

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**VİLLA ISITMASINDA ve SOĞUTMASINDA GÜNEŞ
ENERJİSİ DESTEKLİ ABSORPSİYONLU SOĞUTMA
SİSTEMİNİN EKONOMİKLİĞİNİN ANALİZİ**

Mak. Müh. Cenk ONAN

**FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Derya B. ÖZKAN

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ.....	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Yapılmış Çalışmalar	1
2. GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ SOĞUTMA SİSTEMLERİ	3
2.1 Tarihçe	3
2.2 Güneş Enerjisi İle Soğutma Teknikleri	4
2.2.1 Adsorpsiyonlu Soğutma Sistemleri	5
2.2.2 Desikant (Katı Soğurmalı) Soğutma Sistemleri	7
2.2.3 Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri	8
2.2.4 Diğer Güneş Enerjili Soğutma Sistemleri	9
2.3 Termodinamik Esaslar	9
2.4 Güneş Enerjisi ile Soğutma Sistemlerinin Avrupa'daki Uygulamaları.....	11
2.4.1 Güneş Enerjisi Destekli Absorpsiyonlu Soğutma Uygulamaları	12
2.4.2 Adsorpsiyonlu Soğutma Sistemi ile Kozmetik Fabrikasının Soğutulması.....	14
2.4.3 Desikant (Katı Soğurmalı) Soğutma Sistemi İle Ofisin Soğutulması	14
3. ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİ	17
3.1 Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin Tarihçesi	17
3.2 Absorpsiyon Prensibi.....	18
3.3 Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin Çalışma Prensibi.....	19
3.3.1 Tek Etkili LiBr/Su ile Çalışan Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin İncelenmesi	20
3.3.2 Basınç-Sıcaklık-Konsantrasyon Dengesi.....	23
3.3.3 Kısılma Vanaları.....	25
3.4 Su-LiBr Kullanan Sistemlerin NH ₃ -Su Kullanan Sistemler İle Karşılaştırılması .	25
3.5 Kristalizasyon	26
3.6 Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin Sınıflandırılması	27
3.6.1 Küçük Kapasiteli LiBr/Su Cihazları	27
3.6.2 Büyük Kapasiteli LiBr/Su Cihazları	27
3.6.3 Direk Yakmalı Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri	29
3.6.4 İndirek Yakmalı Buhar Beslemeli Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri	30

4.	GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ	31
4.1	Güneş Enerjisi Sistemleri	31
4.2	Güneş Enerjisinden Yararlanan Sistemler	32
4.3	Güneş Işınımı	32
4.4	Güneş Kolektörleri	33
4.4.1	Düzlemsel Güneş Kolektörleri	34
4.4.2	Vakum Borulu Güneş Kolektörleri	36
4.4.2.1	Direk Akışlı Sistemler	36
4.4.2.2	Isı Borulu Sistemler	37
4.5	Güneş Açıları	39
4.5.1	Güneş Deklinasyon Açısı (d)	40
4.5.2	Saat Açısı (h)	41
4.5.3	Güneşin Hareketi	43
4.5.4	Gün Dairesi	43
4.5.5	Zenit Açısı (z)	45
4.5.6	Güneş Yükselik Açısı (y)	45
4.5.7	Güneş Azimut Açısı (Az _m)	46
4.5.8	Eğik Düzleme Gelen Güneş Işınımı	47
4.6	Kolektör Modeli	47
4.7	Depo Tank Sıcaklığının Belirlenmesi	48
5.	UYGULAMA	50
5.1	Isı Kaybının Belirlenmesi	50
5.2	Soğutma Yükünün Belirlenmesi	50
5.3	Termodinamik Analiz	55
5.4	Absorpsiyonlu Soğutma Cihazının Performansı	61
5.5	Libr-Su Çözeltilsinin Termofiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi	63
5.6	Suyun Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi	64
5.7	Güneş Kolektörleri	64
5.8	Faydalı Güneş Enerjisinin Belirlenmesi	66
5.9	Sistemin Çalışma Koşulları	67
5.9.1	Depo Boyutlarının Belirlenmesi	67
5.9.2	Ek Isıtıcı	69
5.9.3	Soğutma Kulesi Seçimi	70
5.10	Sistemin Enerji Dengesi	71
6.	EKONOMİK ANALİZ	77
6.1	Paranın Net Bugünkü Değeri	77
6.2	Geri Ödeme Süresi	79
7.	SONUÇLAR VE İRDELEME	84
	KAYNAKLAR	85
	EKLER	88
	Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C]	89
	Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	90
	Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	91
	Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	92

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	93
Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	94
Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	95
Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	96
Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	97
Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	98
Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	99
Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)	100
Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışıını değeri (DMİGM) [cal/cm ² .h].....	101
Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışıını değeri (DMİGM) [cal/cm ² .h] (devam)	102
Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışıını değeri (DMİGM) [cal/cm ² .h] (devam)	103
Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışıını değeri (DMİGM) [cal/cm ² .h] (devam)	104
Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM).....	105
Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM) (devam).....	106
Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM) (devam).....	107
Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM) (devam).....	108
Ek 4 Isıtma ve soğutma uygulaması yapılan villanın mimari çizimi	109
Ek 4 Isıtma ve soğutma uygulaması yapılan villanın mimari çizimi (devam)	110
Ek 5 LiBr-su çözeltilsinin denge diyagramı (Ashrae,1997)	111
Ek 6 LiBr-su çözeltilsinin entalpi-konsantrasyon diyagramı (Ashrae,1997)	112
Ek 7 Suyun fiziksel özellikleri tablosu	113
Ek 8 Mardin ilinde bulunan villanın özgül ısı kaybı hesabı	114
Ek 8 Mardin ilinde bulunan villanın özgül ısı kaybı hesabı (devam).....	115
Ek 9 Mardin ilinde bulunan villanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı.....	116
ÖZGEÇMİŞ.....	117

SİMGE LİSTESİ

η_o	Optik verim
η_t	Kolektör anlık verimi
$(\tau\alpha)_e$	Efektif yutma katsayısı
α	Eğim açısı
a_1	Isı kayıp katsayısı
a_2	Isı kayıp katsayısı
A_t	Kolektör yüzey alanı
d	Deklinasyon açısı
d_o	Aylık ortalama deklinasyon açısı
drc	Derece
e	Enlem
F_t	Kolektör ısı kazanç faktörü
h	Saat açısı
H	Hurda değeri
I_e	Birim eğik yüzeye düşen anlık ışıyım miktarı
i	Faiz oranı
K	Kolektörün toplam ısı kayıp katsayısı
n	Gün sayısı
P	Paranın bugünkü değeri toplamı
t_g	Gün uzunluğu
t_o	Aylık ortalama gün uzunluğu
T_{tg}	Suyun kolektöre giriş sıcaklığı
$T_{\text{ç}}$	Çevre sıcaklığı
Q_L	Depodan çekilen ısı
Q_f	Faydalı güneş enerjisi
W_p	Çözelti pompasının yaptığı iş
X_f	Fakir çözeltinin LiBr konsantrasyonu
X_z	Zengin çözeltinin LiBr konsantrasyonu
y	Güneş yükseklik açısı
z	Zenit açısı

KISALTMA LİSTESİ

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
Azm	Azimet açısı
COP	Coefficient of Performance
DMİGM	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
FR	Akış oranı
GEDAS	Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma
GÖ	Geri ödeme süresi
GS	Güneş saati
H	Hurda değeri
İM	İşletme maliyeti
IPCC	Intergovernmental Panel of Climate Change
MS	Memleket saati
NA	Nakit akışı
NBD	Paranın net bugünkü değeri
NBD ₁	Yatırımın net bugünkü değeri
SACE	Solar Air-Conditioning in Europe
SE	Soğutma etkinliği
TRNSYS	Transient System Simulation
ZD	Zaman düzeltmesi

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Güneş enerjisiyle soğutma teknikleri (Yılmaz, 2003).....	5
Şekil 2.2 2005 yılına kadar Avrupa’da kurulan sistem sayısı (Henning, 2005).....	5
Şekil 2.3 İki adsorpsiyon üniteli soğutma çevrimi (Yılmaz, 2003).....	6
Şekil 2.4 Desikant soğutma	8
Şekil 2.5 Buhar sıkıştırırmalı soğutma grubu ile desteklenen desikant soğutma sistemi	8
Şekil 2.6 Buhar-jet soğutma sisteminin çalışma prensibi.....	9
Şekil 2.7 İdeal COP değeri ile piyasadaki sistemlerin COP değerlerinin karşılaştırılması (Henning, 2005)	10
Şekil 2.8 Avrupada kurulmuş olan sistemlerin dağılımı (Henning, 2005).....	11
Şekil 2.9 Fransa’daki şarap mahzeninin ve kurulu güneş enerjisi sisteminin görünüşü	15
Şekil 2.10 Yunanistan’daki Rethimno tatil köyüne kurulan güneş enerjisi sistemi	15
Şekil 2.11 İspanya’da Zara ofis ve dükkanına kurulan GEDAS sisteminin görünüşü.....	16
Şekil 2.12 İtalya’da kurulan güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sistemi.....	16
Şekil 2.13 Almanya’da ofise kurulan güneş enerjisi destekli desikant soğutma sistemi	16
Şekil 2.14 Yunanistan’da kozmetik fabrikasına kurulan güneş enerjisi destekli adsorpsiyonlu soğutma sistemi.....	16
Şekil 3.1 Ferdinand Carre’nin absorpsiyonlu soğutma makinesi (Wissen, 1859).....	17
Şekil 3.2 Faraday’ın Absorpsiyon Prensibi (Özkol, 1999).....	18
Şekil 3.3 Tek etkili Lityum Bromür / Su akışkan çiftli absorpsiyonlu soğutma çevrimi (Ashrae, 1997).....	19
Şekil 3.4 Absorpsiyonlu soğutma sisteminin şematik gösterimi (Thomas, 1998)	20
Şekil 3.5 Isı değiştiricisinin ayrıntılı görünüşü (York Millennium Absorpsiyonlu Çiller)	21
Şekil 3.6 Generatörün ayrıntılı görünüşü (York Millennium Absorpsiyonlu Çiller).....	21
Şekil 3.7 Yoğuşturucunun ayrıntılı görünüşü (York Millennium Absorpsiyonlu Çiller)	22
Şekil 3.8 Buharlaştırıcının ayrıntılı görünüşü (York Millennium Absorpsiyonlu Çiller)	22
Şekil 3.9 Absorberin ayrıntılı görünüşü (York Millennium Absorpsiyonlu Çiller).....	23
Şekil 3.10 LiBr/H ₂ O kullanan soğutma sisteminin basınç-sıcaklık-konsantrasyon denge diyagramında ideal çevriminin gösterimi (Duffie ve Beckman, 1991)	24
Şekil 3.11 Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sisteminin şematik gösterimi.....	25
Şekil 3.12 Çift etkili absorpsiyonlu soğutma ünitesinin dış görünüşü (Shuangliang Air- Conditioning)	28
Şekil 3.13 Çift etkili absorpsiyonlu soğutma sistemi (Shuangliang Air-Conditioning).....	28

Şekil 3.14 Direk yakmalı absorpsiyonlu soğutma cihazının şematik gösterimi (Robur)	29
Şekil 4.1 Türkiye’de ki ortalama güneş ışınımı (Isısan, 2003).....	31
Şekil 4.2 Bir kolektörün ısı kazançları ve kayıpları (Viessmann, 2000).....	33
Şekil 4.3 Düzlemsel kolektörün kesiti (Solartek).....	36
Şekil 4.4 Direk akışlı vakum borulu kolektör dizaynları. a) Schott b) Sidney (Frei, 2003)....	37
Şekil 4.5 Isı borusunun çalışma prensibinin şematik gösterimi (Tiwari, 2003).....	38
Şekil 4.6 Direk akışlı(a) ve ısı borusu kullanan(b) vakum borulu kolektörlerin kesit görünümleri (Viessmann, 2000).....	38
Şekil 4.7 Gökküre üzerinde önemli güneş açıları.....	39
Şekil 4.8 Deklinasyon açısının tüm yıl boyunca değişimi (Howell vd.,1982).....	42
Şekil 4.9 Kuzey yarımkürede 30° enleminde bulunan bir yer için güneş zamanının değişimi (Howell vd. , 1982).....	44
Şekil 4.10 Türetilen güneş açıları (Kılıç ve Öztürk, 1984)	45
Şekil 4.11 Kolektör yüzeyi ile güneş ışınlarının yaptığı açı.....	47
Şekil 5.1 Soğutma sezonu boyunca soğutma yükünün saatlik değişimi	51
Şekil 5.2 Villa soğutmasında kullanılacak olan güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sisteminin gösterimi	52
Şekil 5.3 DMİGM’den alınan güneş ışınımı değerleri (W/m^2)	53
Şekil 5.4 Mardin ili dış hava kuru termometre sıcaklıkları	54
Şekil 5.5 Akış oranının soğutma sezonu boyunca değişimi	56
Şekil 5.6 Farklı cihazların generatör sıcaklığına bağlı kapasitelerinin değişimi.....	58
Şekil 5.7 Farklı soğutma kapasitelerine sahip cihazların ihtiyaç duyduğu generatör ısılarının ve absorberde çekilen ısılarının karşılaştırılması.....	59
Şekil 5.8 106 kW kapasiteli absorpsiyonlu soğutma cihazının generatöre giren su sıcaklığı ile SE katsayısının değişimi	60
Şekil 5.9 106 kW kapasiteli cihazın, generatör su giriş sıcaklığına bağlı olarak sistem komponentlerinin davranışı	61
Şekil 5.10 Soğutulmuş suyun sıcaklığına ve generatör su giriş sıcaklığına göre komponentlerin davranışlarının değişimi	62
Şekil 5.11 Generatör besleme suyu sıcaklığının gün içerisindeki değişimi	63
Şekil 5.12 Piyasadaki mevcut kolektörlerin verim eğrileri ($I=1000 W/m^2$).....	65
Şekil 5.13 Kullanılan düzlemsel güneş kolektörünün güneş ışınımına ve sıcaklık farkına bağlı veriminin değişimi	65
Şekil 5.14 Azimut açısı düzeltme faktörü	66
Şekil 5.15 Güneşten yararlanma oranının düzlemsel kolektör sayısına bağlı olarak değişimi	67

