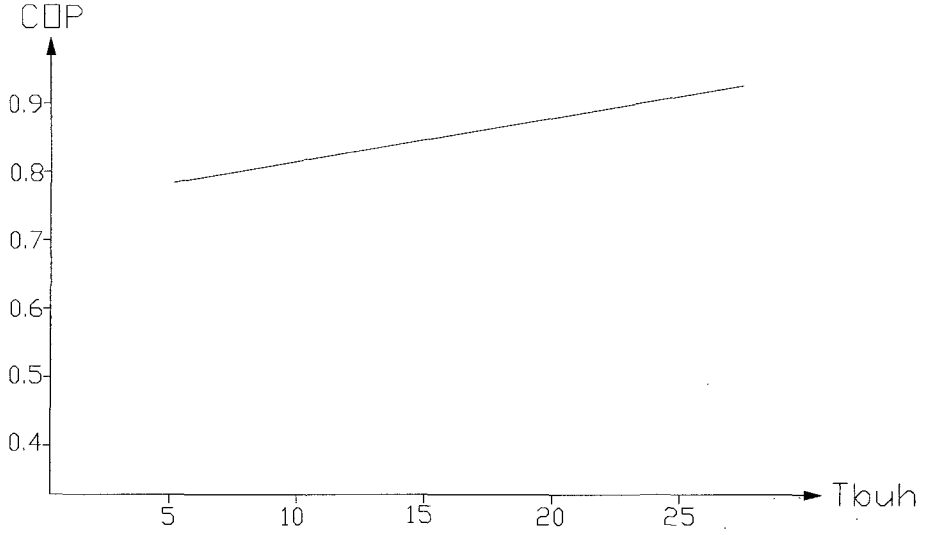
$$COP = T_{buh} / T_{jen} [(T_{jen} - T_{abs}) / (T_{yoğ} - T_{buh})] \quad (5.11)$$

Bu sonuçlara göre sıcaklıkların COP değeri üzerindeki etkileri inceleyebiliriz. Absorber sıcaklığı arttıkça , soğutma tesir katsayısında bir azalma görülür. 60 °C jeneratör sıcaklığı , 10 °C buharlaştırıcı sıcaklığına karşılık absorber sıcaklığı artınca soğutma tesir katsayısında Şekil 5.6'de görüldüğü üzere bir düşüş meydana gelir.



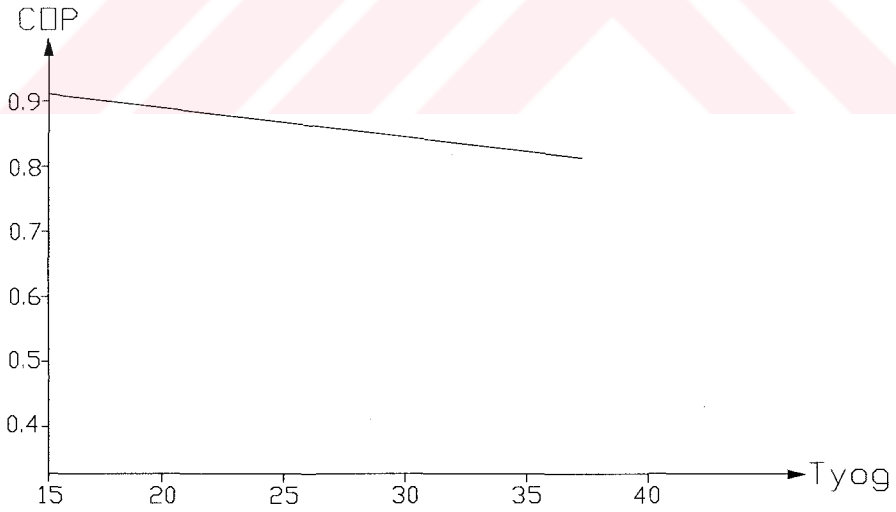
Şekil 5.6 Absorber sıcaklığındaki değişimin sistemin COP değerine etkisi

Buharlaştırıcı sıcaklığındaki artış soğutma tesir katsayısında lineer bir artışa sebep olur. 30 °C absorber sıcaklığı, 40 °C yoğuşurucu sıcaklığı, 75 °C jeneratör sıcaklığına karşılık buharlaştırıcı sıcaklığının yükselmesiyle ile soğutma tesir katsayısındaki artış Şekil 5.7'de gösterilmektedir.



Şekil 5.7 Buharlaştırıcı sıcaklığındaki değişimin sistemin COP değerine etkisi

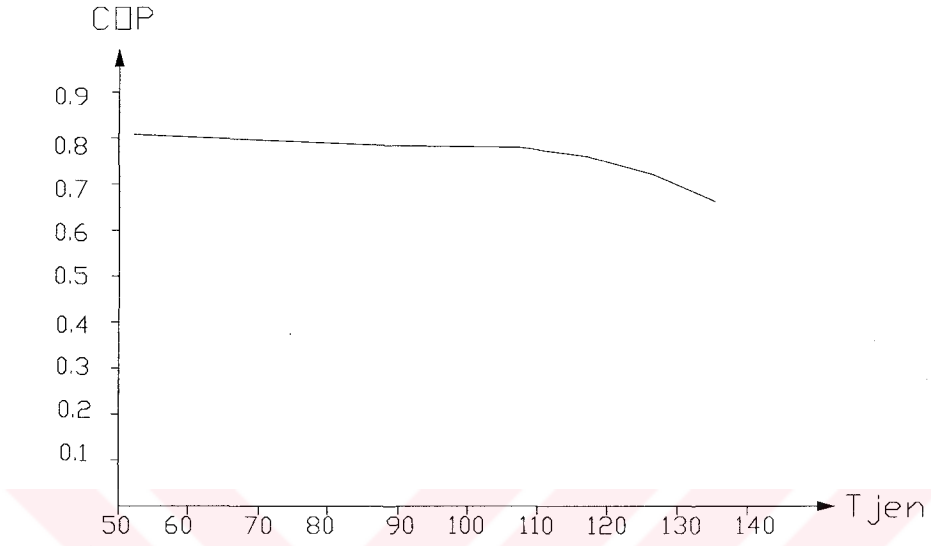
Yoğuşturucu sıcaklığı artış soğutma tesir katsayısında bir düşüğe sebep olur. 60 °C jeneratör sıcaklığı , 10 °C buharlaştırıcı sıcaklığına karşılık yoğuşturucu sıcaklığındaki artışın soğutma tesir katsıyısına etkisi Şekil 5.8'de gösterilmektedir.



Şekil 5.8 Yoğuşturucu sıcaklığındaki değişimin sistemin COP değerine etkisi

Jeneratör sıcaklığı soğutma tesir katsayısı için önemli bir değişkendir. Soğutma sisteminin çalışma bölgesi jeneratör sıcaklığı ile sınırlanmıştır. Genel olarak jeneratör sıcaklığı 50 °C

altında olursa sistem çalışmaz. 25 °C absorber ve 30 °C yoğuşturucu sıcaklığına karşılık jeneratör sıcaklığındaki artışın soğutma tesir katsayısına etkisi Şekil 5.9'da gösterilmiştir.



Şekil 5.9 Jeneratör sıcaklığındaki değişimin sistemin COP değerine etkisi

6. LiBr-H₂O ABSORBSİYONLU ÇEVİRİM KOMPONENTLERİNİN İNCELENMESİ

Bir sistemin genel olarak modellenmesi sistem komponentlerinin teker teker modellenmesi yoluyla yapılabilir. Bu bölümde her komponente ait ısı yükü , kütle ve enerjinin korunumu yasalarından faydalanarak çıkartılacaktır.

6.1 Sistem Komponentleri

- Jeneratör
- Isı değıştirici
- Genleşme valfi
- Absorber
- Eriyik pompası
- Yoğuşturucu
- Buharlaştırıcı

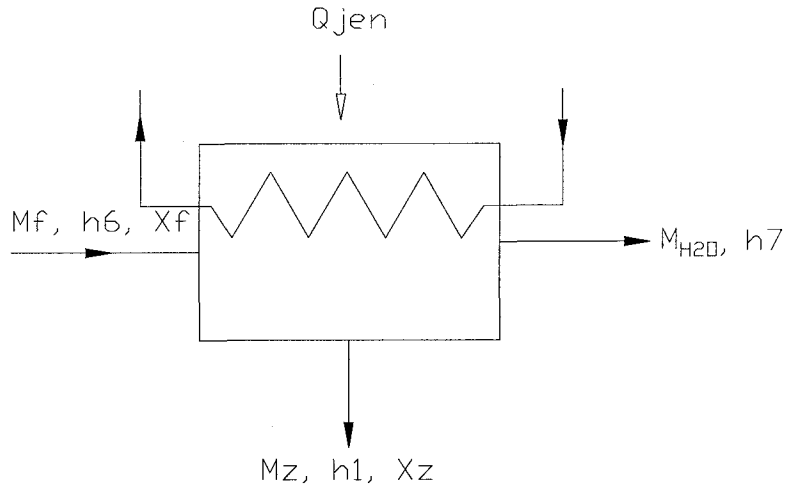
6.1.1 Jeneratör

Jeneratöre absorberden çıkan LiBr bakımından fakir eriyik ısı değıştiricisinden geçerek gelir. Burada kollektörden gelen ısı ile soğutucu akışkan ve absorber birbirlerinden ayrılır. Buharlaşan su yoğuşturucuya gider. LiBr bakımından zenginleşen eriyikte absorbere geri döner.

Kütlenin korunumu yasasına göre (6.1) ve (6.2) eşitlikleri çıkarılır.

$$m_f = m_{H_2O} + m_z \quad (6.1)$$

$$m_f \cdot x_f = m_z \cdot x_z \quad (6.2)$$



Şekil 6.1 Jeneratördeki ısı ve kütle dengeleri

Enerjinin korunumu yasasına göre (6.3), (6.4), (6.5) ve (6.6) eşitlikleri çıkarılır.

$$Q - W = \sum m_{\dot{c}} h_{\dot{c}} - \sum m_{\dot{g}} h_{\dot{g}} \quad (6.3)$$

$$Q_{jen} = m_z h_1 + m_{H2O} h_7 - m_f h_6 \quad (6.4)$$

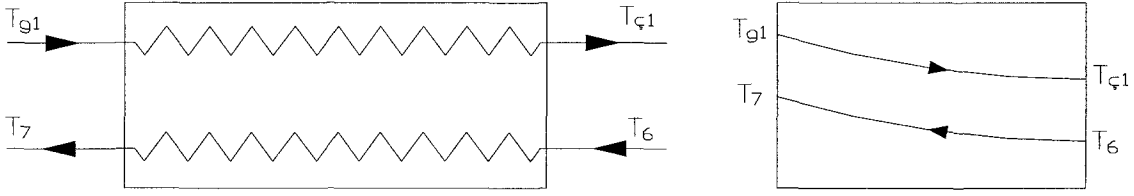
$$Q_{jen} = m_f h_1 - m_{H2O} h_1 + m_{H2O} h_7 - m_f h_6 \quad (6.5)$$

$$Q_{jen} = m_f (h_1 - h_6) + m_{H2O} (h_7 - h_1) \quad (6.6)$$

Buharlaştırılacak 1 kg su için gerekli olan ısı miktarı (6.7) eşitliğinden bulunur.

$$q_{jen} = (h_7 - h_1) + (m_f / m_{H2O}) (h_1 - h_6) \quad (6.7)$$

Jeneratör paralel akımlı zıt yönlü bir ısı değiştiricisi (Şekil 6.2) olarak kabul edildi. Isıtıcı olarak kullanılan sıcak su boru içerisinde akmakta ve soğutucu akışkan olan suyun buharlaşarak eriyikten ayrılması boru dışında gerçekleşmektedir.



Şekil 6.2 Paralel akımlı zıt yönlü ısı değıştiricisi olarak seçilen jeneratör

Bu şartlarda jeneratörün ihtiyacı olan ısı transfer alanı (A) logaritmik sıcaklık farkı metoduyla (6.8), (6.9), (6.10) ve (6.11) eşitlikleriyle ve jeneratöre gereken sıcak su debisi (6.12) eşitliğiyle hesaplanır.

$$\Delta T_g = T_{g1} - T_7 \quad (6.8)$$

$$\Delta T_ç = T_{ç1} - T_6 \quad (6.9)$$

$$\Delta T_m = (\Delta T_g - \Delta T_ç) / \ln (\Delta T_g / \Delta T_ç) \quad (6.10)$$

$$Q_{jen} = K A \Delta T_m \quad (6.11)$$

$$Q_{jen} = c_{ps} m_s (T_{g1} - T_{ç1}) \quad (6.12)$$

6.1.2 Isı Değıştirici

Jeneratörle absorber arasına yerleştirilen ve absorberden gelen LiBr bakımından fakir eriyiğın ön ısıtılmasında ısı değıştirici jeneratör ve absorber ısı yüklerini önemli ölçüde azaltır.

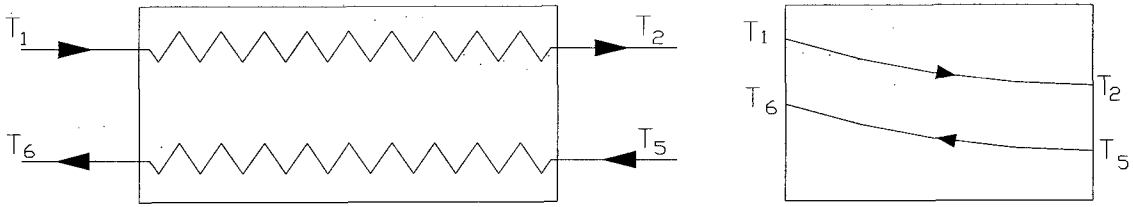
Enerjinin korunumu yasasına göre (6.13) eşitliğı çıkarılır.

$$m_z (h_2 - h_1) = m_f (h_5 - h_6) \quad (6.13)$$

Isı değiştiricisi borular içinden zengin eriyik, borular dışındansa fakir eriyiğin geçtiği zıt yönlü paralel akımlı bir ısı değiştiricisi olarak (şekil 6.3) kabul edildi.

$$\Delta T_g = T_1 - T_2 \quad (6.14)$$

$$\Delta T_\phi = T_2 - T_5 \quad (6.15)$$



şekil 6.3 Jeneratör ve absorber arasına yerleştirilen paralel akımlı zıt yönlü ısı değiştiricisi

$$\Delta T_m = (\Delta T_g - \Delta T_\phi) / \ln (\Delta T_g / \Delta T_\phi) \quad (6.16)$$

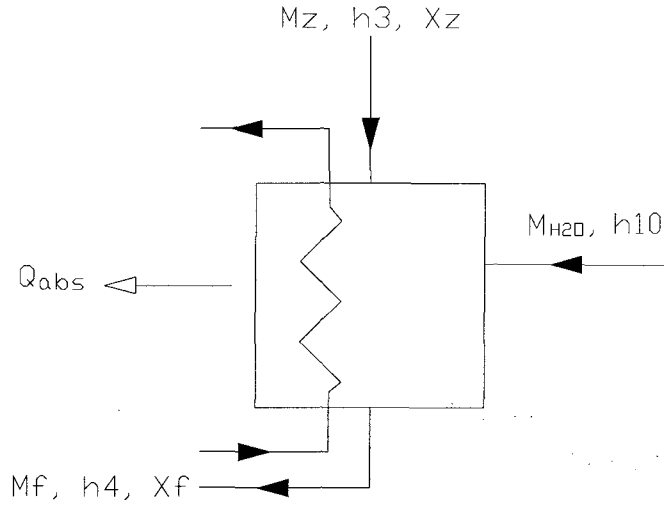
$$Q_{id} = K A \Delta T_m \quad (6.17)$$

6.1.3 Genleşme Valfi

Isı değiştirici ile absorber arasına yerleştirilen genleşme vanasında entalpi ve konsantrasyon sabit kalıp basınç sistem alt basınç seviyesine kadar düşürülür. Bu sistemlerde genelde iyice izole edilmiş termostatik genleşme vanaları kullanılır.

6.1.4 Absorber

Buharlaştırıcıdan gelen soğurucu akışkan absorberde zengin eriyik tarafından yutulup eriyik pompası vasıtasıyla jeneratöre geri basılır. Bu işlem esnasında büyük miktarda ısı açığa çıkar. Yutma işleminin iyi bir şekilde gerçekleşmesi için açığa çıkan bu ısının dışarı atılması gerekir.



Şekil 6.4 Absorberdeki ısı ve kütle dengeleri

Kütlenin korunumu yasasına göre (6.18) eşitliği çıkarılır.

$$m_{H_2O} + m_z = m_f \quad (6.18)$$

Enerjinin korunumu yasasına göre (6.19), (6.20) ve (6.21) eşitlikleri çıkarılır.

$$Q_{abs} = m_f h_4 - m_{H_2O} h_{10} - m_z h_3 \quad (6.19)$$

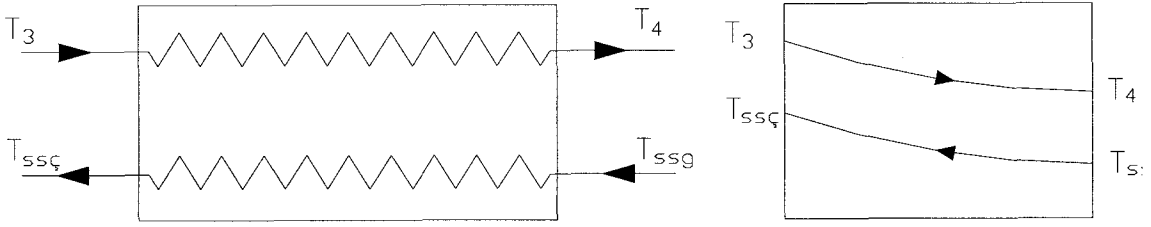
$$Q_{abs} = m_f h_4 - m_{H_2O} h_{10} - m_f h_3 + m_{H_2O} h_3 \quad (6.20)$$

$$Q_{abs} = m_f (h_4 - h_3) + m_{H_2O} (h_3 - h_{10}) \quad (6.21)$$

Absorber paralel akımlı zıt yönlü bir ısı değiştiricisi olarak (Şekil 6.5) kabul edildi. Borular içerisinden soğutma suyu, boruların dışından da eriyiğin aktığı kabul edildi. Bu şartlarda absorberin ihtiyacı olan ısı transfer alanı (A) logaritmik sıcaklık farkı metoduyla (6.22), (6.23), (6.24) ve (6.25) eşitlikleriyle ve absorbere gönderilmesi gereken soğutma suyu debisi (6.26) eşitliğiyle hesaplanır.

$$\Delta T_g = T_3 - T_{ssç} \quad (6.22)$$

$$\Delta T_ç = T_4 - T_{ssg}$$



Şekil 6.5 Paralel akımlı zıt yönlü ısı değiştiricisi olarak seçilen absorber

$$\Delta T_m = (\Delta T_g - \Delta T_c) / \ln (\Delta T_g / \Delta T_c) \quad (6.24)$$

$$Q_{abs} = K A \Delta T_m \quad (6.25)$$

$$Q_{abs} = c_{ps} m_s (T_{ssç} - T_{ssg}) \quad (6.26)$$

6.1.5 Eriyik Pompası

Eriyik pompası absorberden gelen LiBr bakımından fakir eriyiği jeneratöre basar. Bu iş için gerekli olan enerji miktarı (6.27) eşitliğiyle hesaplanır.

$$W = m_z (h_4 - h_5) \quad (6.27)$$

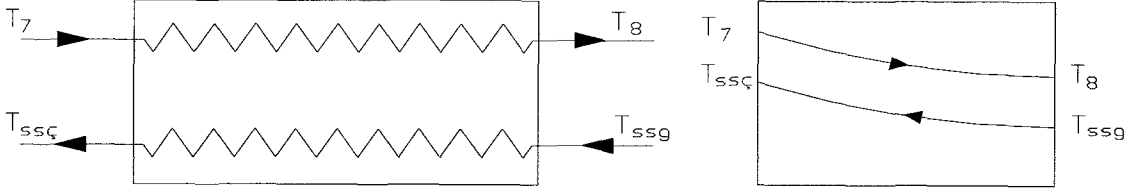
6.1.6 Yoğuşturucu

Jeneratörden buharlaşarak ayrılan soğutucu akışkan üst basınç seviyesinde çalışan yoğuşturucuda tamamen yoğuşur. Bu işlem esnasında açığa çıkan ısı miktarı ;

$$Q_{yoğ} = m_{H2O} (h_8 - h_7) \quad (6.28)$$

Yoğuşturucunun paralel akımlı zıt yönlü bir ısı değiştiricisi olarak (Şekil 6.6) kabul edildi. Borular içerisinden soğutma suyu, boruların dışından da eriyiğin aktığı kabul edildi. Bu şartlarda yoğuşturucunun ihtiyacı olan ısı transfer alanı (A) logaritmik sıcaklık farkı metoduyla (6.29),

(6.30), (6.31) ve (6.32) eşitlikleriyle ve yoğuşturucuya gönderilmesi gereken soğutma suyu debisi (6.33) eşitliğiyle hesaplanır.



Şekil 6.6 Paralel akımlı zıt yönlü ısı değiştiricisi olarak seçilen yoğuşturucu

$$\Delta T_g = T_7 - T_{ssç} \quad (6.29)$$

$$\Delta T_ç = T_8 - T_{ssg} \quad (6.30)$$

$$\Delta T_m = (\Delta T_g - \Delta T_ç) / \ln (\Delta T_g / \Delta T_ç) \quad (6.31)$$

$$Q_{yoğ} = K A \Delta T_m \quad (6.32)$$

$$Q_{buh} = c_{ps} m_s (T_{sg} - T_{sç}) \quad (6.33)$$

6.1.7 Buharlaştırıcı

Yoğuşturucudan gelip genişleme vanasında alt basınca düşürülen soğutucu akışkan buharlaştırıcıda tamamen buharlaştırılıp absorbere gönderilir.

Soğutucu akışkanın buharlaşması için gerekli ısı miktarı (6.34) eşitliğiyle bulunur.

$$Q_{buh} = m_{H2O} (h_{10} - h_9) \quad (6.34)$$

Buharlaştırıcı paralel akımlı zıt yönlü bir ısı değiştiricisi olarak (Şekil 6.7) kabul edildi. Boru içerisinden su buharı, boru dışından ise soğutulacak olan su akar. Bu şartlarda buharlaştırıcının ihtiyacı olan ısı transfer alanı (A) logaritmik sıcaklık farkı metoduyla (6.35),

(6.36), (6.37) ve (6.38) eşitlikleriyle ve buharlaştırıcıya gönderilmesi gereken soğutulacak su debisi (6.39) eşitliğiyle hesaplanır.

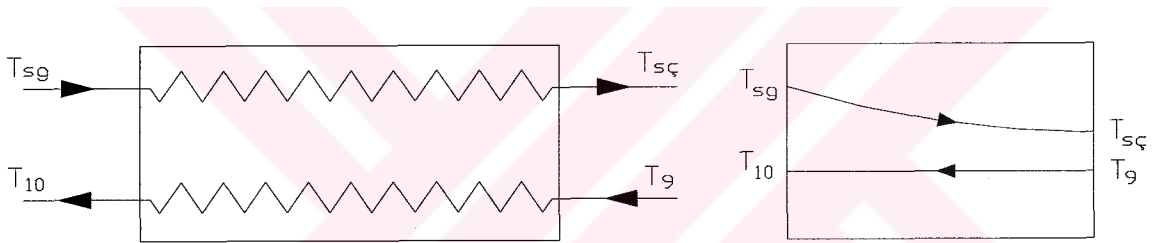
$$\Delta T_g = T_{sg} - T_{10} \quad (6.35)$$

$$\Delta T_\varphi = T_{s\varphi} - T_9 \quad (6.36)$$

$$\Delta T_m = (\Delta T_g - \Delta T_\varphi) / \ln (\Delta T_g / \Delta T_\varphi) \quad (6.37)$$

$$Q_{buh} = K A \Delta T_m \quad (6.38)$$

$$Q_{buh} = c_{ps} m_s (T_{sg} - T_{s\varphi}) \quad (6.39)$$



Şekil 6.7 Paralel akımlı zıt yönlü ısı değıştiricisi olarak seçilen buharlaştırıcı

6.2 LiBr-H₂O Absorbsiyonlu Çevriminin Soğutma Tesir Katsayısının Hesaplanması

Burada (6.43) eşitliğinden dolaşım oranını , (6.44) eşitliğinden de buharlaşma gizli ısısı, (6.45) eşitliğinden de soğutma tesir katsayısı bulunur.

$$COP = Q_{buh} / Q_{jen} \quad (6.40)$$

$$Q_{jen} = m_f (h_1 - h_6) + m_{H_2O} (h_7 - h_1) \quad (6.41)$$

$$Q_{buh} = m_{H_2O} (h_{10} - h_9) \quad (6.42)$$

$$(h_{10} - h_9) = h_{fg} \quad (6.43)$$

$$m_f / m_{H2O} = g \quad (6.44)$$

$$COP = h_{fg} / [(h_7 - h_1) + g (h_1 - h_6)] \quad (6.45)$$

Bu eşitliklerden soğutma tesir katsayısının soğutucu akışkanın buharlaşma gizli ısısına (h_{fg}) ve dolaşım oranına (g) bağlı olduğu görülür. Buharlaşma gizli ısısının yüksek olması soğutma tesir katsayısını olumlu yönde etkiler. Dolaşım oranının artması ise soğutma tesir katsayısının düşmesine sebep olur (Koeppel, 1994).

7. GÜNEŞ ENERJİLİ ABSORBSİYONLU SİSTEMİN İNCELENMESİ

7.1 Güneş Kollektörlerinin Özellikleri

Elektromagnetik radyasyon yoluyla dünyaya ulaşan güneş ışınlarının ısıtma soğutma proseslerinde kullanılabilmesi için enerjinin ısıya dönüştürülmesi gerekir. Güneş enerjili sistemlerde en önemli elaman, güneş radyasyonunu faydalı enerjiye dönüştüren güneş kollektörleridir. Güneş kollektörleri güneş ışınımını emici plaka ile yutarlar. Radyasyonu absorbe eden emici plakanın sıcaklığı yükselir ve ısı sıvı yada gaz akışkanlarla ısıya ihtiyaç duyulan ortama taşınır. Kollektör plakası sıcaklığı çevre sıcaklığından yüksek olduğundan kollektörden çevreye ısı kaybı olur ve bundan dolayı kollektörden % 100 verim elde edilemez. Güneş kollektörlerinin dizaynı düz yüzeyli ve yoğunlaştırılmalı olmak üzere iki grupta yapılmaktadır. Düz yüzeyli kollektörler her üç radyasyondan yararlanabilirler. Yoğunlaştırılmalı kollektörler ise belirli bir yüzeye düşen direkt güneş radyasyonunu daha küçük emici alanına yoğunlaştırarak verirler. Yoğunlaştırılmalı kollektörler sadece direkt radyasyonu kullanabildikleri için, güneşi sürekli izlemeleri sağlanmalıdır. Kollektörler, ısı taşıyıcı akışkan cinsine göre de sıvılı ve gazlı kollektörler olarak ikiye ayrılırlar. Sıvılı kollektörlerde daha çok su, gazlı kollektörlerde de hava dolaşmaktadır. Sıvılı kollektörlerin verimi havalı kollektörlere göre daha yüksek, yapımı daha kolay ve ucuzdur. Toplanan enerjinin depolanması için daha düşük hacimli depo yeterli olur.

Basit bir düz yüzeyli kollektör beş ana kısımdan meydana gelir. Bunlar ;

1. Güneş radyasyonunu geçiren ve üstten ısı kaybını önleyen bir veya daha çok saydam örtü
2. Enerjiyi toplayan emici plaka
3. Isı taşıyıcı akışkanın dolaştığı borular
4. Isı yalıtımı
5. Bu kısımları birarada tutan kasa

Güneş kollektörlerinden en verimli şekilde faydalanmak için, kollektörden çevreye olan ısı kayıplarının minimuma çekilmesi, emici plaka yutuculuğunun artırılması, plakadan akışkana ısı geçişinin iyileştirilmesi gerekir.

Çevreye olan ısı kayıplarının azaltılması için üst yüzeye güneş ışınımını geçiren ve taşınımla olan ısı kaybını minimuma indiren saydam bir örtü konulur. Işınımından faydalanamayan alt ve yan yüzeyler ısı geçişine karşı yalıtılır. Düz toplayıcılarda, saydam örtü olarak genellikle camlar kullanılır. Camlar, dalgaboyu 0.3 µm ile 3 µm arasında olan güneş ışınımının büyük kısmını geçirirken emici plaka tarafından yansıtılan uzun dalgaboylu ışınımı geçirmezler. Camların toplam geçirme oranı bileşimindeki demir-oksit miktarı arttıkça azaldığından demir-oksit miktarı %0.05 'den düşük olan camlar kullanılır.

Emici plakanın, güneş ışınımını yutma oranı büyük ve uzun dalga boylu ışın yansıtıcılığı düşük olmalıdır. Işınımı yutarak ısınan emici plaka bu ısıyı temas halinde olduğu boruların içerisindeki akışkana iyi bir şekilde iletebilmesi için ısı iletim katsayısının yüksek ve ısı geçişinin hızlı olabilmesi için de plakanın ince olması gerekir. Emici plaka malzesi olarak bakır, alimünyum, çelik ve paslanmaz çelik gibi metaller kullanılır.

Kollektörlerin güneş görmeyen alt ve yan yüzeylerinden olan ısı kaybının azaltılması için poliüretan köpük veya cam yünü gibi yalıtım malzemeleri kullanılır (Kılıç ve Öztürk).

7.2 Güneş Enerjili Absorbsiyonlu Soğutma Sisteminin Modellemesi

Kollektörle ısı eşanjörü arasında taşıyıcı akışkan olarak glikol-su karışımı, depo ısı eşanjörü arasında ise su dolaşmaktadır (Şekil 7.1). Bu sistemlerde dikkat edilmesi gereken en önemli hususlar korozyon ve donma tehlikesidir.

Meteoroloji istasyonundan alınan saatlik ışınım değerlerinden faydalanılarak kollektör tarafından absorbe edilen güneş enerjisi miktarı bulunur. Eşitlik (7.1)'de I güneş ışınım miktarını (W/m^2), $\tau\alpha$ cam ve plakanın düzeltilmiş geçirgenlik ve yutma oranını verir.

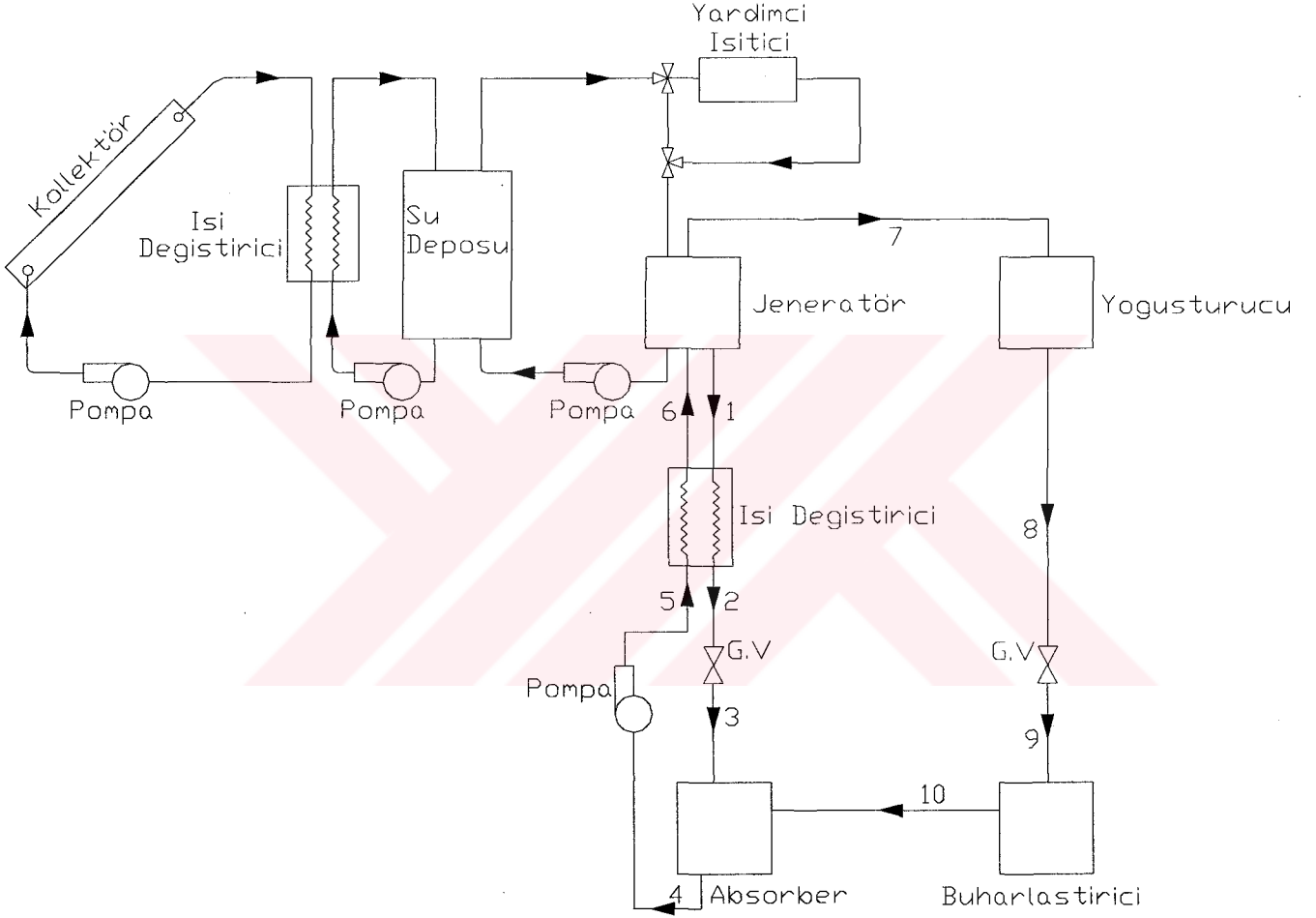
$$S = I (\tau\alpha) \quad (7.1)$$

Cam plakanın geçirgenlik ve yutma oranı (7.2) eşitliğinden bulunabilir. Bu eşitlikte τ camın geçirgenlik oranı (%), α_p plakanın yutma oranı (%), ρ_c camın yansıtma oranı (%) değerleridir.