Şekil 5.16	Depo sıcaklığının soğutma sezonu boyunca değişimi.....	68
Şekil 5.17	Düzlemsel kolektörlü GEDAS sisteminin optimum depo boyutlandırılması	68
Şekil 5.18	Ek ısıtıcıda yakıt olarak doğalgaz kullanıldığında soğutma sisteminin yıllık İM..	69
Şekil 5.19	Ek ısıtıcıda yakıt olarak elektrik kullanıldığında soğutma sisteminin yıllık İM....	69
Şekil 5.20	Ek ısıtıcıda yakıt olarak kömür kullanıldığında soğutma sisteminin yıllık İM.....	70
Şekil 5.21	Ek ısıtıcıda yakıt olarak motorin kullanıldığında soğutma sisteminin yıllık İM....	70
Şekil 5.22	Dış hava yaş termometre sıcaklığının yıl boyunca değişimi.....	71
Şekil 5.23	Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sisteminin enerji dengesi.....	72
Şekil 5.24	Aylık ısı kayıpları ve güneş enerjisinden faydalanılan enerji miktarı.....	73
Şekil 5.25	Depo ile ek ısıtıcının çalışma zamanlarının değişimi (düzlemsel kolektör sayısı 165 adet ve depo hacmi 6.5 ton)	73
Şekil 5.26	Sistemin soğutma sezonu boyunca çalışma şekli (düzlemsel kolektör sayısı 165 adet ve depo hacmi 6.5 ton)	74
Şekil 5.27	Sistemin soğutma sezonu boyunca çalışma şekli (vakum borulu kolektör sayısı 105 adet ve depo hacmi 2 ton)	75
Şekil 5.28	Sistem elemanlarının gün içerisindeki saatlik ısı güçlerinin ayrıntılı gösterimi (105 vakum borulu kolektör ve 2 ton depo hacmi).....	76
Şekil 6.1	Klasik sistem ile absorpsiyonlu sistemin maliyetlerinin karşılaştırılması.....	82
Şekil 6.2	Düzlemsel kolektör kullanılan GEDAS sisteminin ev başına yatırım ve işletme maliyetleri	83

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 Seçici yüzeyle ilgili bazı uygulamalar (Tezcan, 2001)	34
Çizelge 4.2 Farklı kolektör tiplerinin uygulama alanları ve çalışma parametreleri (Tırıs vd.,1997)	35
Çizelge 4.3 Aylık ortalama deklinasyon açıları.....	40
Çizelge 5.1 Absorpsiyonlu soğutma cihazının katalog verileri	57
Çizelge 5.2 Generatör sıcaklığının bağlı olduğu parametreler	62
Çizelge 5.3 Kullanılan kolektörlerin optik verimi ve kayıp katsayıları	64
Çizelge 6.1 Klasik sistemin işletme ve yatırım maliyetleri	80
Çizelge 6.2 GEDAS sisteminin işletme ve yatırım maliyetleri	81
Çizelge 6.3 Net bugünkü değer yöntemiyle sistemin ekonomik analizi	81

ÖNSÖZ

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, ülkemizdeki potansiyeli de göz önüne alındığında önemli bir seçenektir. Güneş enerjisinin ısıtmaya destek olarak kullanılmasının yanında, gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan güneş enerjisi destekli soğutma sistemlerinin ülkemizde de yaygınlaşabilmesi ve böylece çevre sorunlarının azaltılabilmesi amacıyla bu sistemlerin ekonomikliliği araştırılmıştır.

Bu konu üzerine çalışmamı teşvik eden ve konuyu hazırlamam için gerekli dokümanlarını ve bilgisini benimle sonuna dek paylaşan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Derya ÖZKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Serkan ERDEM'e , tüm arkadaşlarıma ve aileme bir teşekkürü borç bilirim.

ÖZET

Güneş enerjisi destekli soğutma sistemleri incelenmiş ve Mardin ilinde yapılacak olan villaların, ısıtılması ve soğutulması amacıyla kurulacak olan sistemin seçimi yapılmıştır. Sistemi oluşturan absorpsiyonlu soğutma sistemi tek etkili olup, LiBr-su akışkan çiftini kullanmaktadır. Ayrıca enerji kaynağı olarak da güneş enerjisinden faydalanmaktadır. Ekonomikliğı araştırılan soğutma sisteminin termodinamik analizi yapılmıştır ve generatörün güneş enerjisi destek sistemiyle çalışma şartları belirlenmiştir. Yıl boyunca güneş enerjisinden ne kadar faydalanabildiğı MATLAB programında yapılan simülasyon ile belirlenmiş ve buna bağılı olarak optimum kolektör adedi ve depo hacmi seçilmiştir. Hem vakum borulu hem de düzlemsel kolektörler ile çalıştırılan sistemin yıllık performansı incelenmiştir. Ayrıca kurulacak sistemin işletme ve yatırım maliyetleri göz önüne alınarak, ekonomik analizi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Absorpsiyonlu soğutma, LiBr-su, güneş kolektörleri, ekonomik analiz.

ABSTRACT

The system which would be used for cooling and heating the villas in Mardin city was chosen according to the research done on solar assisted cooling systems. It also includes a single effect absorption chiller which uses LiBr as an absorbent and water as a refrigerant. Moreover, it makes use of solar energy as a thermal energy resource. Both economic and thermodynamic analysis of absorption cooling system were carried out and the generator driving temperature was determined according to the outlet temperature of solar collectors. Available solar energy was found out by the help of a simulation written in MATLAB. Taking into account these results, optimum number of collectors and volume of storage tank is was defined. Yearly performance of the system was investigated when running with either evacuated tube collectors or flat plate collectors. Finally, economic analysis for the system was done by calculating investment and operational costs.

Keywords: Absorption chiller, LiBr-water, solar collector, economic analysis.

1. GİRİŞ

1.1 Yapılmış Çalışmalar

2001 yılında Kıbrıs'ın Nicosia kentinde güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sistemi modellenmiş ve TRNSYS programı ile simule edilmiştir. Sistemde 600 litre kapasiteli sıcak su depolama tankı, 15 m² absorber yüzeyine sahip 30° eğimli parabolik tip güneş kolektörleri kullanılmıştır. Destek su ısıtıcısı termostat sıcaklığı 87 °C olduğunda sistemin maksimum performans ile çalıştığı belirlenmiştir. Florides (2001) çalışmasında soğutma yükünü hesaplarken konfor şartı 25 °C ve maksimum soğutma yükünü saatte 40 MJ olarak belirlemiştir. Tasarım sıcaklığı 21 °C olduğunda yıllık ısıtma yükü ise 12528 MJ ve maksimum saatlik ısıtma yükü de 51.6 MJ olarak belirlenmiştir. Sistem de 65000 kJ/h kapasitesinde Arkla model WF-36 tipi LiBr-Su ile çalışan tek kademeli bir absorpsiyonlu soğutma cihazı, maksimum 93 °C su ısıtabilen 65000 kJ/h destek su ısıtıcısı tercih edilmiştir.

N. K. Ghaddar vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada Beyrut'un iklim şartlarında simülasyonu gerçekleştirilen LiBr – su ile çalışan absorpsiyonlu soğutma sisteminin her bir ton soğutma için 23.3 m² minimum kolektör alanına ihtiyaç duyduğu, su tankı kapasitesi 1000 litre, 1500 litre iken sistemin yalnızca güneş enerjisi ile 7 saat çalışabildiği görülmüştür. Bu uygulamada 10.5 kW kapasiteli cihaz ile Mayısın Ekime kadar olan süreçte soğutma yapıldığı varsayılmıştır ve ekonomik analiz sonucunda güneş kullanım oranı 0.37 olacak şekilde güneş kolektörü adeti belirlenmiştir.

F. Assilzadeh vd. (2004). yaptığı çalışmada, Malezya'nın iklim şartlarına bağlı olarak TRNSYS simülasyonları sonucunda, kurulabilecek güneş enerjisi destekli LiBr/su absorpsiyonlu soğutma sistemi incelenmiştir. Optimum sistemde 1 ton soğutma yapabilen bir cihazın (3.5 kW) beraberinde, 20° eğimli yerleştirilmiş 35 m² yüzey alanına sahip vakum borulu kolektörlerden oluşan güneş enerjisi destek sistemi kullanılması öngörülmüştür. Ek su ısıtıcısı termostat sıcaklığı 91 °C olarak belirlenmiştir. İklim verilerine ve kullanılacak kolektör adetine bağlı olarak, güneş kullanım oranı aylık olarak belirlenmiş ve buna göre optimum kolektör alanının 50 m² olacağı görüşüne varılmıştır ancak ekonomiklik de göz önüne alınarak kullanılan kolektör yüzey alanı 35 m² olacak şekilde güneş enerjisi destek sistemi kurulmuştur.

Hammad ve Zurigat (1998), 1.5 ton soğutma kapasiteli güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sisteminin performansını incelemişlerdir. Bu incelemedeki soğutma sisteminde 14

m² düz tip güneş kolektörü , beş adet gövde-boru tipi ısı değiştiricisi mevcuttur. Nisan ve Mayıs aylarında Ürdün Üniversitesi'nde testleri gerçekleştirilmiştir ve soğutma etkinlik katsayısı maksimum 0.55 olarak elde edilmiştir.

İran'ın Ahwaz kentinde maksimum soğutma yükü 17.5 kW olan bir evin LiBr-Su ile çalışan tek etkili absorpsiyonlu iller ile soğutulması simüle edilmiştir. Güneş enerjisi sistemi , 58 m² absorber yüzeyine sahip parabolik tip odaklayıcı kolektörlerinden oluşmaktadır. Ayrıca bir termal enerji deposu ile generatöre verilecek suyun sıcaklığı 70 – 95 °C aralığında tutulmuştur (Mazloumi vd. ,2006).

Mittali (2005) tarafından yapılan çalışmada, Bahal kasabasının meteorolojik verileri kullanılarak güneş enerjisi ile çalışan tek etkili absorpsiyonlu soğutma sisteminin performansı irdelenmiştir. Sistemde LiBr – su solüsyonu ve düz tip güneş kolektörleri kullanılmıştır. Sıcak su giriş sıcaklıklarının , absorpsiyonlu soğutma sisteminin komponentlerinin yüzey alanlarına ve soğutma etkinlik katsayısına (COP) etkisi incelenmiştir.

Madrid için, toplam gerekli enerjinin % 80 ini karşılayacak şekilde yapılan korelasyon sonucunda, binanın soğutulması için gerekli enerji ve kolektör yüzeyi alanı gereksinimi belirlenmiştir. 1 MWh soğutma için 2,5 - 5 m² kolektör alanı gerekmektedir. Madrid'deki ofis binasının, maksimum soğutma yükü aynı ancak günlük ihtiyacın farklı olduğu 4 farklı soğutma yükü hesaplanmıştır. Güneş enerjisi destek sistemi %40 verimle çalıştığından Pietruschka'ya (2006) göre, bu sistemin yalnızca soğutmada değil sıcak su hazırlanması ve ev ısıtmasında da kullanılması önerilmektedir ve böylece maliyetin azalacağı belirtilmiştir.

Muneer ve Uppal 1987 yılında,Yazaki firması tarafından üretilen bir soğutma makinasının performans değerlerini kullanarak, bu soğutma makinasının simülasyonunu yapmışlardır. Büyük oranda güneş enerjisi kaynaklı olarak düşündükleri sistemi, depo büyüklüğüne, kolektör alanına ve sıcak su giriş sıcaklığına bağlı olarak incelemişlerdir ve en uygun şartları Sahara ölü için belirlemişlerdir. Kurak iklime bağlı olarak soğutma suyu düşük sıcaklıklarda elde edilebildiğinden generatör çalışma sıcaklığı da 80 °C'ye kadar düşürülebilmektedir.

2. GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ SOĞUTMA SİSTEMLERİ

2.1 Tarihçe

Güneş enerjisi yardımıyla soğutma sistemlerinin tarihi 1872 yılına kadar uzanmaktadır. Bu tarihte Paris'te güneş enerjisi kullanılarak buz üreten bir sistem başarıyla çalıştırılmıştır (Thevenot, 1979). Benzer bir sistem sonraki yıllarda Katalanya'da yapılmıştır. 1936'da buhar-jet prensibine göre çalışan bir sistem Florida'da denenmiştir. 1940'lı yıllardan önce ise Kathabar ismiyle anılan ve akışkan LiCl kullanan bir sistem imal edilmiştir (Lamp ve Ziegler, 1998).

1950'li yıllarda güneş enerjisi destekli soğutma sistemleri dünyanın bir çok ülkesinde denenmiştir. 1953'de Taşkent'de parabolik bir ayna kullanılarak soğutma sistemi desteklenmiştir. 1956'dan sonra Trombe'de bir çok güneş enerjili sistem denenmiştir. 1958'de ise Avustralya'da LiBr/H₂O çiftli soğutma yapılmıştır. 1966'da yine Avustralya'da güneş enerjili destekli soğutma yapan bir güneş evi inşa edilmiştir. 1976'da ABD'de 500 civarında güneş enerjili klima cihazı yapılmıştır. Çalışma zamanlarının %75-80'i civarında güneş enerjisi tarafından çalıştırılırken, geri kalan zamanlarda elektrik yada fuel-oil ile desteklenmişlerdir (Lamp ve Ziegler, 1998).