$$\tau\alpha = \tau \alpha_p / [1 - (1 - \alpha_p) \rho_c] \quad (7.2)$$

Kollektörde absorbe edilen bu enerji, kollektör akışkanı olarak kullanılan glikol su karışımından depodaki suya aktarılırken bir miktar kayba uğrar. Kollektörden depoya ısı aktarımı için, depodan gelen suyun sıcaklığının glikol-su karışım sıcaklığından düşük olması gerekir. Bu şartın sağlanmadığı durumda kollektör devre dışı bırakılır.

$$Q_u = A_c F'_R [S - U_L (T_s - T_a)] \quad (7.3)$$



Şekil 7.1 Güneş enerjili absorpsiyonlu soğutma sistemi

Kollektörden depoya gönderilen faydalı ısı enerjisi (7.3) eşitliğiyle bulunur. Bu eşitlikte A_c kollektör alanını, U_L kollektörün toplam ısı geçiş katsayısını ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$), T_s ortalama akışkan sıcaklığını, T_a dış sıcaklığı, F'_R güneş kollektörü-ısı eşanjörü performans değerini verir.

$$1 / U_{ba} = d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 + 1 / h_d \quad (7.6)$$

$$1 / U_{by} = d_2 / \lambda_2 + 1 / h_d \quad (7.7)$$

Güneş kollektörü - ısı eşanjörü performans değeri (7.8) eşitliği vasıtasıyla bulunur. Bu eşitlikte F_R ısı eşanjörü performans değeri, ε ısı eşanjörü tesir katsayısı, m akışkan debisi, c_p akışkanın özgül ısısıdır (Koo, 1999).

$$F'_R = F_R \left[\left[1 + A_c F_R U_L / (m c_p)_k \right] \left[((m c_p)_k / \varepsilon (m c_p)_d) - 1 \right] \right]^{-1} \quad (7.8)$$

Isı eşanjöründen depoya gelen su deponun sıcaklığını zaman içerisinde arttıracaktır. Depo sıcaklığının artarak ortam sıcaklığının üstüne çıkmasıyla da depodan bulunduğu ortama bir ısı transferi gerçekleşecektir. Bundan dolayı deponun izolasyonu önem kazanır. Kazanılan enerjinin en iyi şekilde depolanması ve depodan olacak ısı kayıplarının en aza indirilebilmesi deponun iyi bir şekilde izole edilmesiyle mümkün olabilir.

Depodan bulunduğu ortama olan ısı kaybı (7.9) eşitliğiyle bulunur. Eşitlik (7.9)'da U_s deponun ısı kayıp katsayısı, A_s depo alanı, T_s depo sıcaklığı, T_{ort} ortam sıcaklığıdır.

$$Q_k = U_s A_s (T_s - T_{ort}) \quad (7.9)$$

Depomuz üç katmandan oluşuyor. Birinci katman depo malzemesi olarak kullanılan paslanmaz çelik, ikinci katman izolasyon malzemesi olarak seçilen cam yünü, üçüncü katmansa izolasyon malzemesini dış etkenlerden korumak için konulan alüminyum levhadır. Depomuzun ısı kayıp katsayısını (7.10) eşitliğinden buluruz.

$$1 / U_s = 1 / \alpha_i + d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 + d_3 / \lambda_3 + 1 / \alpha_d \quad (7.10)$$

Havaların ısınmasıyla depodan evi soğutmak için ısı çekilmesi gerekir. Depodan jeneratöre transfer edilecek ısı miktarı (7.11) eşitliği yardımıyla bulunabilir. Bu eşitlikte m depodan jeneratöre gönderilen suyun debisi, c_p suyun özgül ısısı, T_ζ depo çıkış sıcaklığı, T_g depoya dönüş sıcaklığıdır.

$$Q_i = m c_p (T_\zeta - T_g) \quad (7.11)$$

Depodaki sıcaklık değişimlerini saatlik olarak inceleyip, buna göre deponun 1 saat sonraki sıcaklığını (7.14) eşitliğinden, (7.12) ve (7.13) eşitliklerinden faydalanarak bulunabilir.

$$(m c_p) dT_s / dt = Q_u - Q_k - Q_i \quad (7.12)$$

$$T_{s2} = T_s + (\Delta t / (m c_p)) (Q_u - Q_k - Q_i) \quad (7.13)$$

$$T_{s2} = T_s + (Q_u - Q_k - Q_i) / (m c_p) \quad (7.14)$$

7.3 Bilgisayar Programlarının Kullanımı

Birinci ve ikinci programlara <http://unal.kilavuz.net> adresinden ulaştığımızda karşınıza açıklama sayfası çıkacaktır. Bu sayfada programların kısa açıklamalarına ve hazırladığım teze zip dosyası (sıkıştırılmış) halinde ulaşabilirsiniz. Absorbsiyonlu soğutma düğmesine farenizi tıkladığınızda karşınıza LiBr - H₂O absorbsiyonlu soğutma makinası programı çıkar. Bu programı aşağıdaki prosedürü takip ederek rahatça kullanılabilir. Ek 3'te Adana ve Bursa illeri için uygulama gösterilmiştir.

1. Sistemin yoğuşturucu çıkış sıcaklığını 25 - 40 °C aralığında olmak üzere kutuya giriniz.
2. Sistemin buharlaştırıcı sıcaklığını 4 - 10 °C aralığında olmak üzere kutuya giriniz.
3. Sistemin jeneratör çıkış sıcaklığını 45 - 65 °C aralığında olmak üzere kutuya giriniz.
4. Sistemin soğutma yükünü kW olarak giriniz.
5. Farenizi "Şehir" yazan kısmın sağındaki kutuya tıkladığınızda karşınıza çıkacak şehir adlarından sisteminizin çalışacağı şehir adını seçiniz.
6. Farenizi "Mevsim" yazan kısmın sağındaki kutuya tıkladığımızda karşınıza çıkacak "haziran, temmuz, ağustos" yada "yıllık" şartlarından sisteminize uygun olanını seçiniz.
7. Formu tam olarak doldurduktan sonra farenizle gönder düğmesine basınız.

Formu gönderdikten sonra karşınıza çıkan sonuç sayfasında , LiBr - H₂O absorbsiyonlu soğutma sistemiyle soğutulacak ortamın soğutma yükünü karşılamak için gerekli olan elemanlarının kapasiteleri, yoğuşturucudan açığa çıkan ısı, absorberden açığa çıkan ısı, jeneratöre verilmesi gereken ısı, sistemin soğutma tesir katsayısı, jeneratör, yoğuşturucu, buharlaştırıcı ve absorberin ısı transfer yüzey alanları, ısıtma ve soğutma su debileri, jeneratörün ihtiyacı olan enerjiyi karşılamak için gerekli olan kollektör alanı değerlerine ulaşılabilir.

Isıtma & Soğutma düğmesine fareinizi tıkladığınızda güneş enerjisiyle ısıtma, soğutma programına ulaşabilirsiniz. Bu programı da aşağıdaki prosedürü takip ederek rahatça kullanılabilir.

1. Farenizi “Şehir” yazan kısmın sağındaki kutuya tıkladığınızda karşınıza çıkacak şehir adları arasında ısıtma veya soğutma yapmak istediğiniz şehir adını seçiniz.
2. Farenizi “Mevsim” yazan kısmın sağındaki kutuya tıkladığınızda karşınıza çıkacak “haziran, temmuz, ağustos”, “yıllık”, “kışlık”, “nisan, mayıs, eylül” dönemlerinden ısıtma yada soğutma ihtiyacınıza göre uygun olan mevsimi seçiniz
3. Isıtma yada soğutma için ihtiyaç duyduğunuz enerji miktarını kcal/h olarak Q kutusuna giriniz.
4. Mahalin kollektörün yerleştirilmesine uygun olan güneşe bakan çatı alanını çatı alanı kutusuna m² cinsinden giriniz.
5. Isıtma yada soğutma yapılacak mahal alanını kullanım alanı kutusuna m² cinsinden giriniz.
6. Formu tam olarak doldurduktan sonra fareniyle gönder düğmesine basınız.

Formu gönderdikten sonra karşınıza çıkan sonuç sayfasından ısıtma yada soğutma için gerekli olan kollektör alanı ve çatı alanının kollektör alanına oranının yeterli olup olmadığına ulaşılabilir.

7.4 Bilgisayar Programlarının İncelenmesi

Birinci programla, LiBr - H₂O absorpsiyonlu soğutma makinası çalışma değerlerinin bulunabilmesi için bazı değerlerin kullanıcı tarafından girilip, bu değerlere göre belirli kabullerin yapılması gerekir. Bilgisayar programının çalışması için bazı kabuller yapılmıştır. Bu kabuller aşağıda sıralanmıştır.

1. Jeneratör ve yoğuşturucu basıncı, yoğuşma sıcaklığına karşılık gelen doyma basıncıdır.
2. Buharlaştırıcı ve absorber basıncı, buharlaşma sıcaklığına karşılık gelen doyma basıncıdır.
3. Yoğuşturucudan ayrılan soğutucu akışkan, doymuş sıvı ($x = 0$) halindedir.
4. Buharlaştırıcıdan ayrılan soğutucu akışkan buharı, doymuş buhar halindedir.
5. Absorber ve jeneratördeki çözelti, soğutucu akışkanla denge halindedir.
6. Sistemde ısı ve basınç kaybı yoktur.
7. Sisteme iş girişi ihmal edilir.

Çevrimdeki noktaların konumları Şekil 7.1'de gösterilmiştir.

1. Eriyiğin jeneratörden çıkış noktası
2. Isı değiştiricisinden çıkıp genleşme valfine giriş noktası
3. Eriyiğin absorbere giriş noktası
4. Absorberden çıkış noktası
5. Eriyik pompasından çıkış noktası
6. Jeneratöre giriş noktası
7. Yoğuşturucuya giriş noktası
8. Yoğuşturucudan çıkış noktası
9. Buharlaştırıcıya giriş noktası
10. Buharlaştırıcı çıkış noktası

Yukarıda girilen verilere ve yapılan kabullere göre programın akışı aşağıda anlatılmıştır. Yoğuşturucu çıkış noktasında (8) suyun basıncı, kullanıcı tarafından girilen sıcaklığa göre doymuş su için sıcaklık - basınç çizelgesinden (Çizelge 5) , entalpisi doymuş su için entalpi - sıcaklık çizelgesinden (Çizelge 7) yararlanarak bulunur.

Buharlaştırıcı giriş noktasında (9) sıcaklık, yoğuşturucu çıkış noktası sıcaklığına eşittir. Bu sıcaklığa göre doymuş su için Çizelge 5'ten yararlanarak basıncı bulunur.

Buharlaştırıcı çıkış noktası (10) basıncı, giriş basıncına eşittir. Buharlaştırıcı sıcaklığına göre doymuş su buharı için entalpi Çizelge 8'den bulunur.

10, 4, 3 noktalarının basıncı alt basınca (9) eşittir.

1, 2, 5, 6, 7 noktalarının basıncı üst basınca (8) eşittir.

Jeneratör giriş noktası (6) derişikliği, jeneratör giriş sıcaklığına göre Çizelge 4'ten buluruz.

Jeneratör çıkış noktası sıcaklığı giriş sıcaklığından 25 °C fazla kabul edildi.

$$T_7 = T_1 = T_6 + 25 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (7.15)$$

Jeneratörden absorbere dönen eriyiğin (1), sıcaklığına göre derişikliği Çizelge 4'ten hesaplanır.

Absorber çıkış sıcaklığı yoğuşturucu çıkış sıcaklığından 5 °C düşük kabul edildi.

$$T_4 = T_8 - 5 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (7.16)$$

7, 8, 9, 10 noktalarında derişiklik 1 noktası derişikliğine ve 4, 5 noktalarındaki derişiklik 6 noktası derişikliğine eşittir. 2 noktasındaki derişiklik 1 noktası derişikliğine eşittir.

Isı değiştiricisi çıkış noktası (2) sıcaklığı, giriş (1) sıcaklığından 25 °C düşük kabul edildi.

$$T_2 = T_1 - 25 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (7.17)$$

Jeneratör giriş ve çıkış noktalarındaki entalpi jeneratöre giriş ve çıkıştaki eriyik derişikliklerine göre (7.21) eşitliğinden, (7.18), (7.19) ve (7.20) eşitlikleri yardımıyla bulunur.

$$E_1 = -2024,1859 + 163,2976 x - 4,8813 x^2 + 6,3025 10^{-2} x^3 - 2,9135 10^{-4} x^4 \quad (7.18)$$

$$E_2 = 18,2816 - 1,169 x + 3,2479 10^{-2} x^2 - 4,0339 10^{-4} x^3 + 1,8519 10^{-6} x^4 \quad (7.19)$$

$$E_3 = -0,037 + 2,8876 10^{-3} x - 8,1308 10^{-5} x^2 + 9,991 10^{-7} x^3 - 4,4438 10^{-9} x^4 \quad (7.20)$$

$$h = E_1 + E_2 T + E_3 T^2 \quad (7.21)$$

Jeneratörden yoğuşturucuya giden su buharının (7) entalpisi, jeneratör çıkış sıcaklığına göre Çizelge 6'dan bulunur.

Buharlaştırıcıda enerji dengesinden soğutucu akışkanın debisi (7.22) eşitliğinden bulunur.

$$m_{10} = Q_{buh} / (h_{10} - h_9) \quad (7.22)$$

Jeneratörden absorbere dönen soğutucu akışkan ve absorbent eriyiğinin debisi soğutucu akışkan debisine göre (7.23) eşitliğinden bulunur.

$$m_3 = [(x_4 - x_{10}) / (x_3 - x_4)] m_{10} \quad (7.23)$$

Absorberden çıkan eriyik debisi (7.24) eşitliğinden bulunur.

$$m_4 = m_3 + m_{10} \quad (7.24)$$

Jeneratöre verilmesi gereken ısı miktarı (7.25) eşitliğinden bulunur.

$$Q_{jen} = m_1 h_1 + m_7 h_7 - m_6 h_6 \quad (7.25)$$

Yoğuşturucudan çekilmesi gereken ısı miktarı (7.26) eşitliğinden bulunur.

$$Q_{yog} = m_8 (h_7 - h_8) \quad (7.26)$$

Absorberden çekilmesi gereken ısı miktarı (7.27) eşitliğinden bulunur.

$$Q_{abs} = Q_{buh} + Q_{jen} - Q_{yog} \quad (7.27)$$

Soğutma tesir katsayısı (7.28) eşitliğinden hesaplanır.

$$COP = Q_{yük} / Q_{jen} \quad (7.28)$$

Bu işlemlerden sonra sıra, sistem komponentlerinin ihtiyacı olan ısı transfer alanlarının ve komponentlerin ihtiyacı olan su debilerinin hesaplanmasına gelir. Bütün komponentler zıt yönlü paralel akımlı birer ısı değiştiricisi olarak kabul edilip, ısı değiştiricilerin boyutlandırılması logaritmik sıcaklık farkı metoduyla yapılır.

Jeneratör için $K=500 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{g1}=75 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ç1}=65 \text{ }^\circ\text{C}$, ısı değiştiricisi için $K=300 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, absorber için $K=350 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ssg}=T_4-15 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ssç}=T_4-5 \text{ }^\circ\text{C}$, buharlaştırıcı için $K=300 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{sg}=25 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{sç}=15 \text{ }^\circ\text{C}$, yoğuşturucu için $K=500 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ssg}=T_8-15 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{ssç}=T_8-5 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak kabul edilip hesaplanır.

Komponentlerin ihtiyacı olan ısı transfer alanları ve gerekli olan su debileri bulunduktan sonra sistemin ihtiyacı olan kollektör alanının hesabına geçilir (Arınç, 1999). Kollektörün ihtiyacı olan ısı miktarı Q_{jen} 'den belirlenir. Sistemin kurulacağı şehire göre yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınımı ortalama değerleri Çizelge 1'den alınır.

Kullanıcı tarafından girilen mevsime göre kollektörün eğimi belirlenir.

Kollektörün güneye baktığı kabul edilip azimut (A) açısı 0° , azimut açısı düzeltme faktörü (A_1) 1 olarak alınır.

Toplayıcı eğim açısı (S) planlanan yerin enlemine ve mevsime göre Çizelge 3'ten alınan K değerine göre hesaplanır. Eğik toplayıcı yüzeyi için dönüşüm faktörü (R), planlanan yerin enlemi, eğim açısı ve mevsime göre Çizelge 2'den alınır.

Eğik toplayıcı yüzeyine gelen toplam ışıınım ortalaması (7.29) eşitliğinden bulunur.

$$Q_k = Q_y R \quad (7.29)$$

En uygun toplayıcı verimi, η_k toplayıcı tipine ve mevsime göre Çizelge 3'ten alınır. Buradan (7.30) eşitliğinden yararlı ısı (Q_n) bulunur.

$$Q_n = Q_k \eta_k \quad (7.30)$$

Son olarak gerekli kollektör alanı (7.31) eşitliğinden hesaplanır.

$$F_k = Q / Q_n \quad (7.31)$$

İkinci program, veri olarak girilen il adı, mevsim adı, ihtiyaç duyulan ısı miktarı, ısıtılacak yada soğutulacak olan ortamın kullanım alanı ve binanın güneye bakan çatı alanı değerlerden yararlanarak ihtiyaç duyulan ısı miktarını karşılamak için gerekli olan kollektör alanını birinci programda olduğu gibi (7.29), (7.30), (7.31) eşitliklerini kullanarak hesaplar ve çatı alanının kollektör için yeterli olup olmayacağını belirler.

Üçüncü program, Bursa ili için DMİ' den alınan 2000-2001 yılları için Bursa Meteoroloji İstasyonu kayıtlarından ışıınım ve dış hava sıcaklığı değerlerine göre, LiBr-H₂O absorpsiyonlu soğutma sistemi için ilk programdan bulunan kollektör alanı, jeneratörün ihtiyaç duyduğu sıcak su debisi değerlerinden de faydalanarak sistemin ihtiyaç duyulacağı yardımcı enerji kaynağının değerini hesaplar. Sistemin 2000 yılı eylül ayından 2001 yılı ağustos ayına kadar çalışması incelenmiştir. Deponun bütün yıl boyunca güneşten faydalanılacağı düşünülüp kollektör eğimi yıllık çalışma şartlarına göre belirlenmiştir. DMİ 'den alınan saatlik ışıınım değerlerinden faydalanılıp kollektör tarafından absorbe edilen güneş enerjisi miktarı (7.1) eşitliğinden hesaplanır. Kollektörden ısı değiştiricisi vasıtasıyla depoya aktarılan faydalı ısı miktarı (7.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır. Bu eşitlikteki güneş kollektörü-ısı eşanjörü performans değeri F_R (7.8) eşitliğinden 0.78 olarak hesaplanıp kullanıldı. Bu eşitlikteki U_L kollektörün toplam ısı geçiş katsayısı da (7.4), (7.5), (7.6), (7.7) eşitlikleri yardımıyla

7.4 W/m °C olarak hesaplanıp kullanıldı. Deponun bu ısı kazancının yanında bulunduğu ortama ısı kaybı söz konusudur. Kazanılan bu enerjinin en iyi şekilde depolanması deponun izolasyonu ile mümkün olur. İzolasyon yapılan deponun ısı kayıp katsayısı 0.076 W/m² °C olarak hesaplanıp kullanılır. Deponun bulunduğu mahal sıcaklığı, dış sıcaklığın 15 °C 'un altında olduğu zaman dış sıcaklıktan 10 °C yüksek, üstünde olduğu zaman ise dış sıcaklığa eşit olduğu kabul edildi. Sistemin ilk çalışmaya başladığı anki deponun su sıcaklığı 20 °C olarak alındı. Eylül-Mayıs ayları aralığında kollektör vasıtasıyla toplanan enerji depoya aktarılıp deponun sıcaklığı artırıldı. Bu aylar aralığında depodan sadece bulunduğu ortama sıcaklık farkından dolayı ısı kaybı oldu. Haziran ayından itibaren ise sistem dış sıcaklığın 30 °C 'un üzerinde olduğu saatlerde çalışmaya alındı. Sistemin çalışması için jeneratöre gönderilmesi gereken enerji depodan sağlandı. Depo sıcaklığı 75 °C 'un olduğu zaman jeneratöre gönderilen akışkan 10 °C sıcaklık düşümüyle depoya döndü. Sıcaklığın 75 °C 'un altına düşmesi durumunda ise sıcaklık 75 °C 'ye yükseltip jeneratöre gönderildi ve depoya 65 °C sıcaklığında döndü. Bu program sayesinde soğutma sisteminin ne kadar yardımcı enerji kullanımına ihtiyaç duyacağı hesaplandı.

7.5 Program Sonuçlarının İncelenmesi

İlk programdan absorber, yoğuşturucu ve jeneratör sıcaklığındaki artışın COP 'ın azalmasına buharlaştırıcı sıcaklığındaki artışın COP 'ın artmasına sebep olduğu görülür.

İkinci programı kullanarak, tek katın kullanım alanı 100 m² olan, çatısı 30 ° eğimli olup tamamen güneye baktığı kabul edilen 115 m² çatı alanına sahip olan bir binada bölgelere göre seçilen şehirlerde ihtiyaç duyulan ısıya göre gerekli olan kollektör alanı belirlenip bu alanın çatı alanıyla karşılaştırması yapıp, uygun olabilecek en yüksek, kullanım alanının çatı alanına oranı hesaplanmıştır. 100 m² olan kullanım alanının ısınma için ihtiyaç duydukları enerji miktarları Akdeniz ve Ege bölgeleri için 2500 kcal/h, Marmara ve Karadeniz bölgeleri için 4000 kcal/h, İç Anadolu bölgesi için 7000 kcal/h, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri için 9000 kcal/h olarak alınmıştır. Isıtma durumunda, Çizelge 7.1' den görüleceği üzere kışın Akdeniz ve Ege Bölgelerinde çatı alanları, 100 m² 'lik 4 katlı bir binanın ısı ihtiyacını karşılayabilirken, bu alan Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde 2 kat, İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde tek kata düşüyor. Bunda bölgelere gelen ışınım şiddetinin yanında kullanım alanının ihtiyaç duyduğu ısının etkisi olduğu görülüyor.

Çizelge 7.1 Şehirlerde kışın ihtiyaç duyulan ısıya göre kullanım alanı çatı alanı oranı

Şehir	Kullanım Alanı	Çatı Alanı	Kat ısı ih. (kcal/h)	Top.ısı ih (kcal/h)	Kollektör Alanı	Ku A / Ç A A
Adana	400	115	2500	10000	102	0,29
Antalya	400	115	2500	10000	100	0,29
Muğla	400	115	2500	10000	106	0,29
İzmir	400	115	2500	10000	110	0,29
Bursa	200	115	4000	8000	104	0,57
Edirne	200	115	4000	8000	104	0,57
Zonguldak	200	115	4000	8000	108	0,57
Samsun	200	115	4000	8000	110	0,57
Trabzon	200	115	4000	8000	104	0,57
Ankara	100	115	7000	7000	78	1,15
Kayseri	100	115	7000	7000	76	1,15
Mardin	100	115	9000	9000	86	1,15
Gaziantep	100	115	9000	9000	88	1,15
Erzurum	100	115	9000	9000	94	1,15
Malatya	100	115	9000	9000	96	1,15

Soğutma durumundaysa, Çizelge 7.2'den görüleceği üzere Doğu Karadeniz Bölgesi hariç yazın çatı alanları, 100 m² 'lik 3 katlı bir binanın soğutma yükünü karşılayabilmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesinde bu alan sadece 2 katlı bir binanın ihtiyacını karşılayabilmektedir. Buda gelen ışınım şiddetinin yüksek olduğu bölgelerde soğutma yükünde yüksek olduğunun göstergesidir. Doğu Karadeniz bölgesinde ise soğutma yükü diğer bölgelerden düşük olmasına rağmen bu ihtiyacın karşılanamaması bu bölgenin kendisiyle aynı soğutma yüküne sahip diğer bölgelere göre daha az ışınım aldığına göstergesidir.

Çizelge 7.3'de kışın ısınma için ihtiyaç duyulan enerjinin farklı enerji kaynakları tarafından sağlandığı durumlar karşılaştırılmıştır. Bu çizelgedeki değerlerde kömür, doğalgaz ve fuel-oil için 1000 \$ değerinde kazan ve 10 yıllık çalışma sonucu harcanacak enerji maliyetinin bugünkü değerinin toplamı, güneş enerjisi ile ise ısıtma için ihtiyaç duyulan kollektör maliyeti ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 7.2 Şehirlerde yazın ihtiyaç duyulan soğutma yüküne göre kullanım alanı çatı alanı oranı

Şehir	Kullanım Alanı	Çatı Alanı	Kat ısı ih. (kcal/h)	Top.ısı ih. (kcal/h)	Kollektör Alanı	Ku A / Ça A
Adana	300	115	9650	29000	106	0,38
Antalya	300	115	10000	30000	112	0,38
Muğla	300	115	9400	28200	104	0,38
İzmir	300	115	9400	28200	106	0,38
Bursa	300	115	9400	28200	114	0,38
Edirne	300	115	9400	28200	112	0,38
Zonguldak	300	115	8300	25000	108	0,38
Samsun	300	115	8300	25000	110	0,38
Trabzon	200	115	8300	16600	104	0,57
Ankara	300	115	8600	25800	94	0,38
Kayseri	300	115	9050	27150	102	0,38
Mardin	300	115	9650	29000	100	0,38
Gaziantep	300	115	10000	30000	106	0,38
Erzurum	300	115	8300	25000	92	0,38
Malatya	300	115	9650	29000	104	0,38

Çizelge 7.3'de kışın ısınma için ihtiyaç duyulan enerjinin farklı enerji kaynakları tarafından sağlandığı durumlar karşılaştırılmıştır. Bu çizelgedeki değerlerde kömür, doğalgaz ve fuel-oil için 1000 \$ değerinde kazan ve 10 yıllık çalışma sonucu harcanacak enerji maliyetinin bugünkü değerinin toplamı, güneş enerjisi ile ise ısıtma için ihtiyaç duyulan kollektör maliyeti ile karşılaştırılmıştır. Sistemlerin 10 yıllık toplam enerji maliyetlerinin bugünkü değeri (7.32) eşitliği yardımıyla hesaplandı.

$$P = A [(1+i)^n - 1] / [i (1+i)^n] \quad (7.32)$$

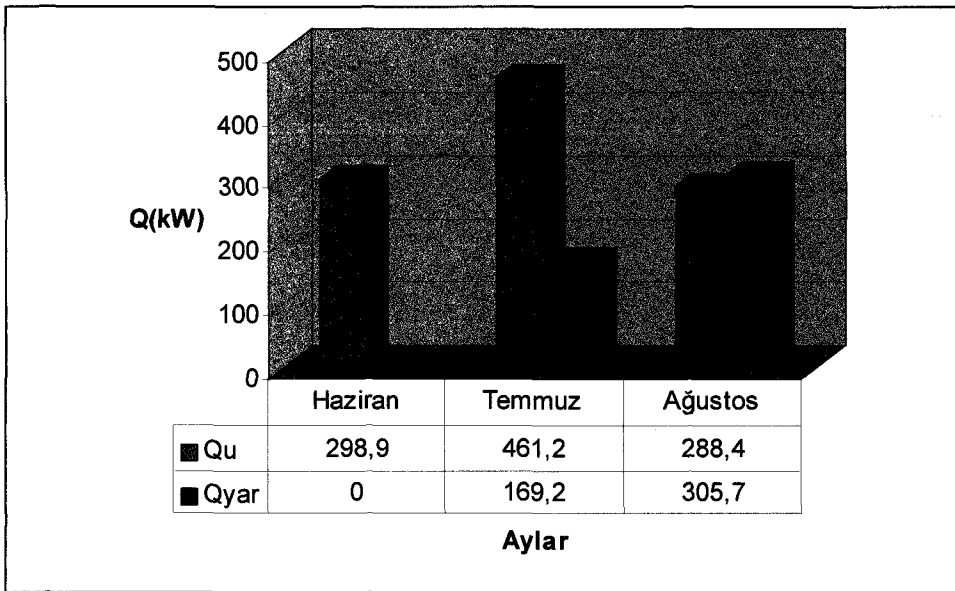
Bu eşitlikte P paranın bugünkü değeri, A n dönem düzgün şekilde devam eden ödeme, i faiz oranı, n dönem sayısını ifade eder. Burada faiz oranı yıllık %2, dönem sayısı 10 yıl olarak alınmıştır. Doğalgaz fiyatı 0.0282 \$ /1000 kcal, kömür fiyatı 0.0300 \$ /1000 kcal, fuel-oil fiyatı 0.0497 \$ /1000 kcal, 2 m² 'lik alana sahip kollektör fiyatı da 150 \$ olarak alınmıştır.

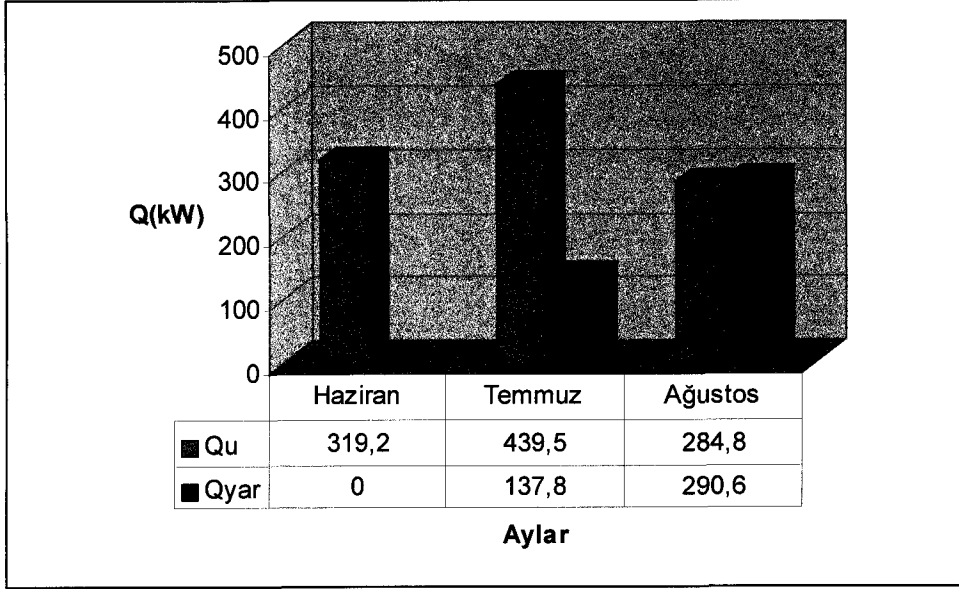
Buradan Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde ısınma için enerjinin güneşten sağlanmasının ekonomik olmadığı, yıllık ısınma süreleri daha uzun olan İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde ise güneş enerjisinin fuel-oil'e alternatif olarak kullanılabilceği sonucuna varıldı.