Güneş enerjisiyle soğutma uzun zamandır insanların ilgisini çekmekle birlikte, bu alanda ciddi çalışmalar 1970 petrol krizi sonrası ağırlık kazanmıştır. Özellikle absorpsiyon soğutma çevrimine dayalı sistemler proje bazında gerçekleştirilmiştir. ABD'de başlayan bu çalışmalar 1980'lerin başında diğer Amerika ve Ortadoğu ülkelerinde de devam etmiştir. Ancak bu çalışmalarda beklenenden daha düşük soğutma etkinlik katsayısı (LiBr/su için 0.52-0.75) değerlerinin elde edilmesinin yanında buhar çevrimli sistemlere göre 3-4 kat yüksek yatırım maliyetleri ve daha sonraki yıllarda petrol fiyatlarının göreceli olarak düşmesi sebebiyle, güneş enerjisi ile soğutmaya belirli bir düşüş gözlemlenmiştir. Artan çevre kirliliği, çevre bilincinin artması ve enerji fiyatlarındaki artış, güneş enerjili sistemleri gene gündeme getirmiştir (Yılmaz, 2003).

Günümüzde fosil yakıt rezervlerindeki azalma ve bu yakıtların oluşturduğu çevre kirliliği problemleri yüzünden güneş enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanılması daha da önem kazanmıştır. Fosil yakıt bağımlılığının yol açtığı emisyonlar, yerel, bölgesel ve küresel çevre sorunlarına yol açmakta, bu sorunlarda giderek, iklim değişikliğinin boyutlarını büyötmektedir. Dolayısıyla, bu kaynakları daha temiz kullanan teknolojileri devreye sokmak

ve olumsuz çevre etkilerini azaltan teknolojileri geliştirip uygulamak, kısmen de olsa, bu kaynaklardan kademeli olarak uzaklaşarak, daha pahalı, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme gereksinimini doğurmaktadır (Yılmaz, 2003).

Küresel ısınma sonucu dünyanın değişen iklim koşullarında sıcaklık artışıyla birlikte yaz mevsiminde uzamalar görülmektedir. IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) tarafından küresel iklim modelleriyle yapılan projeksiyona göre, salınımların kontrol edilemediği senaryoya göre, 2080’li yıllara kadar Türkiye yıllık ortalama sıcaklıklarının yaklaşık 3-4 °C artacağı öngörülmüştür (Türkeş, 2000).

Yirminci yüzyılın ilk yıllarında absorpsiyonlu sistemler oldukça rağbet görmüş ve çeşitli uygulama alanları bulmuştur. Ancak klasik buhar sıkıştırırmalı sistemler daha ekonomik olduğu için 1930’lu yıllardan sonra uzun süre bu konuda fazla çalışma yapılmamıştır. Bunun nedeni ise bu yıllarda elektriğin ucuz olması ile değişik boyut ve kapasitelerdeki kompresörlerin kullanımına girmiş olmasıdır. Çeşitli endüstriyel tesislerdeki atık ısı enerjisinin değerlendirilmesi ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin kullanılmasına olanak sağlayan absorpsiyonlu sistemler, enerjinin pahalı ve kıymetli olduğu günümüzde oldukça önem kazanmıştır (Dinçer, 1994).

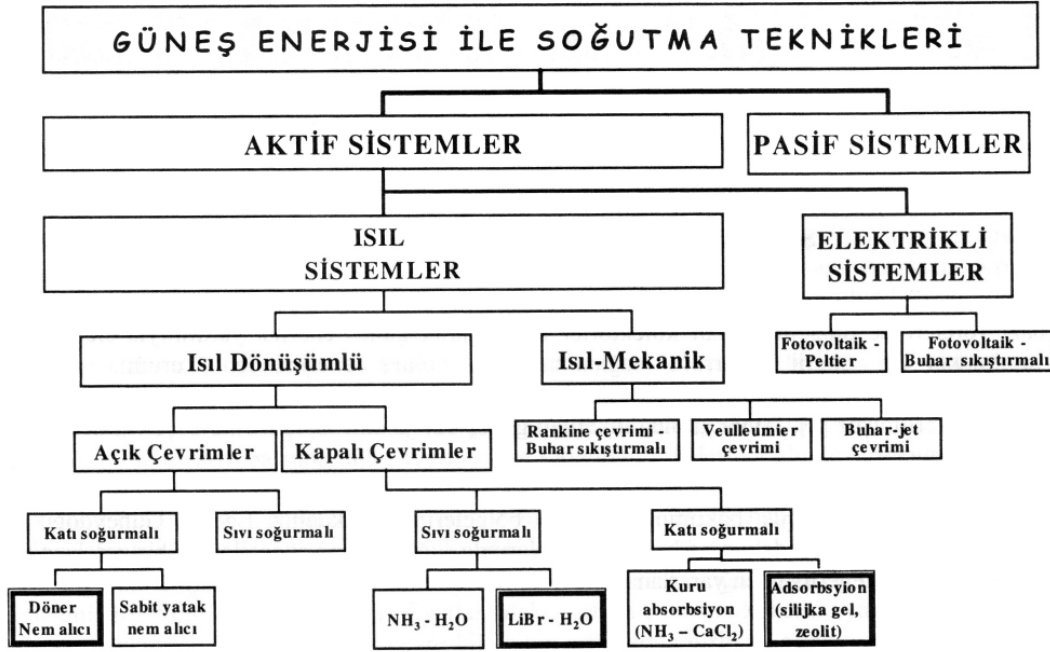
2.2 Güneş Enerjisi İle Soğutma Teknikleri

Güneş enerjisi ile soğutma teknolojileri üç farklı açıdan gruplandırılabilir. Bunlar, kullanılan soğutma tekniği, güneş enerjisi toplama sistemi ve elde edilmek istenen soğutmanın sıcaklığıdır.

Soğutma sıcaklığı genel olarak üç grupta sınıflandırılır. İklimlendirme amaçlı uygulamalar 4/25 °C, genel soğutma amaçlı uygulamalar -10/4 °C, düşük sıcaklık uygulamaları -20/-10 °C sıcaklık aralığında çalışan sistemlerdir.

Güneş enerjisi yardımıyla soğutma tekniklerini ,soğutma prosesinin türüne, kullanılan aracı maddenin fazına, çevrimin açık-kapalı olmasına göre farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Şekil 2.1’den de görülebileceği gibi güneş enerjisi ile soğutma için bir çok soğutma tekniği mevcuttur (Yılmaz, 2003).

Güneş enerjisinin, soğutma ya da iklimlendirme amaçlı kullanılması için çeşitli dönüşüm metotları vardır. Bunlar, elektrik ile çalışan buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemlerinde fotovoltaiik piller olabileceği gibi, ısının transfer edilmesine dayanan proseslerde ise güneş



Şekil 2.1 Güneş enerjisiyle soğutma teknikleri (Yılmaz, 2003)

kollektörlerinin kullanımının yanında adsorpsiyon ya da absorpsiyon cihazlarıyla mümkündür (Henning, 2005).



Şekil 2.2 2005 yılına kadar Avrupa'da kurulan sistem sayısı (Henning, 2005)

2.2.1 Adsorpsiyonlu Soğutma Sistemleri

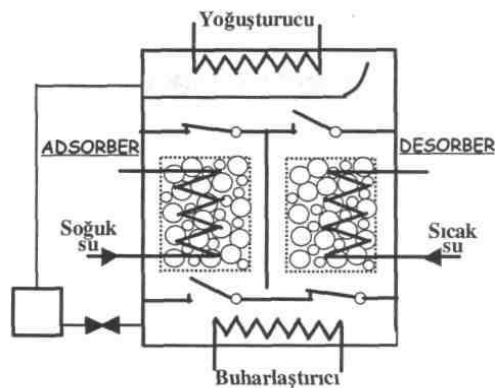
Adsorpsiyon, buhar halindeki bazı akışkanların katı bir malzeme ile temasta bulduklarında bu malzemenin tutucu kuvvetleri tarafından bağlanması olayına denilmektedir. Absorbe edilen madde örneğin su buharı sadece yüzey kuvvetleri tarafından tutulmaktadır, olayda herhangi bir kimyasal tepkime kesinlikle söz konusu değildir. Yapılan deney ve araştırma

sonuçlarına göre iklimlendirme amaçları için çok uygun özellikler taşıyan absorban malzeme “zeolite” olarak adlandırılan minerallerdir. Zeolitler, çok küçük gözeneklerden oluşmuş bir yapıya sahiptir ve bu gözenekler kendi aralarında çapları 4-10 Å arasında değişen açıklıklarla bağlıdır. Buharlaştırma ısısı diğer soğutucu akışkanlara göre çok yüksek olan su buharı, zeolitli adsorbsiyonlu çevrimler için en yüksek etkinliği sağlamak ve en az zeolit miktarını kullanmak açısından en uygun soğutucu akışkan niteliğini taşımaktadır

Güneş enerjisi yardımıyla soğutmada adsorbsiyonlu sistemlerinin kullanımı, Tchernev'in zeolitli sistemler üzerinde çalışmasıyla başlamıştır (Boubakri, 2003).

Bu tür sistemlerde çoğu zaman soğutucu akışkan olarak genellikle su ve katı absorban olarak silika jel, zeolitler, aktifleştirilmiş karbon kullanılmaktadır (Leitica, 2000). Güneş enerjisi yardımıyla soğutma için önerilen adsorbsiyonlu soğutma sistemlerinin bir çoğu kesintili çalışmaktadır. Sürekli çalışan ve iki adsorpsiyon ünitesine sahip bir sistem Şekil 2.3’de gösterilmiştir (Mande vd., 2000). Günümüzde ticari olarak satılan sistemlerde absorban olarak silika jel kullanılmaktadır (Syed, 2001). Adsorbsiyonlu soğutma sistemleri Japon firmaları tarafından ticari olarak üretilmekte olup, kapasiteleri genellikle 50 kW’tan büyüktür (Henning, 2001).

Adsorbsiyonlu sistemlerin çalıştırılması için gerekli ısı enerjisinin sıcaklığı 60-90 °C arasında olup soğutma etkinlikleri 0.3 ile 0.7 arasında değişir (Henning, 2001). Adsorbsiyonlu sistemlerin soğutma etkinlik katsayıları bütün güneş enerjili soğutma çevrimleri içerisinde en düşüktür (Syed, 2001). Adsorbsiyonlu soğutma sistemlerinin çalıştırılması için gerekli sıcaklıklar düzlemsel veya vakum tüplü güneş kolektörleri ile temin edilebilir.



Şekil 2.3 İki adsorpsiyon üniteseli soğutma çevrimi (Yılmaz, 2003)

Son yıllarda temeli adsorbsiyonlu soğutma prensibine dayanan ve güneş enerjisiyle buz üretimini hedefleyen bir çok alternatif çevrim önerilmiştir (Boubakri, 2003; Wang;1998, 2000, 2002).

Adsorbsiyonlu soğutma sistemlerinin avantaj ve dezavantajları (Anyanwu, 2003) tarafından tartışılmıştır.

2.2.2 Desikant (Katı Soğurmalı) Soğutma Sistemleri

Açık çevrimler, buharlaştırarak soğutma prensibinden faydalanırlar ve soğuk su üretmek yerine iklimlendirme havasını şartlandırırılar. Buharlaştırarak soğutma eski çağlardan beri bilinmekte olup, iklimlendirilecek ortama gönderilen dış havanın nemlendirilmesiyle elde edilen soğutma sadece dış hava neminin düşük olduğu bölgelerde etkili olabilmektedir. Dış hava neminin yüksek olduğu bölgelerde buharlaştırarak soğutmanın uygulanabilmesi için (buharlaşma yoluyla soğutma etkisinin artırılabilmesi) önce dış hava içindeki nemin azaltılması gerekmektedir. Nem alma işlemi için çeşitli sıvı veya katı nem alıcılar kullanılmaktadır. Havanın önce neminin alınıp, sonra da su ile nemlendirilerek soğutulması işlemlerine desikant soğutma denilmektedir (Yılmaz vd., 1998; Büyükalaca vd., 1999).

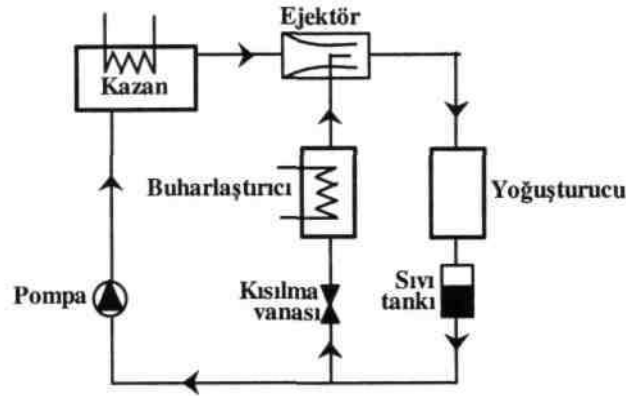
Güneş enerjisiyle soğutma proseslerinde genellikle katı soğurucular kullanılmaktadır. Katı nem alıcılar genellikle taşıyıcı bir madde ile bu madde üzerine tutturulan nem alıcıdan oluşur. Katı taşıyıcı madde genellikle alüminyum folye, plastik folye ve selüloz kağıdından yapılırken, nem alıcı olarak suda çözünen higroskopik tuzlar (LiBr, CaCl₂, MgCl₂ gibi), silika-jel, moleküler elekler, higroskopik metal oksitler (Al₂O₃ gibi) ve higroskopik plastik folyeler kullanılmaktadır.