Çizelge 7.3 Şehirlerin 10 yıllık ısıtma ihtiyaçlarını karşılayacak yakıtların maliyeti

Şehir	Isı ihtiyacı (kcal/h)	Isınma süresi (gün/yıl)	Doğalgaz(\$)	Kömür(\$)	Fuel-Oil(\$)	Güneş(\$)
Adana	10000	120	4040	4235	6360	7650
Antalya	10000	120	4040	4235	6360	7500
Muğla	10000	120	4040	4235	6360	8000
İzmir	10000	120	4040	4235	6360	8250
Bursa	8000	150	4040	4235	6360	7800
Edirne	8000	150	4040	4235	6360	7800
Zonguldak	8000	150	4040	4235	6360	8100
Samsun	8000	150	4040	4235	6360	8250
Trabzon	8000	150	4040	4235	6360	7800
Ankara	7000	165	3925	4110	6160	5850
Kayseri	7000	165	3925	4110	6160	5700
Mardin	9000	150	4420	4640	7030	6450
Gaziantep	9000	150	4420	4640	7030	6600
Erzurum	9000	195	5445	5730	8835	7000
Malatya	9000	180	5100	5365	8230	7200

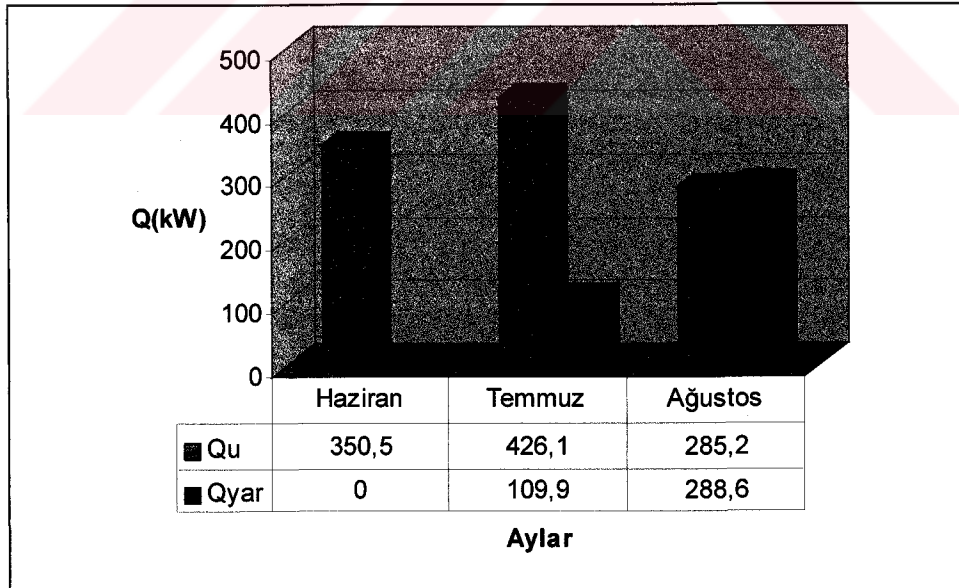
Üçüncü program, absorpsiyonlu soğutma sisteminin ihtiyaç duyacağı yardımcı enerji miktarını hesaplamak için 5 m^3 , 7.5 m^3 , 10 m^3 hacimli üç depo için uygulanır. 5 m^3 hacimli deponun kollektörden çektiği ısı miktarı Şekil 7.3' ten görüleceği üzere haziran ayında 298.9 kW , temmuz ayında 461.2 kW, ağustos ayında 288.4 kW olur. Deponun haziran ayında yardımcı enerjiye ihtiyacı olmayıp, temmuz ayında 169.2 kW ve ağustos ayında 305.7 kW yardımcı enerji kullanılır.

Şekil 7.3 5 m^3 deponun güneşten çektiği enerji ve ihtiyaç duyulan yardımcı enerji



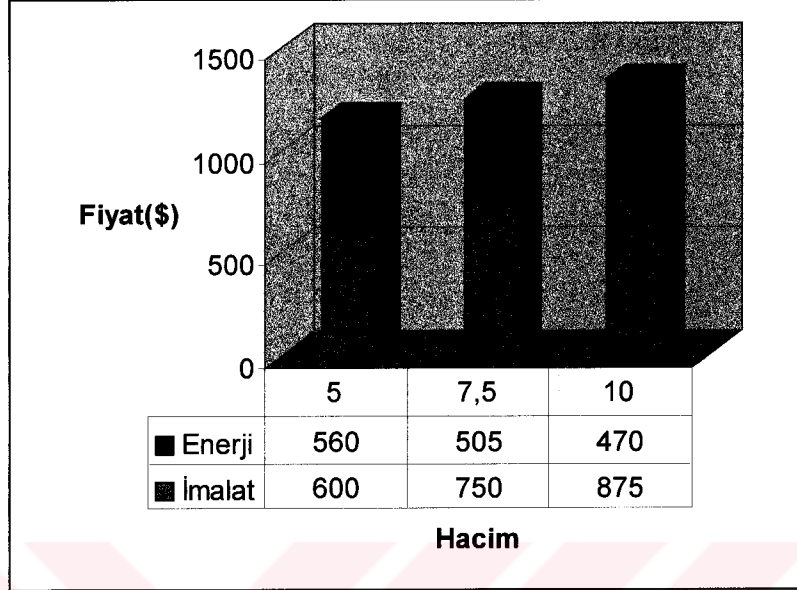
Şekil 7.4 7.5 m³ deponun güneşten çektiği enerji ve ihtiyaç duyulan yardımcı enerji

7.5 m³ hacimli deponun kollektörden çektiği ısı miktarı Şekil 7.4' ten görüleceği üzere haziran ayında 319.2 kW, temmuz ayında 439.5 kW , ağustos ayında 284.8 kW olur. Deponun haziran ayında yardımcı enerjiye ihtiyacı olmayıp, temmuz ayında 137.8 kW ve ağustos ayında 290.6 kW yardımcı enerji kullanılır.



Şekil 7.5 10 m³ deponun güneşten çektiği enerji ve ihtiyaç duyulan yardımcı enerji

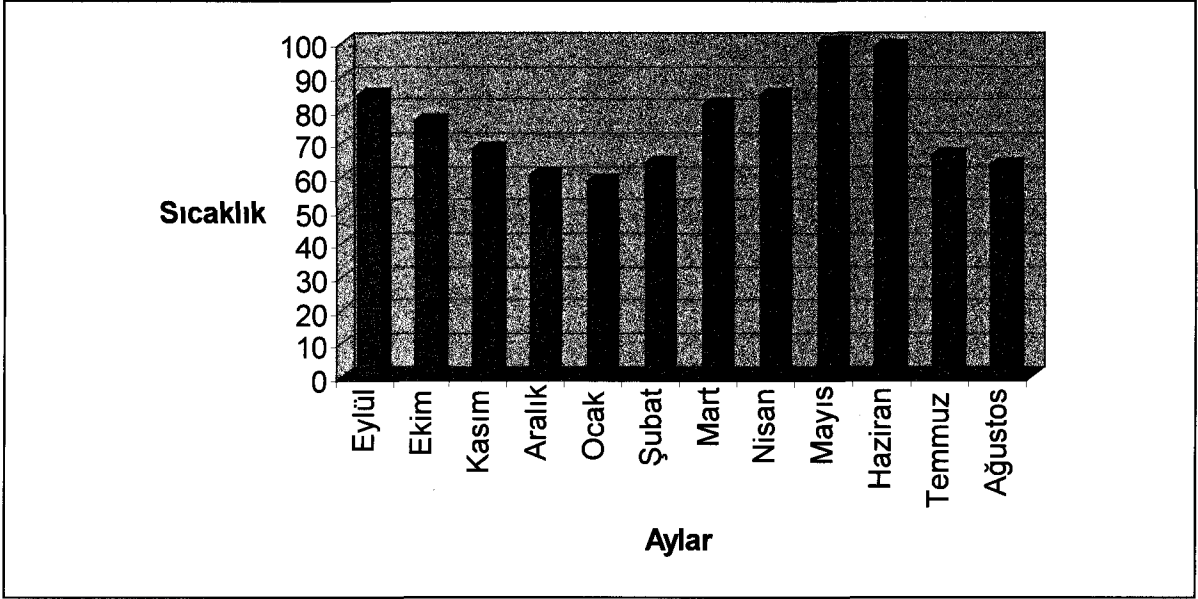
10 m³ hacimli deponun kollektörden çektiği ısı miktarı Şekil 7.5' ten görüleceği üzere haziran ayında 350.5 kW, temmuz ayında 426.1 kW , ağustos ayında 285.2 kW olur. 10 m³ hacimli depoda haziran ayında yardımcı enerjiye ihtiyaç duyulmayıp, temmuz ayında 109.9 kW ve ağustos ayında 288.6 kW yardımcı enerji kullanılır.



Şekil 7.6 Fiyat karşılaştırma

Üçüncü program kullanılarak hesaplanan bu yardımcı enerji ihtiyaçları sistemin maliyet analizinde kullanılmıştır. Bu sonuçlara göre sistemin 10 yıl çalışması için, depoların ilk yatırım maliyetleri ve 10 yıl boyunca harcanacak enerji miktarları göz önüne alınıp Şekil 7.6' da fiyat karşılaştırması yapılmıştır. 5 m³ deponun fiyatı 600 \$, 7.5 m³ deponun 750 \$, 10 m³ deponun 875 \$' dır. Yardımcı enerjinin elektrik tarafından sağlandığı kabul edilip elektriğin birim fiyatı 0.131 \$/kW olarak alındı. 10 yıllık toplam enerji maliyetlerinin bugünkü değeri (7.32) eşitliğinden hesaplandı. 5 m³ deponun 10 yıllık enerji maliyetinin bugünkü değeri 560 \$, 7.5 m³ deponun 10 yıllık enerji maliyetinin bugünkü değeri 505 \$, 10 m³ deponun 10 yıllık enerji maliyetinin bugünkü değeri 470 \$ olarak bulundu. Buradan 5 m³ deponun toplam maliyeti 1160 \$, 7.5 m³ deponun toplam maliyeti 1255 \$ ve 10 m³ deponun toplam maliyeti 1345 \$ olarak hesaplandı.

Bu şartlar altında üç depo arasındaki fiyat karşılaştırması sonucu Bursa ilinde sistem için en uygun depo hacmi 5 m³ olarak seçilmiştir. Deponun aylık sıcaklık dağılımı Şekil 7.7 'de verilmiştir.



Şekil 7.7 5 m³ deponun aylık sıcaklık dağılımı

8. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yeryüzünde insanların yaşaması için elverişli olan alanlar kullanılmakta olan petrol, kömür, doğalgaz ve nükleer enerji kaynaklarından dolayı zamanla ortadan kalkmaktadır. Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş, rüzgar ve jeotermal enerji potansiyeli bakımından diğer birçok ülkeye göre şanslı konumdadır. Yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek potansiyellere sahip olan ülkemizin hem dışa bağımlılığının azaltılması hem de gelecek nesillerin sağlıklı ortamlarda yaşayabilmesi için mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına hız verilip, bu kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesi yoluna gidilmelidir.

Türkiye enerji istatistiklerine göre enerji açığımız her geçen yıl artış göstermekte olup ülkemizin kullandığı enerjilerden %50'lik paya sahip olan petrolün %80 kadarının yurt dışından alınması ülkeyi dışa bağımlı kılmaktadır.

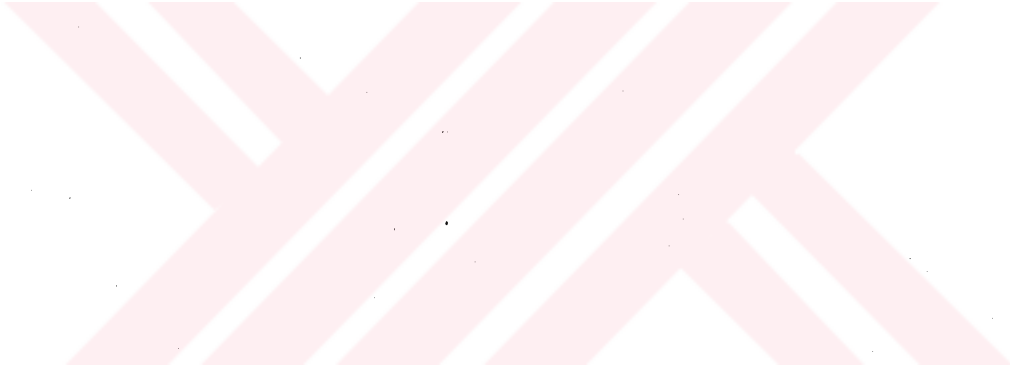
Güneş Kuşağı içinde yer alan ülkemizin, DMI Genel Müdürlüğü'nde mevcut bulunan güneş enerjisi ile ilgili kayıtların değerlendirilmesi sonucu, yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat ve ışınım şiddeti değeri de 1311 kWh / m² bulunmuştur ve bu değerler birçok Avrupa ülkesinin üzerindedir. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerine bir yıl boyunca gelen güneş ışınım şiddeti diğer bölgelerimizden daha fazla, Ege, Doğu Anadolu Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinin güneş ışınım şiddetleri de bu bölgelere yakın değerdedir. Yıllık ısınma süreleri uzun olan İç Anadolu, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu bölgelerinde güneş enerjisi ısınma için fuel-oil' e alternatif olarak düşünülebilir. Bu bölgelerde güneş enerjisinden en üst seviyede faydalanma yoluna gidilmelidir.

Rüzgar enerjisi bakımından da ülkemiz şanslı bir konumdadır. Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği'nin hazırladığı Avrupa Rüzgar Atlası Ege Denizi'nin yüksek seviyede rüzgar hızına sahip olduğunu göstermektedir. OECD raporlarına göre 83000 MW' lık rüzgar potansiyeli olan ülkemiz enerji ihtiyacının toplam %2,5' ini karşılayabileceği rüzgar enerjisinden günümüzde %0,01' ini karşılamaktadır. Rüzgar enerjisinden en verimli şekilde yararlanmak için uluslararası standartlara uygun ölçümler yapılarak ülkemizin rüzgar atlası hızla oluşturulmalıdır.

Jeotermal aktivite açısından önemli bir kuşak olan Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer alan ülkemiz, jeotermal potansiyel zenginliği bakımından dünyanın yedinci ülkesi konumundadır.

Türkiye'deki jeotermal kaynakların büyük çoğunluğu düşük entalpili olduğundan dolayı, bu kaynakların endüstriyel prosesler ve konut ısıtmasında kullanılması uygundur. İzmir Balçova ile başlatılan jeotermal merkezi ısıtma ve soğutma çalışmaları, Türkiye' de jeotermal kaynak bulunan ve kullanımı ekonomik açıdan uygun görülen yerleşim yerlerinde uygulanmalıdır.

Bütün yenilenebilir enerji verileri toplanıp kullanıcılara sunulmalı, yenilenebilir enerji teknolojilerinin sadece dışarıdan satın alma yoluyla kullanımı yerine Araştırma Geliştirme çalışmalarına hız verilip ilk yatırım maliyetlerinin düşürülmesi yoluna gidilmelidir. Devlet bu kaynakların kullanımında öncü rolü üstlenip özel kuruluşlara destek olmalı ve özel kuruluşların bütçelerinden yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı yada araştırma çalışmaları için belli bir miktar pay ayırmaları zorunluluğu getirilmelidir.



KAYNAKLAR

- Arınç, Ü. D. , (1999), Güneş Enerjisinden Isıtmada Yararlanma Tekniği Ders Notları, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış).
- ASHRAE Fundamentals Handbook, (1996), Termodinamik ve Soğutma Çevrimleri (Çev., O. Genceli), Tesisat Mühendisleri Derneği Yayınlar:2, İstanbul.
- Çakmanus, İ., (2001), "Türkiye'nin Enerji Problemleri ve Çözüm Önerileri", Mühendis ve Makine, Ocak 2001, 492: 29-34.
- Dağsöz, A. K., (1981), Soğutma Tekniği, Kipaş, İstanbul.
- Dağsöz, A. K., (1990), Soğutma Tekniği Isı Pompaları Isı Boruları, İstanbul.
- Demirel, Z. ve Süzük, H., (1997), "Jeotermal Enerji, Dünya ve Türkiye Potansiyeli ve Kullanımlar", Çevre ve Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, 5-7 Haz. 1997, Ankara, 283-294.
- Eğrican, N., (1999), "Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye'deki Uygulamaları Konferansı Bildiriler Kitabı, 3-4 Nis. 1999, İstanbul, 11-15.
- Eltez, M., (1997), " Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Türkiye'deki Geleceği", Çevre Enerji Kongresi Antalya Sempozyumu, 14-15 Nis. 1997, Antalya, 81-91.
- Güngör, A., (1994), "İklimlendirmede Güneş Enerjili Soğutma Sistemleri", Güneş Enerjisi Uygulamaları-Gelişmeleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 12-15 May. 1994, Muğla, 111-119.
- Kılıç, A. ve Öztürk, A., (1984), Güneş Işınımı ve Düz Toplayıcılar, Segem, Ankara.
- Koepfel, E. A., (1994), The Modeling, Performance and Optimal Control of Absorption Chillers, Master of Science, University of Wisconsin-Madison.
- Koo, Jae-Mo., (1999), Development of a Solar Collector Design Program, Master of Science, University of Wisconsin-Madison.
- Özkoç, N. , (1999), Uygulamalı Soğutma Tekniği, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayınları, 115, Ankara.
- Serpen, U. , (2000), Jeotermal Enerji, Petrol Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
- Uyarel, A. Y. ve Öz, E. S., (1997), Güneş Enerjisi ve Uygulamaları, Birsen Yayınevi, Ankara.