Taşıyıcı ve nem alıcı genellikle döner bir teker halinde imal edilmektedirler. Günümüzde döner rejeneratörler ABD, Japonya, Almanya ve İsviçre kökenli bazı firmalar tarafından bir paket halinde veya sistemi oluşturan elemanlar üniteler halinde ayrı ayrı ticari olarak satılmaktadır (Henning,2001).

Bu tür sistemlerde ısı enerjisi nem alıcı absorbanın nemini uzaklaştırmak (rejenerasyon) için gereklidir ve bu enerji güneş kolektörleri tarafından üretilebilir. Nemli hava içerisindeki su buharının kısmi basıncı absorbanın içindekinden fazla olunca, havadan bu maddeye nem geçişi olur ve böylece havanın nemi azalır. Absorbanının ısıtılmasıyla da, absorbandan nemi uzaklaştırarak (rejenerasyon) absorbanı eski haline getirmek mümkündür. Rejenerasyon için gerekli ısı enerjisinin sıcaklığı 45-95 °C arasındadır ve bu enerji genellikle havalı güneş

2.2.4 Diğer Güneş Enerjili Soğutma Sistemleri

Diğer bir güneş enerjisi destekli soğutma sistemi buhar-jet soğutma sistemleridir. Klasik buhar-sıkıştırılmalı soğutma çevriminde bulunan yoğuşturucu, kısılma vanası ve buharlaştırıcı mevcuttur. Mekanik kompresörün yerini ise ejektör kompresör almıştır (Şekil 2.6). Kazanda soğutucu akışkana ısı enerji ilave edilmesinden dolayı yüksek basınç ve sıcaklıkta soğutucu akışkan buharlaşır. Buhar, ejektörün lülesinden geçerken hızı artar ve basıncı düşer. Böylece buharlaştırıcı için gerekli düşük basınç oluşturulur (Yılmaz, 2003). Ejektörlü soğutma sistemi ise ekonomik nedenler ve düşük buharlaştırıcı sıcaklıklarının sağlanamamasından dolayı diğerlerine göre daha az avantajlı olmaktadır. Termoelektrik soğutma sistemlerinde kullanılan güneş enerjisi hücrelerinin aşırı derecede pahalı olması nedeniyle bugün için kullanımı düşünülmemektedir. Ancak uzak veya ulaşılamaz yerlerde kullanımı yinede bir çözüm sayılmaktadır (Kuzgun, 1997).



Şekil 2.6 Buhar-jet soğutma sisteminin çalışma prensibi

2.3 Termodinamik Esaslar

Tersinir çevrimlere gerçek uygulamalarda rastlanmaz, çünkü gerçek hal değişimlerinde tersinmezlikler yok edilemez. Fakat tersinir bir çevrimin verimi, gerçek çevrimin ulaşabileceği en yüksek verimi belirler. Tersinir çevrimlere dayalı ısı ve soğutma makineleri gerçek ısı ve soğutma makinelerinin karşılaştırıldığı modeller oluştururlar. Tersinir çevrimler aynı zamanda gerçek çevrimlerin geliştirilmesi aşamasında başlangıç noktaları oluştururlar. En çok bilinen tersinir çevrim, 1824 yılında Fransız mühendis ve bilim adamı Sadi Carnot tarafından ortaya atılan Carnot çevrimidir. Carnot çevrimi, tüm tersinir bir çevrim olduğundan onu oluşturan tüm hal değişimleri ters yönde gerçekleştirilebilir. Bu yapıldığı

zaman elde edilen çevrime Carnot soğutma çevrimi adı verilir. Düşük sıcaklıktaki ısı enerji deposundan Q_L miktarında ısı alınmakta, yüksek sıcaklıktaki ısı enerji deposuna Q_H miktarında ısı verilmektedir. Bu çevrimi gerçekleştirmek için ayrıca sistem üzerinde $W_{net,giren}$ miktarında iş yapılmaktadır. Ters Carnot çevrimine göre çalışan bir soğutma makinasının soğutma etkinlik katsayısı,

$$COP_{SM} = \frac{1}{Q_H / Q_L - 1} \quad (2.1)$$

olarak ifade edilmektedir. Ayrıca tersinir bir soğutma makinesinin , soğutma etkinlik katsayısı, tersinir makinenin ısı alışverişiyle ısı enerji depolarının mutlak sıcaklıkları arasında bağ kuran,

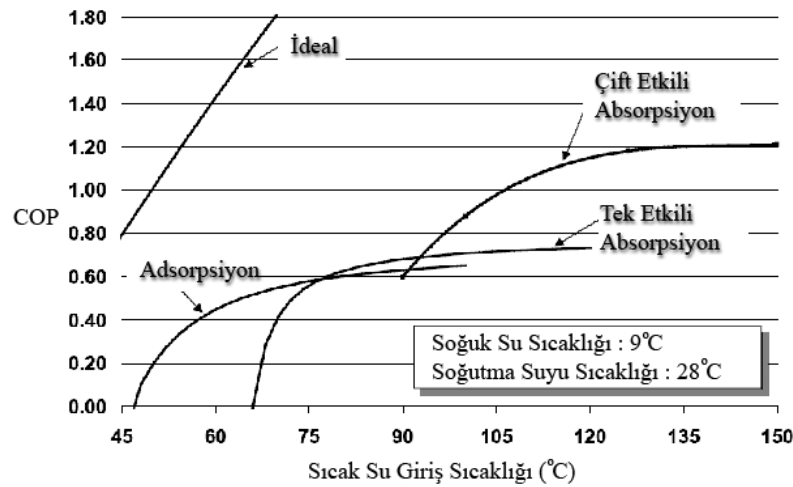
$$\left(\frac{Q_H}{Q_L} \right)_{ir} = \frac{T_H}{T_L} \quad (2.2)$$

denklemini kullanarak,

$$COP_{SM} = \frac{1}{T_H / T_L - 1} \quad (2.3)$$

şeklinde de ifade edilmektedir. (Çengel ve Boles, 1994)

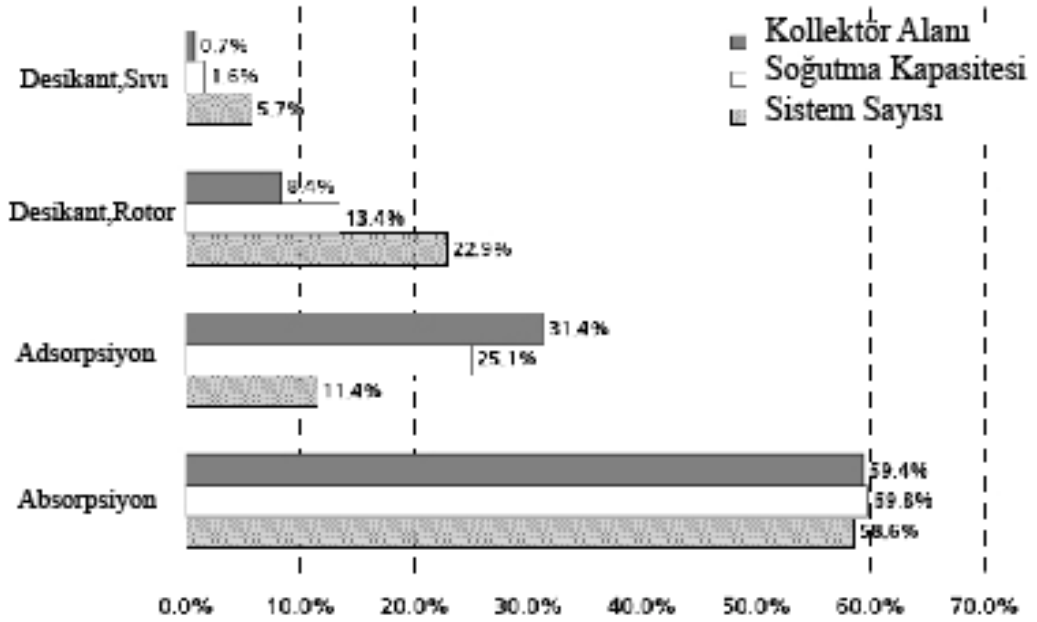
Güneş enerjisi destekli sistemlerin ters Carnot çevrimi prensiplerine göre çalışan ideal bir soğutma makinesi ile karşılaştırılması Şekil 2.7’de verilmiştir.



Şekil 2.7 İdeal COP değeri ile piyasadaki sistemlerin COP değerlerinin karşılaştırılması (Henning, 2005)

2.4 Güneş Enerjisi ile Soğutma Sistemlerinin Avrupa'daki Uygulamaları

Güneş kolektörleri ile sağlanan ısı ile çalışan soğutma sistemleri ile ilgili yapılan bir araştırmada, 2004 yılına kadar 70 adet sistemin kurulduğu ve bu uygulamaların birçoğunun Almanya ve İspanya'da olduğu görülmüştür. Kurulmuş olan tüm bu sistemlerin toplam soğutma kapasitesi 6.3 MW ve toplam kolektör alanı büyüklüğü 17500 m²'dir. Bu sistemlerin hangi tipte bir soğutma sistemini içerdiği Şekil 2.8'de ayrıntılı olarak görülmektedir ve en büyük oranda (%59) absorpsiyonlu çillerin tercih edilmektedir (Henning, 2005).



Şekil 2.8 Avrupada kurulmuş olan sistemlerin dağılımı (Henning, 2005)

Yapılan bu uygulamalardaki kullanılan kolektör alanları kullanılan farklı teknolojiler bazında incelenecek olursa, 1 kW soğutma yükü için kurulan kolektör alanı absorpsiyonlu çiller için 2.72 m² / kW, adsorpsiyonlu çiller için ise 3.49 m² / kW olduğu görülmüştür. Ancak bu rakamlar belirlenirken, kolektör alanı kimi zaman absorber alanı kimi zaman ise uygulanan yüzey alanı kiminde ise kolektör üst yüzey alanı olarak alınmıştır. Ayrıca sistemler yalnızca soğutma amaçlı kurulmamış olsa da sadece soğutma amaçlı gibi düşünülmektedir. Bu yüzden bu sayılar yalnızca bir tespit olarak ele alınmalı, sistemlere yön vermemelidir (Henning, 2005).

SACE (Solar air-conditioning in Europe) kapsamında yapılan uygulamalar da COP değeri NH₃ – su çifti kullanan absorpsiyonlu sistemler için ortalama 0.60, LiBr – Su kullanan sistemler için ise 0.63' dür. Bu sistemlerin bir çoğu 97 °C 'nin altındaki düzlemsel tip

kolektörler ile çalıştırılmaktadır. Düzlemsel tip kolektörler tüm SACE uygulamalarının % 63'ünü kapsamakta olup, % 21 kullanım oranıyla vakum borulu kolektörler ikinci tercih sebebi olmaktadır. Güneş enerjisi ile soğutma için, ortalama güneş kolektörü alanı ihtiyacı $3.6 \text{ m}^2 / \text{kW}$ olmakla beraber sistemden sisteme farklılık göstermekte ve 0.5 'den $5.5 \text{ m}^2 / \text{kW}$ kadar geniş bir aralıkta değişebilmektedir. Absorpsiyonlu veya adsorpsiyonlu sistemler genellikle $2 \text{ m}^2 / \text{kW}$ 'dan fazla $5 \text{ m}^2 / \text{kW}$ 'dan az düzlemsel tip kolektör alanına ihtiyaç duymaktadırlar. $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ solüsyonu kullanıldığı takdirde LiBr-su akışkan çiftine oranla daha fazla güneş kolektörüne gereksinim duyulmaktadır ve bunun sonucunda yatırım maliyetleri de artmaktadır (Balaras vd., 2005).

Güneş enerjisi sisteminde, besleme sıcaklığı 60 ile 90°C arasında ise, Türkiye'de de yaygın olarak kullanılan düzlemsel güneş kolektörleri kullanılabilir. Seçici yüzeyli düzlemsel güneş kolektörleri ile besleme sıcaklığı 120°C 'lere kadar çıkabilir. Hareketsiz vakum borulu kolektörlerin kullanılması halinde ise, sistemin besleme sıcaklığı 73 ile 97°C arasında olacaktır. Ayrıca parabolik odaklayıcı kolektörler (CPC) ile bu sıcaklık değeri 165°C 'lere ulaşabilmektedir.

Avrupa'da ki uygulamalardan geliştirilme aşamasında en fazla yatırım ve işletme maliyetine sahip sistem, düşük soğutma kapasitesine sahip amonyak-su ile çalışan absorpsiyonlu soğutma cihazı (10 kW) ile güneşin konumuna bağlı olarak yön değiştiren odaklayıcı kolektörlerin kullanıldığı sistem olmuştur (8420 Euro/kW) . Yüksek soğutma kapasitesine sahip (700 kW) absorpsiyonlu soğutma cihazı ile düzlemsel kolektörler tercih edildiğinde ise en düşük maliyetli sistem meydana getirilebilmiştir (1286 Euro/kW) (Balaras vd., 2005).

2.4.1 Güneş Enerjisi Destekli Absorpsiyonlu Soğutma Uygulamaları

1991 yılında Güney Fransa'daki şarap mahzenine güneş enerjisi destekli soğutma sistemi kurulmuştur ve o tarihten beri planlandığı gibi sorunsuz çalışmaktadır. Bu sistemde güneş kolektörleri ile enerjinin depolanması, düşük sıcaklıkta soğuk su üretilmesi, mahallin soğutulması amaçlanmaktadır.