EKLER

Ek 1 Programlar

1.Program

kontrol.php

```
<?
if ( !$t8 or !$t10 or !$t6 or !$Q_yuk ) {
    echo " lütfen boş değer bırakmayınız "; include "form2.php";
}
else {
    if ( $t8 < 25 or $t8 >40 ) {
        echo " yoğunlaştırıcı sıcaklığı 25 ile 40 arasında olmalıdır <br>";
        include "form2.php"; }
    elseif ( $t10 < 4 or $t10 > 10 ) {
        echo " buharlaştırıcı sıcaklığı 4 - 10 arasında olmalıdır <br>";
        include "form2.php"; }
    elseif ( $t6 < 45 or $t6 > 64 ) {
        echo " jeneratör giriş sıcaklığı 45 - 64 arasında olmalıdır ";
        include "form2.php"; }
    elseif ( $Q_yuk < 0 ) {
        echo " soğutma miktarı negatif olamaz ";
        include "form2.php"; }
    else { include "ish2.php"; }
}
?>
```

ayar.php

```
<?
$db_host = "localhost";
$db_user = "root";
$db_pass = "";
$db_isim = "new";
?>
```

ish2.php

```
<?
include "ayar.php";
/* veritabanına bağlan */
$veri_yolu = mysql_connect($db_host, $db_user, $db_pass);
if ( ! $veri_yolu ) die ("MySQL ile veri bağlantısı kurulamıyor!");
mysql_select_db($db_isim , $veri_yolu) or die ("Veritabanına ulaşılamıyor!" . mysql_error()
);
```

```
/* t8 için doysb'den p8'i hesapla */
$t8_sira = $t8 / 2;
```

```

settype ($t8_sira, integer);
$t8_alt = $t8_sira * 2;
$t8_ust = $t8_alt + 2;
$sonuc_doysb_alt = mysql_query("SELECT basinc_doysb FROM doysb WHERE
sicaklik_doysb = '$t8_alt'");
$p8_alt = mysql_result($sonuc_doysb_alt,0,basinc_doysb);
$sonuc_doysb_ust = mysql_query("SELECT basinc_doysb FROM doysb WHERE
sicaklik_doysb = '$t8_ust'");
$p8_ust = mysql_result($sonuc_doysb_ust,0,basinc_doysb);
$p8 = ((( $t8 - $t8_alt) / 2) * ($p8_ust - $p8_alt)) + $p8_alt;

```

```

/* t10 için doysb'den p10'u hesapla */
$t10_sira = $t10 / 2;
settype ($t10_sira, integer);
$t10_alt = $t10_sira * 2;
$t10_ust = $t10_alt + 2;
$sonuc1_doysb_alt = mysql_query("SELECT basinc_doysb FROM doysb WHERE
sicaklik_doysb = '$t10_alt'");
$p10_alt = mysql_result($sonuc1_doysb_alt,0,basinc_doysb);
$sonuc1_doysb_ust = mysql_query("SELECT basinc_doysb FROM doysb WHERE
sicaklik_doysb = '$t10_ust'");
$p10_ust = mysql_result($sonuc1_doysb_ust,0,basinc_doysb);
$p10 = ((( $t10 - $t10_alt) / 2) * ($p10_ust - $p10_alt)) + $p10_alt;

```

```

/* eşitle */
$t4 = $t8 - 5;
if(($t6+25) < 70) { $t1 = $t6 + 25 ; }
else { $t1 = 70; }
$t2 = $t1 - 25;
$t7 = $t1;
$t3 = $t2;
$t5 = $t4;

```

```

/* doysb t8 e göre p8=basınç değerini bulur */
$p7 = $p8;

```

```

/* doysb t10 göre p10 u bul */
$p9 = $p10;
$t9 = $t10;
$p4 = $p10;
$p5 = $p7;
$p6 = $p7;
$p1 = $p7;
$p2 = $p7;
$p3 = $p10;

```

```

/* t6 ve p6 için lityum bromit */
$sonuc_libr = mysql_query("SELECT * FROM libr");
if ( $t6 <= 60 ){
    for ($i = 1; $i <= 5 ; $i ++ ) {
        $a = mysql_result($sonuc_libr,$i,a);
    }
}

```

```

        $b = mysql_result($sonuc_libr,$i,b);
        $pre_ust = $a * $t6 - $b ;
        if ( $pre_ust >= $p6 )
            break;
        }
        $a_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,a);
        $b_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,b);
        $x_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,x);
        $x_ust = mysql_result($sonuc_libr,$i,x);
        $pre_alt = $a_alt * $t6 - $b_alt ;
    }
else {
    for ($i = 1; $i <= 5 ; $i ++ ) {
        $c = mysql_result($sonuc_libr,$i,c);
        $d = mysql_result($sonuc_libr,$i,d);
        $pre_ust = $c * $t6 - $d ;
        if ( $pre_ust >= $p6 )
            break;
        }
        $c_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,c);
        $d_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,d);
        $x_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,x);
        $x_ust = mysql_result($sonuc_libr,$i,x);
        $pre_alt = $c_alt * $t6 - $d_alt ;
    }

/* p6 dan x degeri */
$x6 = $x_alt - ((( $p6 - $pre_alt ) / ( $pre_ust - $pre_alt ) ) * ( $x_alt - $x_ust ) );
/* t1 ve p1 için lityum bromit */
$pre = 0.000435 * $t1 - 0.0099;
if ( $pre >= $p1 ) { $x1 = 0.64; }
else{
    if ( $t1 <= 60 ){
        for ($i = 1; $i <= 5 ; $i ++ ) {
            $a = mysql_result($sonuc_libr,$i,a);
            $b = mysql_result($sonuc_libr,$i,b);
            $pre_ust = $a * $t1 - $b ;
            if ( $pre_ust >= $p1 )
                break;
            }
            $a_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,a);
            $b_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,b);
            $x_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,x);
            $x_ust = mysql_result($sonuc_libr,$i,x);
            $pre_alt = $a_alt * $t1 - $b_alt ;
        }
    }
else {
    for ($i = 1; $i <= 5 ; $i ++ ) {
        $c = mysql_result($sonuc_libr,$i,c);
        $d = mysql_result($sonuc_libr,$i,d);
        $pre_ust = $c * $t1 - $d ;
    }
}

```

```

if ( $pre_ust >= $p1 )
    break;
}
    $c_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,c);
    $d_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,d);
    $x_alt = mysql_result($sonuc_libr,$i-1,x);
    $x_ust = mysql_result($sonuc_libr,$i,x);
    $pre_alt = $c_alt * $t1 - $d_alt ;
}

/* p1 dan x degeri */
$x1 = $x_alt - (((($p1 - $pre_alt)/($pre_ust - $pre_alt))*($x_alt - $x_ust));
}

/* */
$X = 100 * (1 - $x1);
$E1 = 163.2976 * $X - 4.8813 * $X * $X + 0.063025 * $X * $X * $X - 0.00029135 * $X *
$X * $X * $X - 2024.1859 ;
$E2 = 18.2816 - 1.169 * $X + 0.032479 * $X * $X - 0.00040339 * $X * $X * $X +
0.0000018519 * $X * $X * $X * $X;
$E3 = 0.0028876 * $X - 0.000081308 * $X * $X + 0.0000009991 * $X * $X * $X -
0.0000000044438 * $X * $X * $X * $X - 0.037 ;
$h1 = $E1 + $E2 * $t1 + $E3 * $t1 * $t1 ;
/* */
$X = 100 * (1 - $x6);
$E1 = - 2024.1859 + (163.2976 * $X) - (4.8813 * $X * $X) + (0.063025 * $X * $X * $X) -
(0.00029135 * $X * $X * $X * $X);
$E2 = 18.2816 - (1.169 * $X) + (0.032479 * $X * $X) - (0.00040339 * $X * $X * $X) +
(0.0000018519 * $X * $X * $X * $X);
$E3 = - 0.037 + 0.0028876 * $X - 0.000081308 * $X * $X + 0.0000009991 * $X * $X * $X -
0.0000000044438 * $X * $X * $X * $X ;
$h6 = $E1 + $E2 * $t6 + $E3 * $t6 * $t6 ;

/* t7 için kizbh */
$sonuc_kizbh = mysql_query("SELECT * FROM kizbh");
    $sira = mysql_num_rows($sonuc_kizbh);
    for ($j = 1; $j <= $sira ; $j ++ ) {
        $t7_ust = mysql_result($sonuc_kizbh,$j,sicaklik_kizbh);
        if ( $t7_ust >= $t7 )
            break;
        }
        $t7_alt = mysql_result($sonuc_kizbh,$j-1,sicaklik_kizbh);
        $h7_alt = mysql_result($sonuc_kizbh,$j-1,entalpi_kizbh);
        $h7_ust = mysql_result($sonuc_kizbh,$j,entalpi_kizbh);
        $h7 = (((($t7 - $t7_alt) / ($t7_ust - $t7_alt)) * ($h7_ust - $h7_alt)) + $h7_alt);

/* t8 için doysh */
$sonuc_doysh = mysql_query("SELECT * FROM doysh");
    $sira = mysql_num_rows($sonuc_doysh);
    for ($j = 1; $j <= $sira ; $j ++ ) {
        $t8_ust = mysql_result($sonuc_doysh,$j,sicaklik_doysh);
        if ( $t8_ust >= $t8 )

```

```

break;
}
$t8_alt = mysql_result($sonuc_doysh,$j-1,sicaklik_doysh);
$h8_alt = mysql_result($sonuc_doysh,$j-1,entalpi_doysh);
$h8_ust = mysql_result($sonuc_doysh,$j,entalpi_doysh);
$h8 = (((t8 - $t8_alt) / ($t8_ust - $t8_alt)) * ($h8_ust - $h8_alt)) + $h8_alt;

/*eşitle*/
$h9 = $h8 ;

/* t10 sıcaklığı için doymbh */
if ( $t10 == 10 ){ $h10 = 2519.9 ; }
else {
    $sonuc_doybh = mysql_query("SELECT * FROM doymbh");
    $h10_alt = mysql_result($sonuc_doybh,$t10_sira-1,entalpi_doybh);
    $h10_ust = mysql_result($sonuc_doybh,$t10_sira,entalpi_doybh);
    $h10 = (((t10 - $t10_alt) / 2)*($h10_ust - $h10_alt)) + $h10_alt;
}

/* */
$x7 = 1;
$x8 = 1;
$x9 = 1;
$x10 = 1;
$x4 = $x6;
$x5 = $x6;
$x2 = $x1;
$x3 = $x1;
/* debi hesabi */
$m9 = $Q_yuk / ( $h10 - $h9 );
$m10 = $m9 ;
$m8 = $m10 ;
$m7 = $m10 ;
$m3 = $m10 * (( 1 - $x4 - $x10 ) / ( $x4 - $x3 ));
$m1 = $m3 ;
$m2 = $m3 ;
$m4 = $m10 + $m3 ;
$m5 = $m4 ;
$m6 = $m4 ;
$Q_jen = ( $m1 * $h1 ) + ( $m7 * $h7 ) - ( $m6 * $h6 );
$COP = $Q_yuk / $Q_jen ;
$Q_buh = $m9 * ( $h10 - $h9 );
$Q_yog = $m8 * ( $h7 - $h8 );
$Q_abs = $Q_buh + $Q_jen - $Q_yog ;
/* verileri şehir tablosuna adapte et */
$q = $Q_jen * 10320;
$mevsimadi = "yıllık";
?>
<?
/* mevsim bilgilerini al */
$sonuc2 = mysql_query("SELECT * FROM mevsimler WHERE mevsim_adi = '$mevsimadi'
");

```

```

$mevsimid = mysql_result($sonuc2,0,mevsim_id);
$verimtek = mysql_result($sonuc2,0,verim_tek);
$verimcift = mysql_result($sonuc2,0,verim_cift);
$fark = mysql_result($sonuc2,0,fark);

```

```

/* mevsime ait şehir bilgilerini al */
$sonuc1 = mysql_query("SELECT * FROM sehirler WHERE adi = '$sehiradi' ");
$enlemalt = mysql_result($sonuc1,0,enlem_alt);
$enlemtam = mysql_result($sonuc1,0,enlem_tam);
$enlemond = mysql_result($sonuc1,0,enlem_ond);
$donem = mysql_result($sonuc1,0,$mevsimid);

```

```

/* s nin hesabı */
$s = $fark + ( 0.75 * (($enlemtam - 30 ) + ( $enlemond / 60 )));

```

```

/* s ye göre r aralığı */
if ( $s >= 60 ) {
    $r_deger = 60;
}
elseif ( $s >= 45 ) {
    $r_deger = 45;
}
elseif ( $s >= 30 ) {
    $r_deger = 30;
}
else { $r_deger = 15; }
$r_d = "r_" . $r_deger;
$r_u = "r_" . ($r_deger + 15);
// echo "r_deger : " . $r_deger . "(" . $r_d . "/" . $r_u . ")<br>";

```

```

/* r degerine göre detayların süzülmesi */
$sonuc3 = mysql_query("SELECT * FROM detay WHERE enlem_r = '$enlemalt' and sezon = '$mevsimid' ");
$sonuc30 = mysql_query("SELECT * FROM detay WHERE enlem_r = ($enlemalt+2) and sezon = '$mevsimid' ");
$r_altenlem_down = mysql_result($sonuc3,0,$r_d);
$r_altenlem_up = mysql_result($sonuc3,0,$r_u);
$r_ustenlem_down = mysql_result($sonuc30,0,$r_d);
$r_ustenlem_up = mysql_result($sonuc30,0,$r_u);

```

```

/* ortalama */
if ( $enlemtam > $enlemalt ) {
    $sond = ( 60 + $enlemond );
}
else { $sond = $enlemond; }

```

```

$ortbir = $r_altenlem_down + (( $r_ustenlem_down - $r_altenlem_down ) * ( $sond / 120 ));
$ortiki = $r_altenlem_up + (( $r_ustenlem_up - $r_altenlem_up ) * ( $sond / 120 ));
$ortas = $ortbir + (( $ortiki - $ortbir ) * (( $s - $r_deger ) / 15));

```

```

/* hesaplama */
$Qk = $donem * $Sorta ;
$Qn1 = $Qk * $verimtek ;
$fk1 = $Q / $Qn1 ;
settype ( $fk1, "integer");
$fk1 = $fk1 + 1 ;

$Qn2 = $Qk * $verimcift ;
$fk2 = $Q / $Qn2 ;
settype ( $fk2, "integer");
$fk2 = $fk2 + 1 ;

/* jeneratör için */
$K_jen = 500;
$Cp = 4.2;
$Tg1 = 72;
$Tc1 = 62;
$Tg2 = $T6;
$Tc2 = $T7;
$Tg = $Tg1 - $Tc2;
$Tc = $Tc1 - $Tg2;
if($Tg==$Tc){$Tm_jen=$Tg;}
else
{$Tm_jen = ($Tg - $Tc ) / log ($Tg/$Tc);}
$Salan_jen = ($Q_jen * 1000)/($K_jen * $Tm_jen);
$M_jen = $Q_jen / ($Cp * ( $Tg1 - $Tc1 ));

/* absorber için */
$K_abs = 350;
$Cp = 4.2;
$Tg1 = $T3;
$Tc1 = $T4;
$Tg2 = $T4 - 15;
$Tc2 = $T4 - 5;
$Tg = $Tg1 - $Tc2;
$Tc = $Tc1 - $Tg2;
if($Tg==$Tc){$Tm_abs=$Tg;}
else
{$Tm_abs = ($Tg - $Tc ) / log ($Tg/$Tc);}
$Salan_abs = ($Q_abs * 1000)/($K_abs * $Tm_abs);
$M_abs = $Q_abs / ($Cp * ( $Tc2 - $Tg2 ));

/* yoğurturucu için */
$K_yog = 500;
$Cp = 4.2;
$Tg1 = $T7;
$Tc1 = $T8;
$Tg2 = $T8 - 15;
$Tc2 = $T8 - 5;
$Tg = $Tg1 - $Tc2;
$Tc = $Tc1 - $Tg2;

```

```

if($tg==$tc){$tm_yog=$tg;}
else
{$tm_yog = ($tg - $tc) / log ($tg/$tc);}
$alan_yog = ($Q_yog * 1000)/($k_yog * $tm_yog);
$m_yog = $Q_yog / ($cp * ( $tc2 - $tg2 ));

```

```
/* buharlaştırıcı için */
```

```

$k_buh = 300;
$cp = 4.2;
$tg1 = 15;
$tc1 = 25;
$tg2 = $t10;
$tc2 = $t10;
$tg = $tg1 - $tc2;
$tc = $tc1 - $tg2;
if($tg==$tc){$tm_buh=$tg;}
else
{$tm_buh = ($tg - $tc) / log ($tg/$tc);}
$alan_buh = ($Q_buh * 1000)/($k_buh * $tm_buh);
$m_buh = $Q_buh / ($cp * ( $tc1 - $tg1 ));

```

```
/* eriyik ısı değiştiricisi için */
```

```

$Q_eri = $m1 * 2.4 * ($t1-$t2);
$k_eri = 300;
$cp = 4.2;
$tg1 = $t1;
$tc1 = $t2;
$tg2 = $t5;
$tc2 = $t6;
$tg = $tg1 - $tc2;
$tc = $tc1 - $tg2;
if($tg==$tc){$tm_eri=$tg;}
else
{$tm_eri = ($tg - $tc) / log ($tg/$tc);}
$alan_eri = ($Q_eri * 1000)/($k_eri * $tm_eri);
?>