Şarap depolama kapasitesi üç milyon şişe şarap olan mahzenin iki katı yer altında olup toprak temaslı dış duvara sahiptir. Toplam üç katlı olan binanın birinci katı ise güneş ışınlarına maruz kalmaktadır ve ısı kazançları diğer iki kata göre oldukça fazladır. Şarap mahzeni toplamda 3500 m^2 yüzey alanına sahiptir. Yapılan ölçümler sonucu sistemin performans katsayısı 0.57 olarak belirlenmiştir. Gereksinimler doğrultusunda kurulan soğutma tesisinin

içerdiği ekipmanlar şunlardır;

- Vakum borulu güneş kolektörlerinin absorber yüzey 130 m^2 olup Giordino markası tarafından üretilmiştir ve güney-güneydoğu yönünde eğim açısı 15 derece olacak şekilde çatıya kurulmuştur.
- Yazaki marka WFC 15 absorpsiyonlu soğutma grubu tercih edilmiştir.
- Sisteme ek olarak 1000 lt kapasiteli depolama tankı konulmuştur.
- Açık çevrimli soğutma kulesi 180 kW soğutma kapasitesindedir ve binanın kuzey cephesine yerleştirilmiştir.
- Soğutulmuş su depolama tankı mevcuttur ve soğutulan su, $25000 \text{ m}^3/\text{h}$ kapasiteli santrifüj fanlı 3 tane merkezi havalandırma, iklimlendirme ünitelerine gönderilir.

Yunanistan'ın güneyinde turistik bir yer olan Crete ilçesinde bulunan Rethimno tatil köyü, yazın ve kışın yüksek doluluk oranına sahip bir oteldir. Bu sebeple uygulanan sistem hem ısıtmaya yönelik hem de soğutmaya yönelik dizayn edilmiştir. 2001 yılında kurulan sisteme ait teknik bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

- Absorpsiyonlu soğutma sistemi tercih edilmiştir. Soğutma kapasitesi 105 kW olup soğutulan mahal 3000 m^2 yüzey alanına sahiptir.
- Kullanılan düzlemsel kolektörlerin Brüt yüzey alanı 448 m^2 olup, otelin soğutulması amacıyla kurulan sistem ayrıca yüzme havuzlarının ısıtılmasında da kullanılmaktadır.
- Soğutulmuş su sıcaklığı $8-10 \text{ }^\circ\text{C}$ aralığında olacak şekilde sistem çalıştırılmaktadır ve soğutma etkinlik katsayısı ortalama 0.60 olarak belirlenmiştir. Güneşin yetersiz olduğu ya da bulutlanmanın görüldüğü zaman dilimlerinde 600 kW kapasiteli gaz yakıtlı kazan ile sisteme sıcak su sağlanmaktadır.

1987 yılında Hong Kong yakınlarındaki Shenzen'de tek etkili absorpsiyonlu soğutma grubu içeren sistem ($113^\circ 17'$ batı boylamı, $22^\circ 23'$ kuzey enlemi) hayata geçirilmiştir. Aylık kolektör veriminin yaklaşık %30 olması ile çiller, aylık SEK 0.5 değerine ulaşabilmektedir. 80 m^2 olan misafir odalarını yazın soğutmak ve diğer zamanlarda otele sıcak su sağlanmak amaçlı kurulmuştur. Sistemde her biri 5 m^3 hacime sahip sıcak ve soğuk su deposu vardır ve Yazaki marka her biri 7 kW soğutma kapasitesine sahip tek etkili absorpsiyonlu çiller kullanılmıştır.

2003 yılına kurulan sistemle, 10000 m^2 alana sahip iki katlı Zara ofis ve dükkan binasının soğutulması, ortam sıcaklığı sensörlerle sabit $23 \text{ }^\circ\text{C}$ olacak şekilde dört borulu fan-coiller yardımıyla yapılmaktadır. Bina sabah 08.00 ile akşam 10:00 pm 'e kadar çalışmaktadır ve her iki katta ortalama toplam 500 kişi bulunmaktadır. Toplam soğutma yükü 170 kW olarak

belirlenmiştir. Elektrikli soğutucu ile 7/12 °C soğuk su , elektrikli ısı pompası ile de 55 °C sıcak su elde edilmektedir. Kurulan güneş enerjisi sistemi ile ısıtılan suyun ısısı 2 adet 30000 litre kapasiteli tankta depolanmaktadır. Eğer tankın sıcaklığı 55 °C'nin üzerine çıkarsa ısı pompası devreden çıkarılır ve sıcak su hattına su bu sistemden sağlanır. Yazın ise sıcak su ihtiyacı azaldığından, birikmiş su 80 °C sıcaklığına ulaştığında devreye absorpsiyonlu soğutma sistemi girer ve böylece elektrikli soğutucu daha az çalıştırılır. Kurulu sistemde seçici yüzeyli düzlemsel brüt kolektör alanı 1632 m²'dir ve yılda 565060 kWh enerji tasarrufu yapılmaktadır.

2004 yılında yapılan ve fabrikanın soğutma ihtiyacını karşılayacak olan uygulama İtalya'nın endüstriyel bölgelerinden biri olan Trento'da yer almaktadır. Tek etkili LiBr/su akışkan çiftini kullanan absorpsiyonlu çiller kullanılmıştır. Güney yönüne bakan eğim açısı 30 derece olacak şekilde yerleştirilen güneş kolektörleri kışın 45 °C, yazın ise 90° C'de kullanım suyu sağlayabilmektedir. Güneş kolektörleri ile 145 kW ısı güç üretilmektedir ve cihazın soğutma kapasitesi 108 kW olmaktadır. Maksimum soğutma yükü 170 kW olan binanın bulutlu havalarda soğutma yükü 120 kW'a kadar düşmektedir. Güneşin yeterli olmadığı zamanlarda ise 120 kW kapasiteli kompresörlü soğutma sistemi kullanılmaktadır.

2.4.2 Adsorpsiyonlu Soğutma Sistemi ile Kozmetik Fabrikasının Soğutulması

1999 yılında kozmetik fabrikasının depolama tesisine ait soğutma yapılmaktadır. Şekil 2.14'de görüldüğü üzere brüt kolektör alanı 2700 m² olup dünya üzerindeki en büyük sistemlerden biridir.

- Her biri 350 kW soğutma gücüne sahip 2 adsorpsiyon soğutma sistemi kullanılmıştır.
- Güneş kolektörlerinden 70-75 °C sıcaklığında sağlanan sıcak su ile çalıştırılan soğutma sisteminin soğutma etkinliği katsayısı 0.6 civarındadır.
- Pik yükleri karşılamak için sisteme ilave olarak 350 kW güce sahip 3 adet mekanik sıkıştırımlı soğutma sistemi kullanılmıştır.
- Ayrıca kışın seçici yüzeyli düzlemsel kolektörler yardımıyla 55 °C sıcaklığında su elde edilmektedir.
- Atina'ya 50 km uzaklıkta Viatio'da yer almaktadır.

2.4.3 Desikant (Katı Soğurmalı) Soğutma Sistemi İle Ofisin Soğutulması

2001 yılında Freiburg'da hayata geçirilmiştir. Uygulama, ofisteki 2 adet toplantı salonuna yöneliktir ve sistemin genel özellikleri şunlardır;

- 65 m² ve 148 m² olmak alana sahip biri küçük biri büyük iki toplantı odası bulunmaktadır. Kurulan sistem ile 60 kW yaz aylarında soğutma yüküne sahip toplantı salonlarının soğutulması ve kış aylarında ısıtılması amaçlanmaktadır. Odaların toplam hacmi yaklaşık 850 m³'tür.
- Desikant soğutma sisteminin hava debisi 2500 m³/h'den 10200 m³/h'e kadar değişebilmektedir.
- Geri dönüşüm ve depolama sistemleri içermemektedir.
- Brüt kolektör alanı 100 m² olup düzlemsel hava kolektörleri kullanılmıştır.
- Ekonomiklikte göz önüne alınarak, kolektörler çatıya paralel olarak 15° açıyla yerleştirilmiştir. (Climasol, 2004)



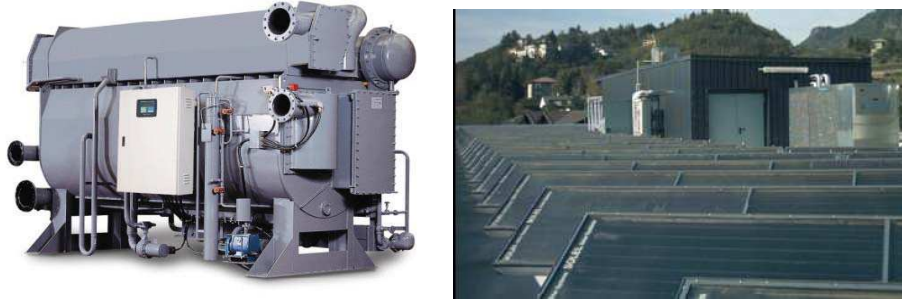
Şekil 2. 9 Fransa'daki şarap mahzeninin ve kurulu güneş enerjisi sisteminin görünüşü



Şekil 2.10 Yunanistan'daki Rethimno tatil köyüne kurulan güneş enerjisi sistemi



Şekil 2.11 İspanya’da Zara ofis ve dükkanına kurulan GEDAS sisteminin görünüşü



Şekil 2.12 İtalya’da kurulan güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sistemi



Şekil 2.13 Almanya’da ofise kurulan güneş enerjisi destekli desikant soğutma sistemi



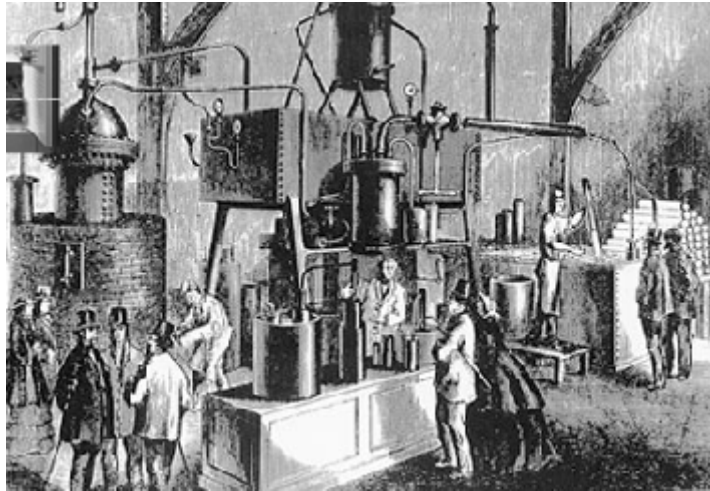
Şekil 2.14 Yunanistan’da kozmetik fabrikasına kurulan güneş enerjisi destekli adsorpsiyonlu soğutma sistemi

3. ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİ

Dünya genelinde süre gelen küresel ısınma ile ülkemizin de birçok ilinde hissedilir ölçüde dış hava kuru termometre sıcaklıkların değiştiği görülmektedir. Yüksek işletim maliyetlerine bağlı olarak, günümüzde soğutma yapmak için elektrige ihtiyaç duyan sistemlere alternatif olarak absorpsiyonlu soğutma sistemleri önem kazanmaktadır.

3.1 Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin Tarihçesi

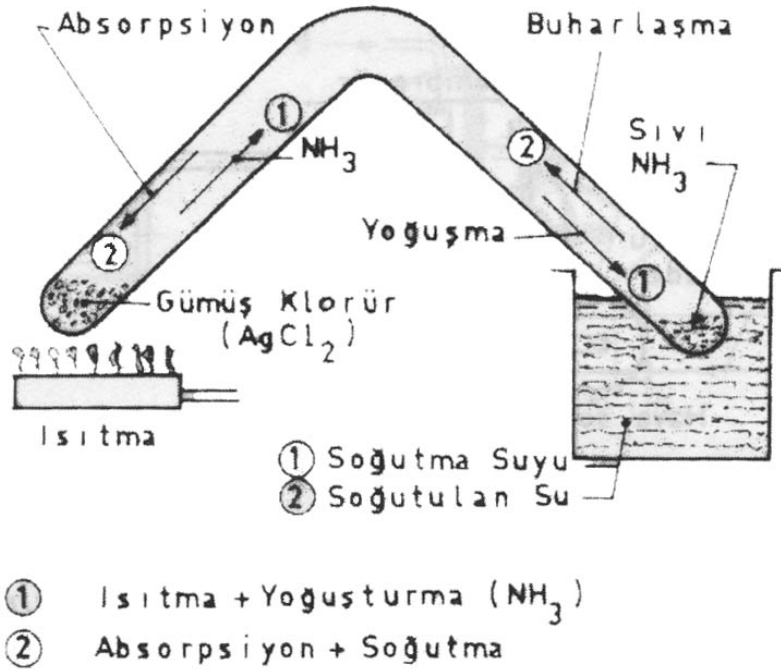
İlk defa Michael Faraday tarafından bir asırdan fazla bir zaman önce, Amonyagi (NH_3) yoğurtma denemeleri sırasında keşfedilen absorpsiyon prensibi, daha sonra bir soğutma çevrimi olarak uygulanıp bundan yararlanılmaya başlanmıştır (Özko, 1999). 1859 yılında Ferdinand Carre tarafından absorpsiyonlu soğutma makinalarının patenti alınmıştır. Şekil 3.1'de Ferdinand Carre'nin icat etmiş olduğu sürekli çalışan ilk NH_3 – su ile çalışan absorpsiyonlu soğutma makinesi görülmektedir. Eriyik devreli buhar sıkıştırma çevrimi adıyla da anılan bu soğutma çevrimi 100 yılı aşkın bir süreden beri bilinmektedir. 1913 yılında Altenkirch geliştirdiği absorpsiyonlu soğutma sisteminde, mevcut tek etkili soğutma sistemlerin etkinliği arttırmaya yönelik absorber ile generatör arasında bir ısı değıştiricisi kullanmıştır (Phillips ve Zawacki, 1998). 1970 yılında absorpsiyonlu makinalar Amerika'ya gelmiş ve 1975-1983 yılları arasında absorpsiyonlu cihaz satış ve kullanımı oldukça artmıştır (Emanet, 2000).



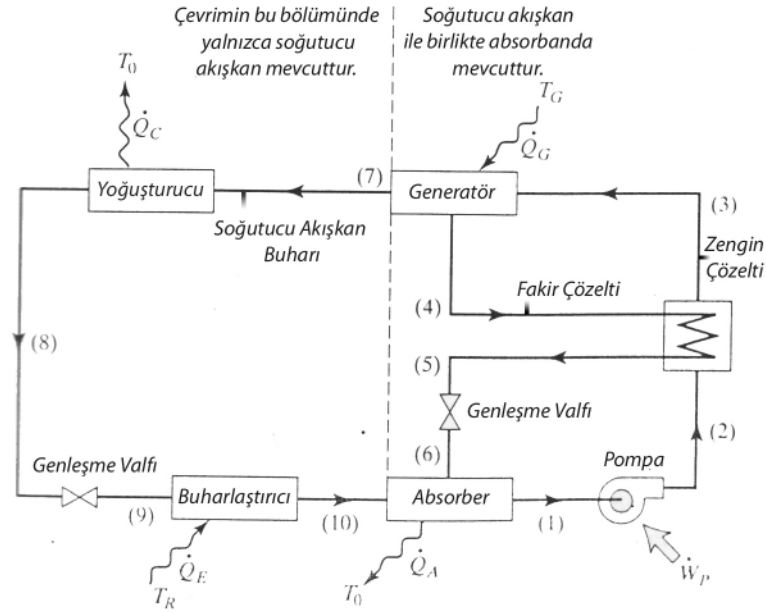
Şekil 3.1 Ferdinand Carre'nin absorpsiyonlu soğutma makinesi (Wissen, 1859)

3.2 Absorpsiyon Prensibi

Faraday'ın aşağıda gösterilen deney cihazı, absorpsiyon soğutma çevriminin kavranması bakımından ilginçtir. Deneyin birinci kısmında (1) amonyağa karşı aşırı bir emiciliği olan, amonyakla doyurulmuş gümüş klorür ısıtılırken deney tüpünün karşı ucu soğutma suyuna daldırılmış vaziyette tutulur. Kısa süre sonra, deney tüpünün soğutulan ucunda amonyağın yoğunlaşarak birikmeye başladığı görülür. Isıtılan uçtan amonyak tamamıyla soğutulan uca geçip sıvı halde toplandıktan sonra deneyin ikinci kısmına geçilir. Isıtma işlemi durdurulup soğutma suyu alınır. Çok kısa bir süre içerisinde, deney tüpünün soğutulan ucunda yoğunlaşmış olan sıvı amonyağın kaynamaya başladığı ve tüpün bu kısmının aşırı derecede soğuduğu görülür. Bu olay, sıvı amonyak tamamen buharlaşıp gümüş klorür tarafına taşınmaya kadar sürer. Deney tekrarlandığında aynı olayların tekrar oluştuğu görülür. Burada, Gümüş Klorür absorban madde, amonyak da soğutucu akışkan madde rolünü oynamaktadır (Özkoç, 1999).



Şekil 3.2 Faraday'ın Absorpsiyon Prensibi (Özkoç, 1999)



Şekil 3.4 Absorpsiyonlu soğutma sisteminin şematik gösterimi (Thomas, 1998)

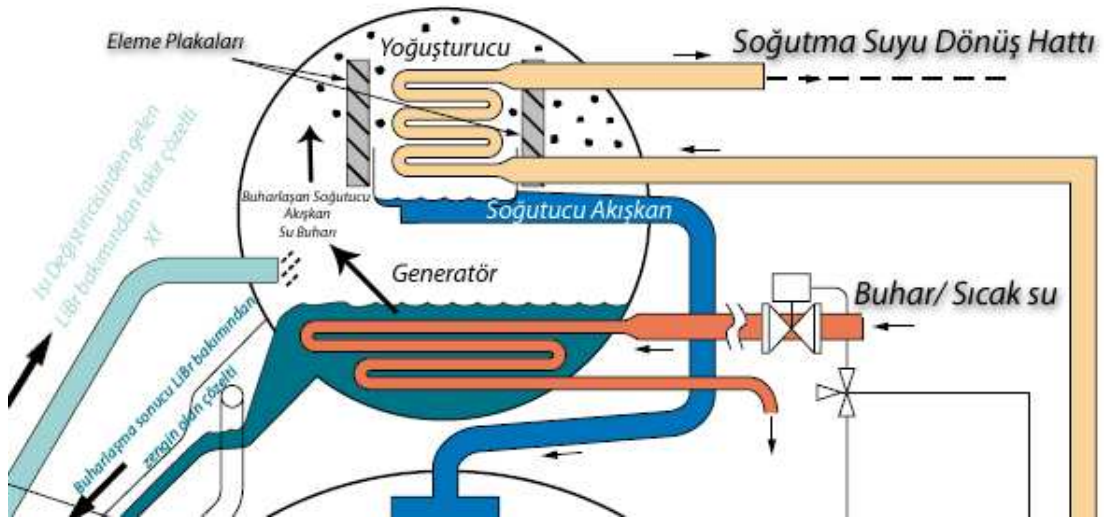
3.3.1 Tek Etkili LiBr/Su ile Çalışan Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin İncelenmesi

Bu çalışma boyunca ekonomiklik analizi yapılmış olan absorpsiyonlu soğutma sistemleri, LiBr / Su akışkan çiftini kullanan tek etkili cihazlardır. Absorpsiyonlu soğutma çevrimi, buhar sıkıştırımlı soğutma çevrimine oldukça benzerdir. Soğutma yükü, soğutucu akışkanın buharlaştırıcıda buharlaşmasıyla karşılanır. Buhar sıkıştırımlı çevrimdeki mekanik işlemin yerini, absorpsiyonlu soğutma sisteminde, fiziko-kimyasal işlemler almıştır (Yiğit, 1990). Kompresörün işini yapan bu ekipmanların her biri tek tek incelenerek çalışma prensibi aşağıda açıklanmıştır.

Sistemi oluşturan komponentler ve açıklamaları ;

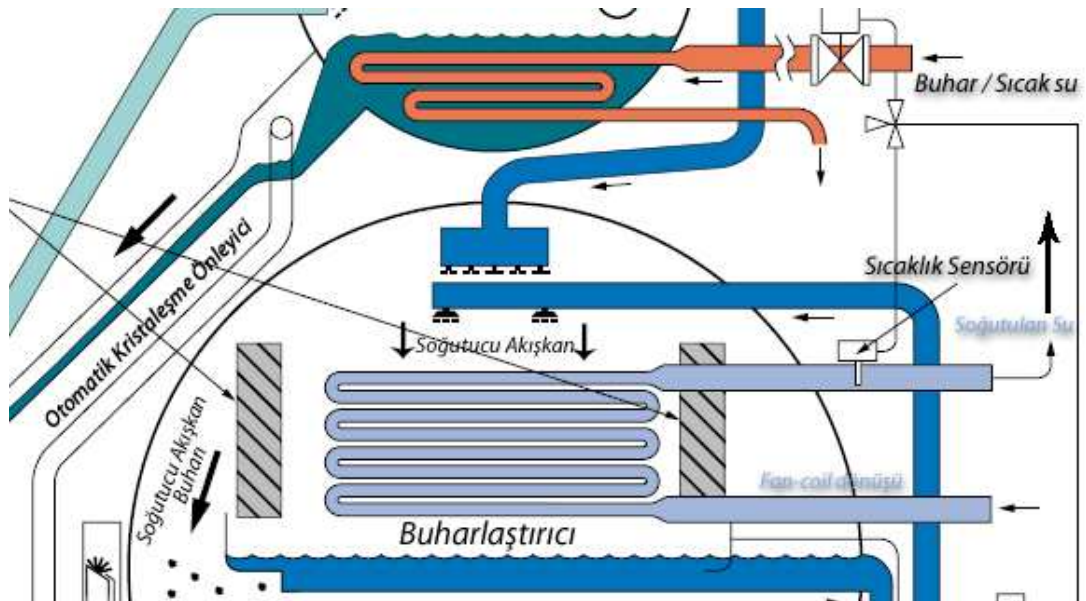
- a) Çözelti Pompası :** LiBr bakımından fakir çözelti , absorber gövdesinin en altında toplanır. Buradan hermetik bir çözelti pompası ile soğutucu akışkan-absorban çözeltisi gövde-boru tipi bir ısı değiştiricisine gönderilir ve ön ısıtmaya tabi tutulur (Şekil 3.5).

yoğuşturucuda boruların içerisinde dolaştırılarak ısı çekilir. Yoğuşan soğutucu akışkan ise yoğuşturucunun en alt kısmında toplanır. (Şekil 3.7)



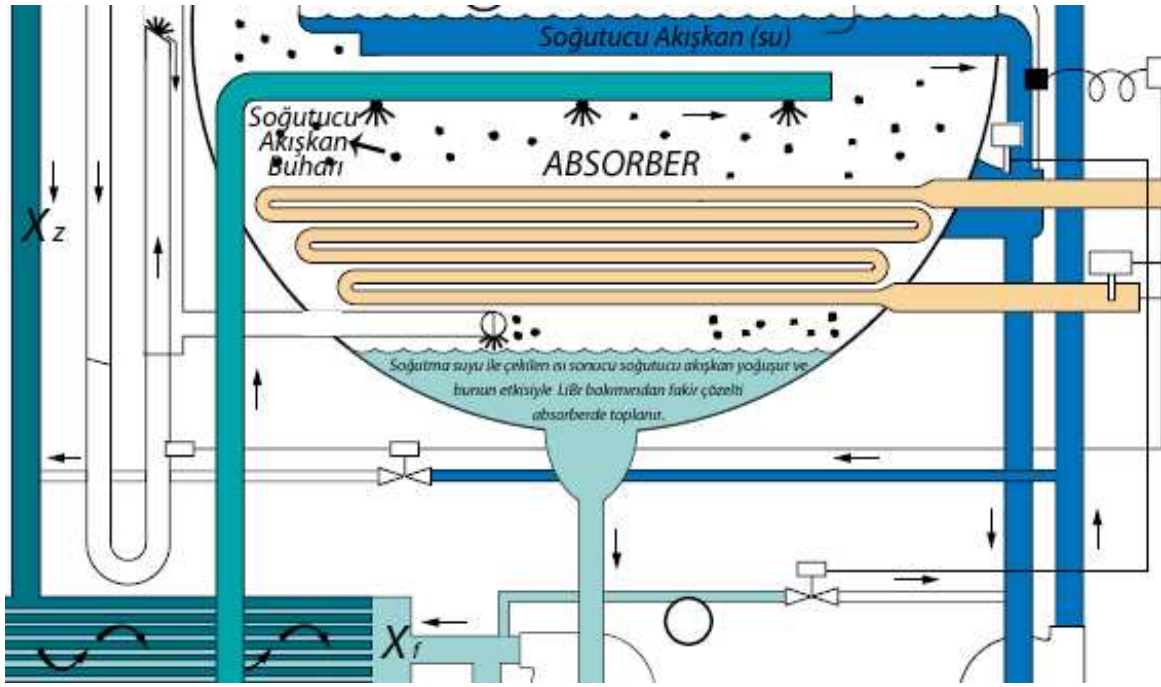
Şekil 3.7 Yoğuşturucunun ayrıntılı görünüşü (York Millennium Absorpsiyonlu Çiller)

d) Buharlaştırıcı : Yoğuşturucudan tamamen yoğuşmuş olarak çıkan soğutucu akışkan, izafi olarak düşük basınçta çalışan buharlaştırıcıya girmeden evvel bir kısılma vanasından geçirilir. Buharlaştırıcıda ki boru demetlerinin üzerine püskürtülerek gerçekleştirilen bu kısılma sonucunda soğutucu akışkanın basıncı düşer. Evaporasyon basıncında soğutucu akışkan sıvı fazdan , gaz fazına geçer ve böylece soğutma gerçekleştirilir.