```

```
<html>
```

```
<head>
```

```
<title>yenilenebilir enerji</title>
```

```
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1254">
```

```
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-9">
```

```
</head>
```

```
<body bgcolor="#FFFFFF">
```

```
<div align="center">
```

```
<p><font color="#000099"></font><br>
```

```
</p>
```

```
<table width="600" border="0" cellspacing="0">
```

```
<tr>
```

```
<td>
```

```
<div align="center"><h3>LiBr - Su Absorbsiyonlu Soğutma Makinası
```

```
Hesabı</h3></div>
```

```

</td>
</tr>
</table>
<hr width="600">
<table width="600" border="1" cellspacing="0" bordercolor="#000000">
<tr>
<td bgcolor="#CCCCCC" width="300">Q yogusturucu </td>
<td width="300">
<? echo round($Q_yog,3) . " kW";?>
</td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#CCCCCC" width="300">Q absorber </td>
<td width="300">
<? echo round($Q_abs,3) . " kW";?>
</td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#CCCCCC" width="300">Q jeneratör </td>
<td width="300">
<? echo round($Q_jen,3) . " kW";?>
</td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#CCCCCC" width="300">COP</td>
<td width="300">
<? echo round($COP,3);?>
</td>
</tr>
</table>
<p><b>Sistem Komponentleri zıt yönlü paralel akımlı ısı değıştirici olarak kabul
edildiler</b></p>
<table width="600" border="1" cellspacing="0" bordercolor="#000000" align="center">
<tr bgcolor="#CCCCCC">
<td width="180">&nbsp;</td>
<td width="140"><b><div align="center">K (W/m<? echo chr(178); ?>
&deg;C)</div></b></td>
<td width="140"><div align="center"><b>Isı transfer alanı ( m<? echo chr(178); ?>
)</b></div></td>
<td width="140"><b><div align="center">Ms(kg/s)</div></b></td>
</tr>
<tr>
<td width="180">Jenaratör</td>
<td width="140"><div align="center"><? echo $k_jen ;?></div></td>
<td width="140"><div align="center"><? echo round($alan_jen, 3);?></div></td>
<td width="140"><div align="center"><? echo round($m_jen, 3);?></div></td>
</tr>
<tr>
<td width="180">Yoğuşturucu </td>
<td width="140"><div align="center"><? echo $k_yog ;?></div></td>
<td width="140"><div align="center"><? echo round($alan_yog,3);?></div></td>

```

```

<td width="140"> <div align="center"><? echo round($m_yog, 3);?></div></td>
</tr>
<tr>
<td width="180"> Absorber</td>
<td width="140"> <div align="center"><? echo $k_abs ;?></div></td>
<td width="140"> <div align="center"><? echo round($alan_abs, 3);?></div></td>
<td width="140"> <div align="center"><? echo round($m_abs, 3);?></div></td>
</tr>
<tr>
<td width="180"> Buharlaştırıcı</td>
<td width="140"> <div align="center"><? echo $k_abs ;?></div></td>
<td width="140"> <div align="center"><? echo round($alan_buh,3);?></div></td>
<td width="140"> <div align="center"><? echo round($m_buh, 3);?></div></td>
</tr>
<tr>
<td width="180"> Eriyik Isı Değiştirici</td>
<td width="140"> <div align="center"> 300</div></td>
<td width="140"> <div align="center"><? echo round($alan_eri,3);?></div></td>
<td width="140">
<div align="center">-</div>
</td>
</tr>
</table>
<p>&nbsp;</p>
<table width="600" cellspacing="0" bordercolor="#000000" border="1">
<tr>
<td bgcolor="#CCCCCC">şehir</td>
<td>
<? echo $sehiradi; ?>
</td>
<td>
<? echo $enlemtam . " &deg; " . $enlemond . " ' "; ?>
</td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#CCCCCC">Sezon</td>
<td colspan="2">
<? echo $mevsimadi; ?>
</td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#CCCCCC">Q </td>
<td colspan="2">
<? echo round($q,3) . " kcal / gun"; ?>
</td>
</tr>
</table>
<p>&nbsp;</p>
<table width="600" cellspacing="1">
<tr bgcolor="#CCCCCC">
<td>

```

```

    <div align="center"><b>Selektif Absorber Yüzeyle Toplayıcı</b></div>
  </td>
  <td>
    <div align="center"><b>Toplayıcı Alanı ( m<? echo chr(178); ?> )</b></div>
  </td>
</tr>
<tr bgcolor="#FFCCCC">
  <td> tek tabaka cam örtülü</td>
  <td>
    <div align="center">
      <? echo $fk1; ?>
    </div>
  </td>
</tr>
<tr bgcolor="#FFCCCC">
  <td> çift tabaka cam örtülü</td>
  <td>
    <div align="center">
      <? echo $fk2; ?>
    </div>
  </td>
</tr>
</table>
<p>&nbsp;</p>
</div>
<p>&nbsp;</p>
</body></html>

```

2.Program

kontrol.php

```

<?
if ( !$q or !$a1 or !$a2 ) {
    echo " Lütfen boş değeri bırakmayınız "; include "form.php";
}

else {
    include "ishle.php";
}
?>

```

ayar.php

```

<?
$db_host = "localhost";
$db_user = "root";
$db_pass = "";
$db_isim = "new";?>

```

form.php

```

<html><head><title> yeni enerji </title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1254">
</head>
<?
include ("ayar.php");
$veri_yolu = mysql_connect($db_host, $db_user, $db_pass);
if ( ! $veri_yolu ) die ("MySQL ile veri bağlantısı kurulamıyor!");
mysql_select_db($db_isim, $veri_yolu) or die ("Veritabanına ulaşamıyor!" . mysql_error()
);
$sonuc = mysql_query("SELECT adi FROM sehirler",$veri_yolu);
$sonuc2 = mysql_query("SELECT mevsim_adi FROM mevsimler",$veri_yolu);
?>
<body bgcolor="#FFFFFF">
<div align="center">
<table width="600" border="0" cellspacing="0">
<tr>
<td>
<div align="right">
<h4><b>Güneş Enerjisi Hesabı</b></h4>
</div>
</td>
</tr>
</table>
<hr width="600">
<table width="600">
<tr>
<td>
<form method="post" action="kontrol.php">
<table width="600">
<tr>
<td width="300" height="26">
<div align="right">Şehir<font color="#FFFFFF"> </font></div>
</td>
<td width="300" height="26">
<select name="sehiradi" value="<? echo $sehiradi; ?>">
<? while ($line = mysql_fetch_array($sonuc)): ?>
<option>
<? echo($line[adi]) ?>
</option>
<? endwhile ?>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td width="300">
<div align="right">Mevsim<font color="#FFFFFF"> </font></div>
</td>
<td width="300">
<select name="mevsimadi" value="<? echo $sehiradi; ?>">

```

```

    <? while ($line2 = mysql_fetch_array($sonuc2)): ?>
    <option>
    <? echo($line2[mevsim_adi]) ?>
    </option>
    <? endwhile ?>
  </select>
</td>
</tr>
<tr>
  <td width="300" height="25">
    <div align="right">Q<font color="#FFFFFF"></font></div>
  </td>
  <td width="300" height="25">
    <input type="text" name="q">
    kcal/h</td>
</tr>
<tr>
  <td width="300" height="34">
    <div align="right">Çatı Alanı </div>
  </td>
  <td width="300" height="34">
    <input type="text" name="a1">
    m
    <? echo chr(178);?>
  </td>
</tr>
<tr>
  <td width="300" height="34">
    <div align="right">Kullanım Alanı </div>
  </td>
  <td width="300" height="34">
    <input type="text" name="a2">
    m<? echo chr(178);?>
  </td>
</tr>
<tr>
  <td width="300" height="34">
    <div align="right">
      <input type="reset" name="Submit2" value="sil">
    </div>
  </td>
  <td width="300" height="34">
    <div align="left">
      <input type="submit" name="Submit" value="gönder">
    </div>
  </td>
</tr>
</table>
</form>
<p>&nbsp;</p>
<p>&nbsp;</p>

```

```

</td>
</tr>
</table>
</div>
</body></html>

```

ishle.php

```

<?
include ("ayar.php");
/* veritabanına bağlan */
$veri_yolu = mysql_connect($db_host, $db_user, $db_pass);
if ( ! $veri_yolu ) die ("MySQL ile veri bağlantısı kurulamıyor!");
mysql_select_db($db_isim , $veri_yolu) or die ("Veritabanına ulaşamıyor!" . mysql_error()
);
/* mevsim bilgilerini al */
$sonuc2 = mysql_query("SELECT * FROM mevsimler WHERE mevsim_adi = '$mevsimadi'
");
$mevsimid = mysql_result($sonuc2,0,mevsim_id);
$verimtek = mysql_result($sonuc2,0,verim_tek);
$verimcift = mysql_result($sonuc2,0,verim_cift);
$fark = mysql_result($sonuc2,0,fark);
/* mevsime ait Yehir bilgilerini al */
$sonuc1 = mysql_query("SELECT * FROM sehirler WHERE adi = '$sehiradi' ");
$enlemalt = mysql_result($sonuc1,0,enlem_alt);
$enlemtam = mysql_result($sonuc1,0,enlem_tam);
$enlemond = mysql_result($sonuc1,0,enlem_ond);
$donem = mysql_result($sonuc1,0,$mevsimid);
/* s nin hesabı */
$s = $fark + ( 0.75 * (( $enlemtam - 30 ) + ( $enlemond / 60 )));
/* s ye göre r aralığı */
if ( $s >= 60 ) {
    $r_deger = 60;
}
elseif ( $s >= 45 ) {
    $r_deger = 45;
}
elseif ( $s >= 30 ) {
    $r_deger = 30;
}
else { $r_deger = 15; }
$r_d = "r " . $r_deger;
$r_u = "r " . ($r_deger + 15);
//echo "r deger : " . $r_deger . "(" . $r_d . "/" . $r_u . ")<br>";
/* r degerine göre detayların süzülmesi */
$sonuc3 = @mysql_query("SELECT * FROM detay WHERE enlem_r = '$enlemalt' and
sezon = '$mevsimid' ");
$sonuc30 = @mysql_query("SELECT * FROM detay WHERE enlem_r = ($enlemalt+2) and
sezon = '$mevsimid' ");
$r_altenlem_down = @mysql_result($sonuc3,0,$r_d);
$r_altenlem_up = @mysql_result($sonuc30,0,$r_u);

```

```
$r_ustenlem_down = @mysql_result($sonuc30,0,$r_d);
$r_ustenlem_up = @mysql_result($sonuc30,0,$r_u);
```

```
/* ortalama */
```

```
if ( $enlemtam > $enlemalt ) {
    $sond = ( 60 + $enlemond );
}
else { $sond = $enlemond; }
```

```
$ortbir = $r_altenlem_down + (( $r_ustenlem_down - $r_altenlem_down ) * ( $sond / 120 ));
```

```
$ortiki = $r_altenlem_up + (( $r_ustenlem_up - $r_altenlem_up ) * ( $sond / 120 ));
```

```
$orta = $ortbir + (( $ortiki - $ortbir ) * (( $s - $r_deger) / 15));
```

```
/* hesaplama */
```

```
$qk = $donem * $orta ;
```

```
$qn1 = $qk * $verimtek ;
```

```
$fk1 = ($q*12) / $qn1 ;
```

```
settype ( $fk1, "integer");
```

```
$fk1 = $fk1 + 1 ;
```

```
$v1 = 0.06 * $fk1 ;
```

```
$qn2 = $qk * $verimcift ;
```

```
$fk2 = ($q * 12) / $qn2 ;
```

```
settype ( $fk2, "integer");
```

```
$fk2 = $fk2 + 1 ;
```

```
$mod=$fk2 % 2;
```

```
$fk3=$fk2+$mod;
```

```
$oran=$a1/$a2;
```

```
settype ( $oran, "double");
```

```
$oran2= number_format($oran, 2, '.', '');
```

```
if($a1 > $fk3){echo ("Çatı alanının, kullanım alanına oranı"." $oran2"." olursa çatı alanı  
kollektör için yeterli olur.");}
```

```
else{echo("Çatı alanının, kullanım alanına oranı"." $oran2"." olursa çatı alanı kollektör için  
yeterli olmaz.");}
```

```
?>
```

```
<html>
```

```
<head>
```

```
<title>Güneş Enerjisi Hesabı</title>
```

```
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-9">
```

```
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1254">
```

```
</head>
```

```
<body bgcolor="#FFFFFF">
```

```
<div align="center">
```

```
<br><br><br>
```

```
<table width="600" cellspacing="0" bordercolor="#000000" border="1">
```

```
<tr>
```

```
<td bgcolor="#CCCCCC">Sehir</td>
```

```
<td>
```

```
<? print(ucfirst($sehiradi)); ?>
```

```
</td>
```

```

<td>
  <? echo $enlemtam . " &deg; " . $enlemond . " ' "; ?>
</td>
</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#CCCCCC">Sezon</td>
  <td colspan="2">
    <? echo $mevsimadi; ?>
  </td>
</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#CCCCCC">Q</td>
  <td colspan="2">
    <? echo round($q,3) . " kcal / h"; ?>

    </td>
  </tr>
<tr>
  <td bgcolor="#CCCCCC">Kollekt&ouml;r alani</td>
  <td colspan="2">
    <? echo "$fk3"." m". chr(178); ?>
  </td>
</tr>
</table>
<p>&nbsp;</p>
<p>&nbsp;</p>
</div>
<p>&nbsp;</p>
</body></html>

```

3.Program

Bursa1.php

```

<?php
$yol=mysql_connect("localhost","root");
if ( ! $yol ) die ("MySQL ile veri bağlantısı kurulamıyor!");
mysql_select_db("bursa",$yol) or die ("Veritabanına ulaşamıyor!" . mysql_error() );
$cs=4186;
$ac=24;
$ad=24;
$fr=0.78;
$ms=10000;
$ul=7.4;
$ul=7.4;
$sus=0.077;
$ts=20;
$qutop=0;

for($k=0;$k<=8;$k++){

```

```

$a=array eylul,ekim,kasim,aralik,ocak,subat,mart,nisan,mayis);
$sonuc1 = mysql_query("SELECT temp1 FROM $a[$k]",$yol);
$num=mysql_numrows($sonuc1);
for($i=0;$i<$num;$i++){
$ta = mysql_result($sonuc1,$i,temp1);
if ($ta<15)
{ $tort=$ta+10;}
else {$tort=$ta;}

$sonuc2= mysql_query("SELECT radiation1 FROM $a[$k]",$yol);
$sisi=mysql_result($sonuc2,$i,radiation1);

$s=$isi*41860*0.85;

$fark=$s-$ul*3600*($ts-$ta);
if($fark>0)
{$qu=$ac*$fr*$fark;}
else
{$qu=0;}
$qk=$us*$ad*3600*($ts-$tort);
$ts2=$ts+($qu-$qk)/($ms*$cs);
$ts=$ts2;
$quotop2=$quotop+$qu;
$quotop=$quotop2;
}
$sonuc3 = mysql_query("SELECT temp2 FROM $a[$k]",$yol);
$num=mysql_numrows($sonuc1);
for($i=0;$i<$num;$i++){
$ta = mysql_result($sonuc3,$i,temp2);

if ($ta<15)
{ $tort=$ta+10;}
else {$tort=$ta;}

$sonuc4= mysql_query("SELECT radiation2 FROM $a[$k]",$yol);
$sisi=mysql_result($sonuc4,$i,radiation2);
$s=$isi*41860*0.85;
$fark=$s-$ul*3600*($ts-$ta);
if($fark>0)
{$qu=$ac*$fr*$fark;}
else
{$qu=0;}
$qk=$us*$ad*3600*($ts-$tort);
$ts2=$ts+($qu-$qk)/($ms*$cs);
$ts=$ts2;
$quotop2=$quotop+$qu;
$quotop=$quotop2;
}
$sonuc5 = mysql_query("SELECT temp3 FROM $a[$k]",$yol);
$num=mysql_numrows($sonuc5);
for($i=0;$i<$num;$i++){