Şekil 3.8 Buharlaştırıcının ayrıntılı görünüşü (York Millennium Absorpsiyonlu Çiller)

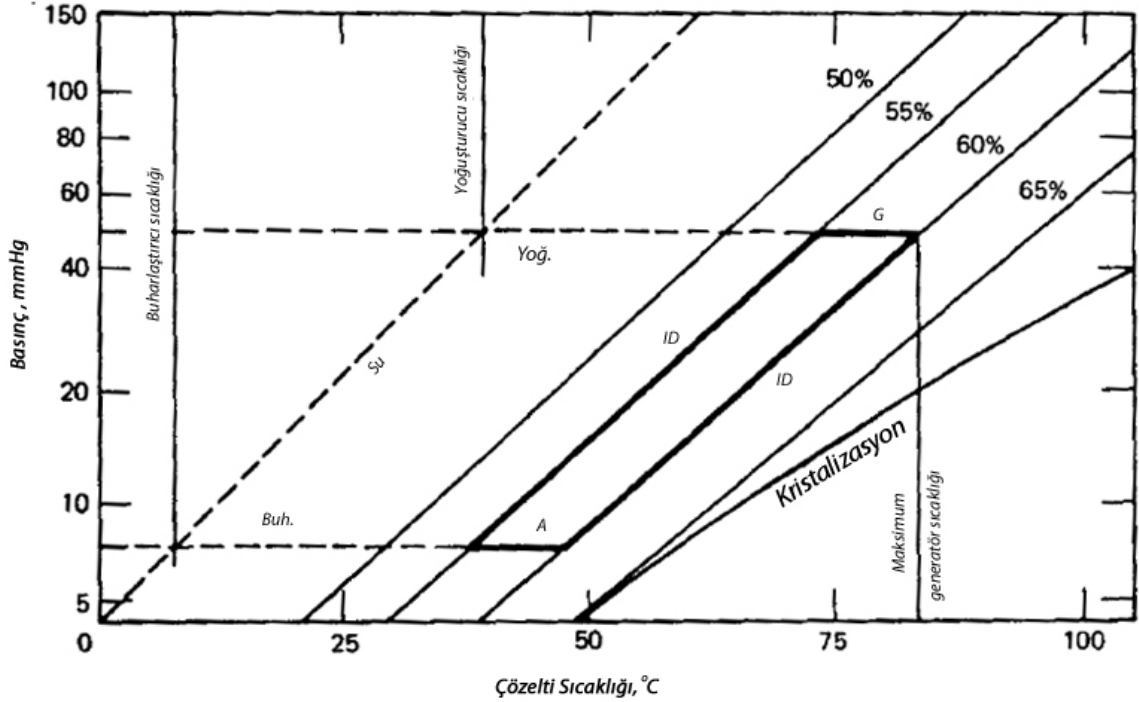
e) **Absorber** : Generatörün alt kısmından alınan ve çözelti ısı değiştiricisinden geçirilen LiBr bakımından zengin çözelti , püskürtülerek absorbere verilir. Buharlaştırıcıdan gelen su buharı, püskürtülen LiBr çözeltisi tarafından absorbe edilir. Sistemin buharlaştırıcısında oluşturulan soğutucu akışkan buharı , absorberdeki daha düşük basınçtan dolayı absorbere akar. Soğutucu akışkan buharının absorbe edilmesi esnasında ısı açığa çıkar ve bu ısı soğutma suyu ile sistemden dışarı atılmalıdır.



Şekil 3.9 Absorberin ayrıntılı görünüşü (York Millennium Absorpsiyonlu Çiller)

3.3.2 Basınç-Sıcaklık-Konsantrasyon Dengesi

Çoğu deneyde kullanılan absorpsiyonlu soğutucular, absorber ve yoğuşturucunun su soğutmali olduğu LiBr/H₂O makinalarıdır. LiBr ve su için basınç, sıcaklık, konsantrasyon denge diyagramı Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Yoğuşturucu ve generatör basınçları, kondenserde dolaşan soğutma suyuna bağlı olarak, buharlaştırıcı ve absorber basınçları ise, absorbere gönderilen soğutma suyu ile sabitlenmektedir. Şekil 3.10 'da çevrime ilişkin çizgiler, Şekil 3.11'deki harflerle tanımlanmıştır ve absorpsiyonlu soğutma sisteminin komponentlerindeki meydana gelen prosesleri göstermektedir.



Şekil 3.10 LiBr/H₂O kullanan soğutma sisteminin basınç-sıcaklık-konsantrasyon dengesi diyagramında ideal çevriminin gösterimi (Duffie ve Beckman, 1991)

Kaynatma prosesi sonucu, çözeltinin denge sıcaklığı 72 °C'den 80 °C'ye artarken, kondenzasyon basıncında çözelti konsantrasyonu %55'den %60'a artar. Evaporasyon basıncında absorberde çözelti konsantrasyonu %60'dan tekrar %55'e gerilerken, çözelti sıcaklığı da 48°C'den 38°C'ye düşer. Gerçek çevrimde, çözelti ısı değiştiricisinin etkinliğine bağlı olarak bir miktar duyulur ısının generator ve absorberde transferi söz konusu olmaktadır ve böylece generatorde basınç değişimleri olmaktadır.

Generatordeki maksimum çözelti sıcaklığının generator çıkışında ulaştığı değer Şekil 3.10'da gösterilmiştir ve kondenzasyon basıncına ve generator çıkışındaki çözeltinin sahip olduğu konsantrasyona bağlı olarak değişmektedir. Isı kaynağından generatöre gelen su/su buharının sıcaklığı bu sıcaklığın üzerinde olmak zorundadır (Duffie ve Beckman, 1991).

zerrecikleri sistemin soğutma kapasitesini düşüreceğinden, generatör çıkışında saf amonyak buharı elde etmek için sisteme retriifikasyon kolonu ilave edilmiştir. Rektifikasyon sonucu oldukça büyük oranda saflaşan amonyak buharı içinde yinede az da olsa su buharı mevcuttur. Amonyagın sudan tamamen ayrılmasını sağlamak için retriifikasyon kolonunun hemen üzerinde yer alan analizerde, soğutma kulesinden temin edilen soğutma suyu vasıtası ile yapılan soğutma neticesinde rektifikasyon kolonunu terk eden amonyak buharı içinden suyun yoğunlaşarak ayrılması temin edilir.

LiBr/su çiftinin bir avantajı LiBr'ün uçuşu olmamasıdır. Generatörden yalnızca su buharı çıkmaktadır. Bu nedenle amonyak-su sisteminde kullanılması zorunlu olan rektifikasyon kolonu ve analizler üniteleri , LiBr-su sisteminde gereksizdir. Aynı sıcaklık seviyeleri arasında çalışan LiBr-su'lu soğutma makinesinin amonyak-su çifti ile çalışan sisteme göre daha yüksek performans katsayısı vermesi ve generatörde daha düşük sıcaklık seviyelerine ihtiyaç göstermesi LiBr-su akışkan çiftinin en önemli avantajıdır.

LiBr/su akışkan çiftinin en büyük dezavantajı ise , soğutucu akışkanın su olmasından dolayı buharlaştırıcıda sıcaklık seviyelerinin 5-6 °C'nin altına inememesidir

LiBr/su sistemlerinde yüksek basınç tarafı ile alçak basınç tarafı arasındaki basınç farkı az olduğundan küçük kapasitelerde tesisler doğal sirkülasyon ile çalıştırılabilir. LiBr-su çiftinin önemli mahzurlarından bir tanesi kristalizasyon problemidir.

3.5 Kristalizasyon

Lityum Bromürün su ile yaptığı çözeltinin belirli bir konsantrasyon değerinde belirli bir minimum çözelti sıcaklığı vardır. Bu minimum sıcaklığın altında tuz çözeltilerden ayrılmaya başlar ve kristalleşme olur

Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde kristalleşme olayının olma ihtimalinin en fazla olduğu yer çözelti ısı değıştiricisidir. Burada LiBr bakımından zengin çözelti, kristalleşme sıcaklığının altına inebilir ve kristal haldeki tuz, ısı eşanjörünün borularına yerleşir ve boruları tıkayarak cihazın çalışması için gerekli olan akışı durdurur. Kristalleşme olayının temel nedenleri aşağıda belirtilmiştir.

- Otomatik kristalleşme önleyicisinin, çözelti pompalama sistemindeki güç düşüşüne bağlı olarak çalışmaması
- Soğutma suyunun çok düşük sıcaklık değerlerinde sistemde kullanılması

3.6 Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin Sınıflandırılması

Sistemin soğutucu akışkanı su, akışkan çifti LiBr/su olduğunda, absorpsiyonlu soğutma çevrimi 65-100 °C gibi düşük sıcaklıklarda çalışabilir (Thioye, 1997). Bu nedenle güneş enerjisi uygulamaları için elverişli olmaktadır. Performansı NH₃ / H₂O akışkanlı sistemin performansından daha yüksektir. İdeal olarak, generatör ve buharlaştırıcı sıcaklıklarının artması COP değerini yükseltir. Yoğuşturucu sıcaklığının artması ise COP değerini azaltır (Stoecker ve Jones, 1982).

Lityum bromür/su kullanan cihazlar genellikle klima uygulamaları için kullanılırlar ve su/NH₃ kullanan sistemlere göre daha düşük generatör sıcaklıklarında çalıştırılabildiğinden güneş enerjisi destekli olarak kullanılmaya daha elverişlidirler. Absorpsiyonlu soğutma sistemleri, soğutma kapasitesine göre, generatöre verilen ısının kaynağına göre, sistem komponentlerinden generatör sayısına göre farklı farklı sınıflandırılabilir.

Absorpsiyonlu soğutma cihazları, büyük ve küçük soğutma kapasitelerine sahip olmak üzere iki bölümde incelenebilirler.

3.6.1 Küçük Kapasiteli LiBr/Su Cihazları

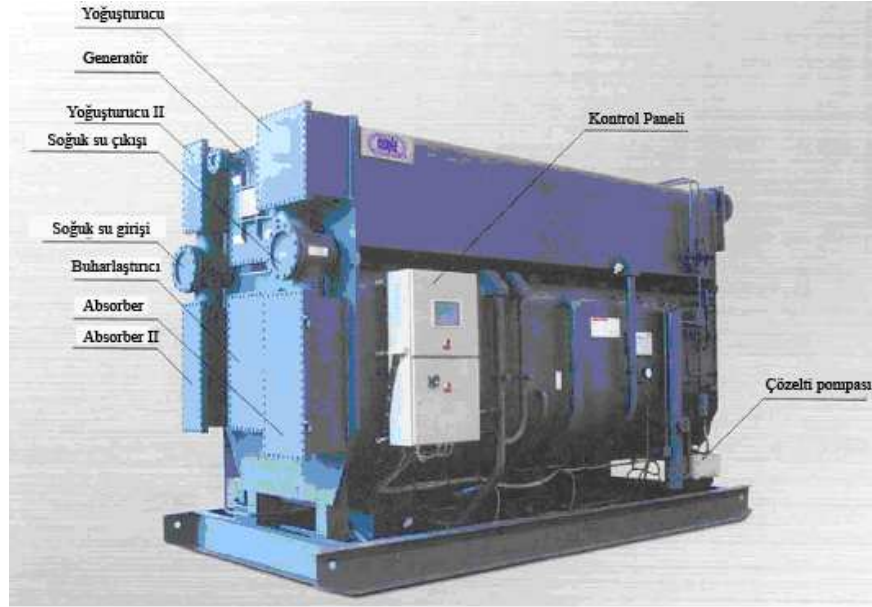
Soğutma kapasitesi 3-25 ton (10-90 kW) aralığında değişen ve konutlarda veya ticari küçük amaçlı kullanım için tasarlanmış cihazlardır. Direkt ve indirekt ateşlemeli sıvı çilleri, çiller-ısıtıcı ve havalandırma formlarında üretilirler.

Küçük kapasiteli makinalarda mekanik pompa kullanılmaz. Çözeltinin absorber ve generatör arasındaki sirkülasyonu yoğunluk farkları veya sistemdeki küçük basınç farkları ile sağlanır. Absorber ve buharlaştırıcı tüpleri kapiler damlalıktan tek yönlü akan sıvı ile ıslatılır (Emanet, 2000).

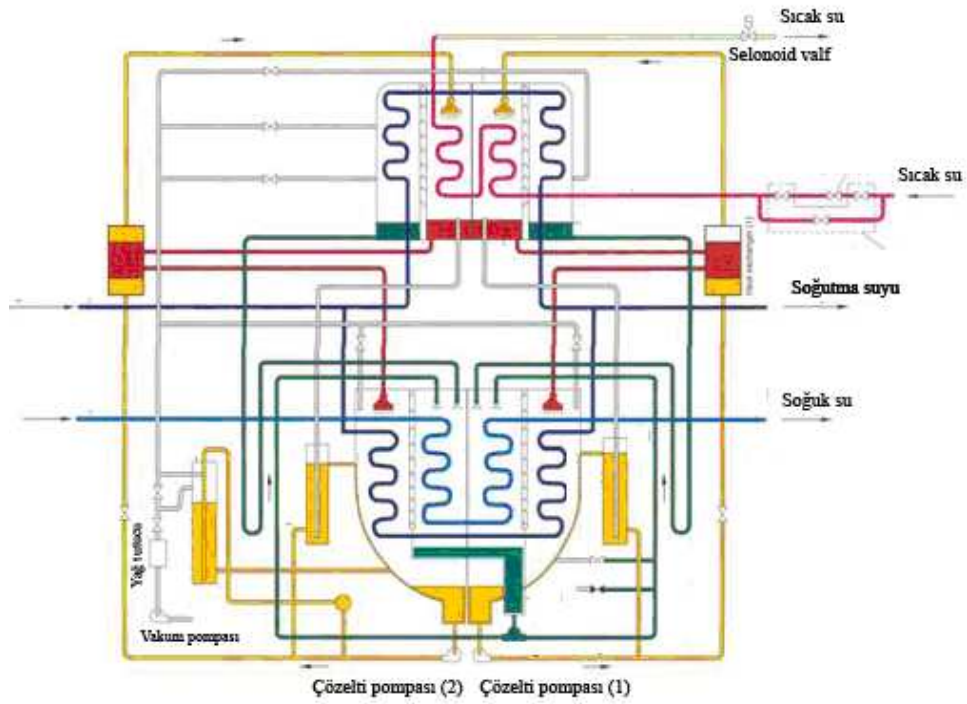
3.6.2 Büyük Kapasiteli LiBr/Su Cihazları

Çoğunlukla 50-1700 ton (176-6000kW) kapasite aralığında indirekt ateşlemeli makinalardır. Ağırlıklı olarak gıda, kimya, ağır, ilaç, elektrik ve elektronik sanayinde, hastanelerde, rafinerilerde, alüminyum fabrikalarında, otellerde, iş ve alışveriş merkezlerinde kullanılmaktadır. Fabrika uygulamalarında atık ısının sıcaklığına bağlı olarak genellikle çift ya da çok etkili sistemler tercih edilir. Çift etkili bir absorpsiyonlu soğutma cihazının çalışma prensibi Şekil 3.12'de ve sistemi oluşturan komponentleri Şekil 3.13'de görülmektedir. Generatörleri direk yakmalı olabildikleri gibi , su buharı beslemeli olarak çalışanları da

mevcuttur. Buhar kazanından ya da proses atık ısısı olarak gelen kızgın buhar ile çalışan çift-etkili absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin soğutma etkinlik katsayısı (COP) 1.0-1.2 arasında değişmektedir.