```

```

$ta = mysql_result($sonuc5,$i,temp3);

if ($ta<15)
{ $tort=$ta+10;}
else {$tort=$ta;}

$sonuc6= mysql_query("SELECT radiation3 FROM $a[$k]", $yol);
$isi=mysql_result($sonuc6,$i,radiation3);
$s=$isi*41860*0.85;
$fark=$s-$ul*3600*($ts-$ta);
if($fark>0)
{$qu=$ac*$fr*$fark;}
else
{$qu=0;}
$qk=$us*$ad*3600*($ts-$tort);
$ts2=$ts+($qu-$qk)/($ms*$cs);
$ts=$ts2;
$quotop2=$quotop+$qu;
$quotop=$quotop2;
}

$sonuc7 = mysql_query("SELECT temp4 FROM $a[$k]", $yol);
$num=mysql_numrows($sonuc7);
for($i=0;$i<$num;$i++){
$ta = mysql_result($sonuc7,$i,temp4);

if ($ta<15)
{ $tort=$ta+10;}
else {$tort=$ta;}

$sonuc8= mysql_query("SELECT radiation4 FROM $a[$k]", $yol);
$isi=mysql_result($sonuc8,$i,radiation4);
$s=$isi*41860*0.85;
$fark=$s-$ul*3600*($ts-$ta);
if($fark>0)
{$qu=$ac*$fr*$fark;}
else
{$qu=0;}
$qk=$us*$ad*3600*($ts-$tort);
$ts2=$ts+($qu-$qk)/($ms*$cs);
$ts=$ts2;
$quotop2=$quotop+$qu;
$quotop=$quotop2;

}
echo ("ts=$ts"." .....");
echo ("quotop=$quotop<br>");
}
?>

```

Bursa2.php

```

<?php
$yol=mysql_connect("localhost","root");
if ( ! $yol ) die ("MySQL ile veri bağlantısı kurulamıyor!");
mysql_select_db("bursa",$yol) or die ("Veritabanına ulaşılamıyor!" . mysql_error() );
$cs=4186;
$ac=24;
$ad=24;
$fr=0.78;
$ms=10000;
$ul=7.4;
$us=0.077;
$ts=93.641;
$qyartop=0;
$qutop=0;
$m1=306;
$m=0;

for($k=0;$k<=2;$k++){
$a=array(haziran,temmuz,agustos);
$sonuc1 = mysql_query("SELECT temp1 FROM $a[$k]",$yol);
$num=mysql_numrows($sonuc1);
for($i=0;$i<$num;$i++){
$ta = mysql_result($sonuc1,$i,temp1);
$ort=$ta;

if ($ta>30)
{ $n=1+$m;
$m=$n;}
if ($ta>30)
{
if($ts>=75)
{
$qi=$m1*$cs*(10);
$qyar=0;
}
else
{ $qi=$m1*$cs*($ts-65);
$qyar=$m1*$cs*(75-$ts); }
$qyartop2=$qyartop+$qyar;
$qyartop=$qyartop2; }

else
{
$qi=0;
}
$sonuc2= mysql_query("SELECT radiation1 FROM $a[$k]",$yol);
$isi=mysql_result($sonuc2,$i,radiation1);
$s=$isi*41860*0.85;
$fark=$s-$ul*3600*($ts-$ta);

```

```

if($fark>0)
{$qu=$ac*$fr*$fark;}
else
{$qu=0;}
$qk=$us*$ad*3600*($ts-$tort);
$ts2=$ts+($qu-$qk-$qi)/($ms*$cs);
$ts=$ts2;
$qutop2=$qutop+$qu;
$qutop=$qutop2;
}

$sonuc3 = mysql_query("SELECT temp2 FROM $a[$k]", $yol);
$num=mysql_numrows($sonuc1);
for($i=0;$i<$num;$i++){
$ta = mysql_result($sonuc3,$i,temp2);
$tort=$ta;

if ($ta>30)
{$n=1+$m;
$m=$n;}

if ($ta>30)
{
if($ts>=75)
{
$qi=$m1*$cs*(10);
$qyar=0;
}
else
{
$qi=$m1*$cs*($ts-65);
$qyar=$m1*$cs*(75-$ts); }
$qyartop2=$qyartop+$qyar;
$qyartop=$qyartop2;
}
else{
$qi=0;
}

$sonuc4= mysql_query("SELECT radiation2 FROM $a[$k]", $yol);
$isi=mysql_result($sonuc4,$i,radiation2);
$s=$isi*41860*0.85;
$fark=$s-$ul*3600*($ts-$ta);

if($fark>0)
{$qu=$ac*$fr*$fark;}
else
{$qu=0;}

```

```

$sk=$us*$ad*3600*($ts-$stort);
$sts2=$ts+($qu-$qk-$qi)/($ms*$cs);
$ts=$sts2;
$quotop2=$quotop+$qu;
$quotop=$quotop2;
}

```

```

$sonuc5 = mysql_query("SELECT temp3 FROM $a[$k]", $yol);
$num=mysql_numrows($sonuc5);
for($i=0;$i<$num;$i++){
$ta = mysql_result($sonuc5,$i,temp3);
$stort=$ta;

```

```

if ($ta>30)
{ $n=1+$m;
$m=$n;}

```

```

if ($ta>30)
{
if($ts>=75)
{
$qi=$m1*$cs*(10);
$qyar=0;
}
else
{
$qi=$m1*$cs*($ts-65);
$qyar=$m1*$cs*(75-$ts); }
$qyartop2=$qyartop+$qyar;
$qyartop=$qyartop2;
}
else{
$qi=0;
}
}

```

```

$sonuc6= mysql_query("SELECT radiation3 FROM $a[$k]", $yol);
$isi=mysql_result($sonuc6,$i,radiation3);
$s=$isi*41860*0.85;
$fark=$s-$ul*3600*($ts-$sta);

```

```

if($fark>0)
{ $qu=$ac*$fr*$fark;}
else
{ $qu=0;}
$sk=$us*$ad*3600*($ts-$stort);
$sts2=$ts+($qu-$qk-$qi)/($ms*$cs);
$ts=$sts2;
$quotop2=$quotop+$qu;
$quotop=$quotop2; }
$sonuc1 = mysql_query("SELECT temp4 FROM $a[$k]", $yol);
$num=mysql_numrows($sonuc1);

```

```

for($i=0;$i<$num;$i++){
$ta = mysql_result($sonuc1,$i,temp4);
$stort=$ta;

if ($ta>30)
{$n=1+$m;
$m=$n;}

if ($ta>30)
{
if($ts>=75)
{
$qi=$m1*$cs*(10);
$qyar=0;
}
else
{
$qi=$m1*$cs*($ts-65);
$qyar=$m1*$cs*(75-$ts); }
$qyartop2=$qyartop+$qyar;
$qyartop=$qyartop2;
}
else{
$qi=0;
}
$sonuc2= mysql_query("SELECT radiation4 FROM $a[$k]", $yol);
$isi=mysql_result($sonuc2,$i,radiation4);
$s=$isi*41860*0.85;
$fark=$s-$sul*3600*($ts-$ta);

if($fark>0)
{$qu=$ac*$fr*$fark;}
else
{$qu=0;}
$qk=$us*$ad*3600*($ts-$stort);
$ts2=$ts+($qu-$qk-$qi)/($ms*$cs);
$ts=$ts2;
$qu2=$qu+$qu;
$qu=$qu2;
}
echo ("ts=$ts".".....");
echo ("m=$m".".....");
echo("qyartop=$qyartop".".....");
echo ("qu2=$qu2<br>");
}
?>

```

Ek 2 Hesap Tabloları

Çizelge1 Yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınımı değerleri (kcal/m² gün)

	derece	dakika	nme	Hta	kışlık	Yıllık
Adana	36	59	3923	4890	2103	3250
Adıyaman	37	45	4017	4950	2080	3282
Afyon	38	45	3710	4583	1937	3042
Alanya	36	33	4007	4870	2177	3308
Aksaray	38	23	4030	4957	2015	3254
Anamur	36	6	4293	5410	2245	3548
Antalya	36	53	3973	4817	2163	3279
Ayvalık	39	19	3717	4713	1782	2998
Balıkesir	39	39	3537	4637	1660	2873
Bandırma	40	21	3487	4530	1577	2792
Birecik	37	2	4320	5277	2178	3488
Bolu	40	44	3373	4240	1663	2735
Burdur	37	40	3807	4670	2047	3142
Bursa	40	11	2940	4313	1598	2696
Cihanbeyli	38	40	3933	4733	2040	3187
Çanakkale	40	8	3767	4700	1677	2955
Çankırı	40	36	3523	483	1730	2892
Dalaman	36	45	3953	4840	2108	3252
Denizli	37	47	3767	4667	1955	3086
Dikili	39	3	3820	4933	1892	3134
Diyarbakır	37	55	4177	5267	2142	3432
Edirne	41	40	3503	4397	1540	2745
Elazığ	38	40	3980	5067	2002	3262
Erzincan	39	44	3707	4547	1915	3021
Erzurum	39	55	3913	4757	2020	3178
Eskişehir	39	46	3590	4563	1750	2913
Finike	36	18	3957	4900	2127	3278
Florya	40	59	3477	4480	1570	2774
Gaziantep	37	5	4137	5053	2218	3407
Göztepe	40	48	3380	4397	1527	2708
Kars	40	36	3660	4550	1988	3047
Kastamonu	41	22	3327	4257	1650	2721
Kayseri	38	43	3787	4733	1972	3116
Kırşehir	39	8	3977	4827	1983	3192
Kocaeli	40	46	3167	4103	1483	2559
Konya	37	52	3800	4613	2038	3122
Malatya	38	1	3960	4957	2023	3241
Mardin	39	18	4177	5127	2217	3434
Menemen	38	35	3717	4717	1862	3039
Merzifon	40	53	3580	4567	1768	2921
Muğla	37	12	3960	4813	2048	3218
Nevşehir	38	5	3837	4767	2022	3162
Niğde	37	59	3910	4800	2113	3234
Ordu	40	59	3013	3793	1578	2491
Rize	41	2	2857	3430	1528	2336
Samsun	41	17	3047	3943	1455	2475

Siirt	37	56	4040	5047	2137	3340
Sinop	42	2	3213	4320	1483	2625
Sivas	39	45	3767	4763	1892	3078
Siverek	37	45	4127	5183	2218	3437
Sivrihisar	39	27	3607	4520	1830	2947
Şile	41	10	3127	4200	1367	2515
Tokat	40	18	3717	4747	1828	3030
Trabzon	41	0	2943	3477	1560	2385
Urcu	37	8	4150	5077	2193	3403
Uşak	38	40	3770	4690	1897	3063
Ünye	41	9	3143	4060	1563	2582
Van	39	28	4087	4970	2232	3380
Yozgat	39	50	3707	4577	1917	3029
Zonguldak	41	27	3203	4307	1483	2619

Çizelge 2 Toplayıcı eğim açısı ve enleme göre dönüşüm faktörleri

Enlem	Sezon	y	S			
			R_15	R_30	R_45	R_60
36	Nme	26.87	1.097	1.119	1.006	0.886
36	hta	19.12	1.056	1.039	0.952	0.8
36	kis	51.43	1.293	1.496	1.597	1.589
36	yil	36	1.154	1.229	1.221	1.129
38	Nme	27.7	1.102	1.129	1.078	0.955
38	hta	20	1.06	1.059	0.964	0.815
38	kis	51.87	1.296	1.503	1.608	1.603
38	yil	38	1.168	1.257	1.26	1.177
40	Nme	29.84	1.114	1.153	1.113	0.997
40	hta	22.84	1.075	1.077	1.005	0.865
40	kis	53.44	1.315	1.54	1.661	1.668
40	yil	40	1.183	1.286	1.301	1.227
42	Nme	32.95	1.137	1.19	1.166	1.061
42	hta	24.28	1.083	1.092	1.026	0.891
42	kis	55.98	1.349	1.607	1.755	1.783
42	yil	42	1.199	1.316	1.344	1.28

Çizelge 3 Toplayıcı tipine ve mevsime göre toplayıcı verimleri

	Aylar	verim1	verim2	K
Nme	Nisan, mayıs, eylül	0.5	0.45	17.5
Hta	Haziran, temmuz, ağustos	0.65	0.64	10
Kis	Kışlık	0.25	0.35	40
Yil	Yıllık	0.4	0.45	27.5

Çizelge 4 LiBr çözeltisinin derişikliği

Sıra	x	a	b	c	d
1	0.64	0.000435	0.0099	0.0014325	0.06975
2	0.60	0.000673	0.01558	0.0019115	0.08989
3	0.54	0.001184	0.0262	0.00359	0.17061
4	0.50	0.00157	0.034745	0.0059185	0.2957
5	0.40	0.00285	0.0626	0.0103425	0.51225
6	0.30	0.0043	0.0951	0.01246	0.58452

Çizelge 5 Doymuş su basıncı

Sıcaklık (°C)	Basınç (bar)
2	0.008129
4	0.009345
6	0.01072
8	0.01227
10	0.01227
12	0.014014
14	0.015973
16	0.018168
18	0.02062
20	0.02337
22	0.02642
24	0.02982
26	0.0336
28	0.03778
30	0.04241
32	0.04753
34	0.05318
36	0.0594
38	0.06624
40	0.07375
42	0.08198
44	0.091
46	0.1086
48	0.11162
50	0.12335

Çizelge 6 Kızgın buhar entalpisi

Sıcaklık (°C)	Entalpi (kJ / kg)
60.089	2609.9
62.162	2613.5
64.082	2616.8
65.871	2619.9
67.547	2622.7
69.124	2625.4
70.615	2628
72.029	2630.4
73.374	2632.6
74.658	2634.8
75.886	2636.9
81.345	2646
85.954	2653.6
89.959	2660.1
93.512	2665.8
96.713	2670.9
99.632	2675.4

Çizelge 7 Doymuş su entalpisi

Sıcaklık (°C)	Entalpi (kJ / kg)
20	83.86
22	92.93
24	100.59
26	108.95
28	117.31
30	125.66
32	134.02
34	142.38
36	150.74
38	159.09
40	167.45
42	175.81
44	184.17
46	192.53
48	200.89
50	209.26

Çizelge 8 Doymuş su buharı entalpisi

Sıcaklık (°C)	Entalpi (kJ / kg)
2	2505.2
4	2508.9
6	2512.6
8	2516.2
10	2519.9



Ek 3 Formlar ve Program Sonuçları**Açıklama****Absorbsiyonlu Soğutma****Isıtma & Soğutma**

Absorbsiyonlu soğutma formu güneş enerjili LiBr - Su absorbsiyonlu soğutma makinası ile ihtiyaç duyulan soğutma yüküne göre soğutma tesir katsayısını, komponentlerin gerekli ısı transfer alanlarını ve gerekli kollektör alanını hesaplar.

Isıtma & Soğutma formu ısıtma veya soğutma için şehirlere göre istenilen ısı miktarını karşılayacak kollektör alanını ve çatı alanına oranını hesaplar.

Konuyla ilgili bitirme tezini [buradan](#) indirebilirsiniz.

Mustafa Ünal KOÇ

YTÜ FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Isı Proses Bölümü

Açıklama

Absorbsiyonlu Soğutma

Isıtma & Soğutma

LiBr - Su Soğutma Makinası Hesabı

Yoğuşturucu çıkış sıcaklığı : 30 °C
Buharlaştırıcı sıcaklığı : 10 °C
Jeneratör giriş sıcaklığı : 60 °C
Soğutma yükü : 3 kW
Şehir : bursa
Mevsim : yıllık



Açıklama

Absorbsiyonlu Soğutma

Isıtma & Soğutma

Q yoğusturucu	3.134 kW
Q absorber	3.366 kW
Q jeneratör	3.5 kW
COP	0.857

Sistem Komponentleri zıt yönlü paralel akımlı ısı değiştirci olarak kabul edildiler

	K (W/m ² °C)	Isı transfer alanı (m ²)	Ms(kg/s)
Jenaratör	500	1.4	0.083
Yoğuşturucu	500	0.23	0.075
Absorber	350	0.491	0.08
Buharlaştırıcı	350	2.197	0.071
Eriyik Isı Değiştirci	300	0.166	-

şehir	Bursa	40 ° 11 '
Sezon	yıllık	
Q	36118.666 kcal / gun	

Selektif Absorber Yüzeyli Toplayıcı	Toplayıcı Alanı (m ²)
tek tabaka cam örtülü	26
çift tabaka cam örtülü	24

Açıklama

Absorbsiyonlu Soğutma

Isıtma & Soğutma

Güneş Enerjisi Hesabı

Şehir adana

Mevsim kışlık

Q 10000 kcal/h

Çatı Alanı 115 m²Kullanım Alanı 400 m²

Açıklama

Absorbsiyonlu Soğutma

Isıtma & Soğutma

Şehir	Adana	36 ° 59 '
Sezon	kışık	
Q	10000 kcal / h	
Kollektör alanı	102 m ²	

Çatı alanının, kullanım alanına oranı 0.29 olursa çatı alanı kollektör için yeterli olur.

[Yeni hesaplama için burayı tıklayınız.](#)



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	09.06.1975	
Doğum Yeri	İnegöl/Bursa	
Lise	1986-1987 1987-1993	Bilecik Anadolu Lisesi Bursa Anadolu Lisesi
Lisans	1994-1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makina Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1999-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