Şekil 3.12 Çift etkili absorpsiyonlu soğutma ünitesinin dış görünüşü (Shuangliang Air-Conditioning)



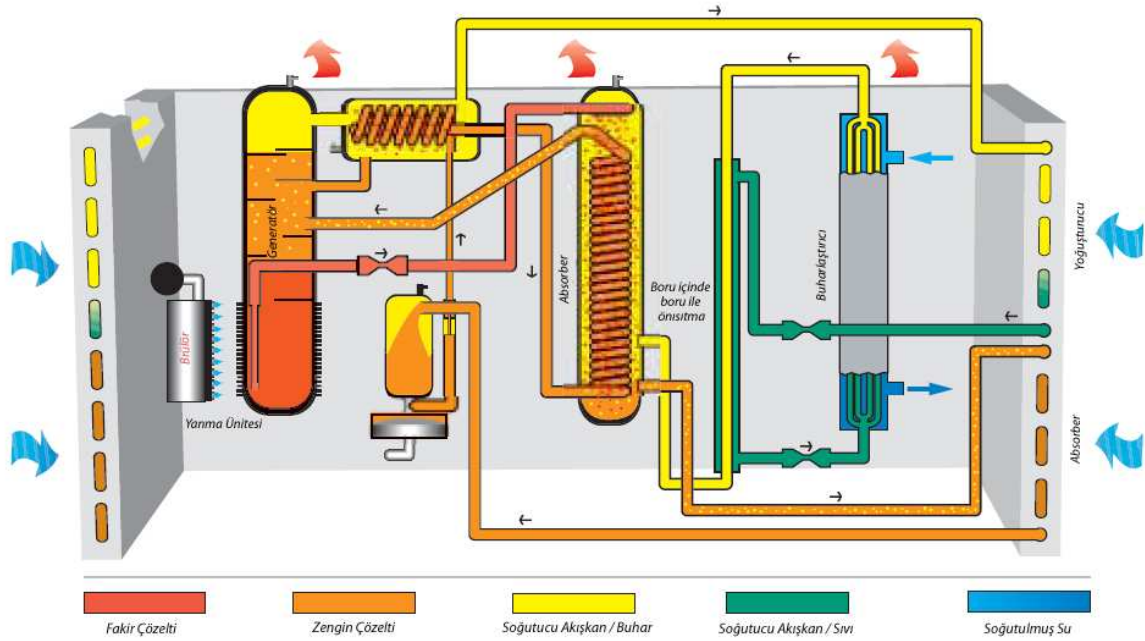
Şekil 3.13 Çift etkili absorpsiyonlu soğutma sistemi (Shuangliang Air-Conditioning)

Çift etkili absorpsiyonlu soğutma sistemleri iki kademeli generatöre sahiptir. İlk generatör soğutucu akışkanı zayıf absorbandan ayırıp ısıyı alır. Bu sıcak soğutucu akışkan buharı ikinci generatöre gider. Burada ilk generatörden gelen konsantrasyonu orta seviyede olan ve bir ısı değiştiriciden geçmiş olan absorbandan, daha fazla soğutucu akışkan buharlaşmasını sağlar. Generatörden başka, tek etkili lityum bromür/su ünitesinin tüm bileşenleri çift etkili ünite ile aynıdır. Çift etkili ünite buhar hızlarının tek kademeli makinadaki üçte ikisi kadar olmasından dolayı yüksek performanslıdır (Emanet, 2000). Isı kaynağı sıcaklığı tek etkili ünitelerde istenenin 50 °C kadar üstündedir.

3.6.3 Direk Yakmalı Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri

Doğal gazlı absorpsiyonlu su soğutma grupları, elektrikli çillerlere nazaran daha düşük COP değerlerine sahip olmakla birlikte, ekonomik ve çevre dostu olma avantajları ile tercih edilen konumda olmaktadır.

Doğal gazlı absorpsiyonlu çillerler, pik dönemde elektrik tüketimini azaltmakta, düşük maliyetli yakıtla çalışmakta daha, az sayıda hareketli parçadan oluşmalarından dolayı daha az bakım gerektirmekte, daha sessiz çalışmakta ve zararlı soğutucu akışkan kullanmamaktadır.



Şekil 3.14 Direk yakmalı absorpsiyonlu soğutma cihazının şematik gösterimi (Robur)

3.6.4 İndirek Yakmalı Buhar Beslemeli Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri

1950'lerde elektrik masraflarının yüksek olmasından dolayı , tercih sebebi haline gelmiş ve en çok kullanılan absorpsiyonlu cihaz çeşitlerinden biridir. Halen kullanımına sıkça fabrikalarda, ilaç, metal, gıda sanayinde rastlanmaktadır. Soğutma kapasiteleri 1700 tona kadar çıkabilmektedir ve generatör besleme buhar sıcaklığı 150°C 'nin üzerinde olmaktadır.

4. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ

4.1 Güneş Enerjisi Sistemleri

Günümüzde Türkiye'nin her bölgesinde güneş enerjisini verimli olarak kullanmak mümkündür. Yıllık güneş ışınımı 1000 kWh/m^2 ile 1700 kWh/m^2 arasındadır. Güneş ışınımı haritası (Şekil 4.1) , bölgelere göre hesaplanan yıllık ortalama güneş enerjisi miktarlarını göstermektedir. Bina tesisatında güneş enerjisi sistemleri, kullanım suyu ısıtması ve istenirse ısıtmaya destek için kullanılmaktadır (Isısan, 2003). Kullanım suyu ısıtmasında güneş enerjisi sistemleri günümüz koşullarında ekonomiktir, enerji tasarrufu sağlar ve çevreyi kirletmez. Bu nedenle kullanımları yaygındır. Kullanım suyu ısıtmasıyla beraber ısıtma desteği sağlayan güneş enerjisi sistemleri ise giderek yaygınlaşmaktadır.



Şekil 4.1 Türkiye’de ki ortalama güneş ışınımı (Isısan, 2003)

Güneşli bir yaz gününde optimum yöndeki 1 m^2 alana gelen enerji miktarı hemen hemen 1 litre petrolün verebileceği enerji miktarına eşittir. Bununla beraber, dünyanın yalnız kara alanlarına düşen güneş ışınımı ile elde edilecek enerji miktarı, dünyanın yıllık enerji tüketiminden yaklaşık 2900 kat daha fazladır (Duffie ve Beckman, 1991).

4.2 Güneş Enerjisinden Yararlanan Sistemler

Güneş enerjisi destekli olarak tesis edilen sistemlerin çalışma sıcaklık aralıklarına göre;

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| a. Düşük sıcaklık uygulamaları | 20 - 100 °C , |
| b. Orta sıcaklık uygulamaları | 100 - 300 °C, |
| c. Yüksek sıcaklık uygulamaları | 300 °C'den büyük |

olarak sınıflandırılır.

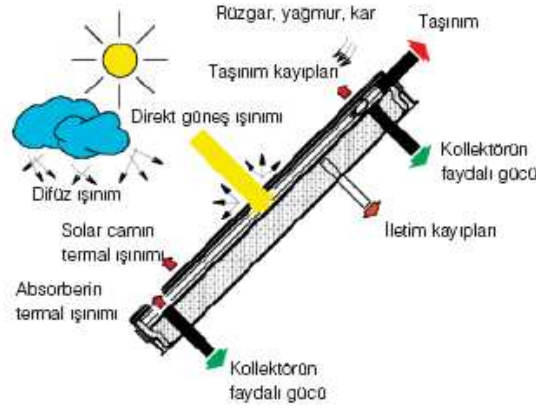
Düşük sıcaklık uygulamalarında daha çok düzlemsel kolektörler tercih edilmektedir. Bu uygulamalar, konutlar için ısıtma-soğutma, sıcak su temini, seralar için ısıtma, tarım ürünlerinin kurutulması, yüzme havuzu ısıtılması, güneş ocak ve fırınları, arı su elde edilmesi, deniz suyundan tuz üretiminde kullanılmaktadır. H₂O-LiBr akışkan çifti kullanan absorpsiyonlu soğutma sistemleri için düşük sıcaklık aralığında bir uygulama (75 - 90 °C) mümkün olmaktadır (Duffie ve Beckman, 1991).

Orta sıcaklık uygulamalarında, düzlemsel kolektörlerin aksine güneş ışınlarını bir noktada toplayabilen odaklayıcı kolektörler veya vakum borulu kolektörler vasıtasıyla, taşıyıcı akışkana aktarır. Güneşi takip eden sistemler de kullanılarak daha yüksek sıcaklıklara çıkılması mümkündür.

Güneş fırınlarında metalleri eritmek ve yüksek sıcaklıkta buhar ile güç üretimi sağlamak için kurulan yüksek sıcaklık uygulamalarında ise, heliostat adı verilen güneş ışınlarını bir noktaya odaklayan sistemlerden yararlanır. 3000 °C sıcaklığa erişebilen bu sistemler için büyük bir alana ihtiyaç vardır.

4.3 Güneş Işınımı

Güneş ışınlarından atmosferi hiçbir engel olmaksızın geçen ve direkt olarak yeryüzüne düşen bileşeni direkt ışınım, toz partikülleri ve gaz molekülleri tarafından yansıtılan veya absorbe edilip yeniden yansıtılan ve çeşitli yönlerde yeryüzüne ulaşan bölümü ise difüz ışınım olarak tanımlanmaktadır. Yeryüzüne düşen toplam ışınım, direkt ve difüz ışınımın toplamından oluşmaktadır. Şekil 4.2'de bir kolektörün ısı kazanç ve kayıpları görülmektedir.



Şekil 4.2 Bir kolektörün ısı kazançları ve kayıpları (Viessmann, 2000)

Kolektör kasası olarak alüminyum, paslanmaz çelik, galvanize çelik, plastik ve tahta gibi değişik malzemeler kullanılmaktadır. Kullanılan malzemeye göre, gövde tasarımı değişiklik gösterir. Birçok kolektör, ekstrüde alüminyum profilden yapılmıştır. Ekstrüde alüminyum profil hafiftir, modül boyutlarında mümkün olan en yüksek esnekliğe sahiptir. Daha karmaşık şekiller profile entegre edilebilir. Maliyetleri de oldukça düşüktür. Galvanize veya paslanmaz çelik uygulamalı gövdelerin kullanımıyla, ağırlığı oldukça yüksek kasalar elde edilmektedir. Kasa, yalıtkanının ıslanmasını önleyebilecek sızdırmazlıkta olmalıdır. Özellikle kolektör giriş ve çıkışlarında kasanın tam sızdırmazlığı sağlanmalıdır. Yapımda kullanılan malzemelerin ısı genleşmeleri dikkate alınarak boyutlandırılmalıdır.

4.4 Güneş Kolektörleri

Güneş kolektörleri, güneş ışınımını toplayan ve onu güneş enerjisine dönüştüren düzeneklerdir. Düzlemsel, vakum borulu odaklayıcı kolektörler olmak üzere üç ayrı ana başlık altında incelenecektir. Bu düzenekler, aldıkları enerjiyi, içlerindeki borulardan geçen bir akışkana vererek, akışkan sıcaklığını arttırmaları. Sıcaklığı artan akışkan ise, kullanım amacına uygun olarak depolanıp kullanılır yada çevrime geri gönderilir.

Çizelge 4.1 Seçici yüzeyle ilgili bazı uygulamalar (Tezcan, 2001)

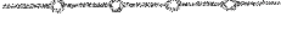





Kolektör Yapımcı Firma	Yutucu Kaplama Yapımcı Firma	Yutucunun Ticari İsmi	Yutucu Kaplama Türü	Malzeme	Yutma Katsayısı	Yayma Katsayısı
Agena SA, İsviçre	Energie Solarie SA,	Energie Solarie	Siyah krom	Paslanmaz sac	0.94	0.16
Schvveizer metallbau, İsviçre	Thermafin Solar, ABD	Thermafin	Siyah krom	Bakır	0.94	0.16
Tekno Term AB, İsveç	Granges, İsveç	Sunstrip	Nikel pigment, Anodize Al	Alüminyum	0.93	0.16
VDM Aluminium GmbH, Almanya	VDM Aluminium GmbH, Almanya	Evidal	Nikel pigment, Anodize AJ	Alüminyum	0.92	0.18
Arbonia, İsviçre	INCO Selective Surface Ltd	Maxorb	Nikel folyo üstü Ni	Alüminyum	0.94	0.09
George Bucher GmbH, Almanya	George Bucher GmbH, Almanya	Bucher	Paslanmaz sacın kimyasal dönüşümü	Paslanmaz sac	0.85	0.11
AMCOR, İsrail	Solarion, İsrail	Solarion 2000	Siyah krom	Paslanmaz sac	0.95	0.10

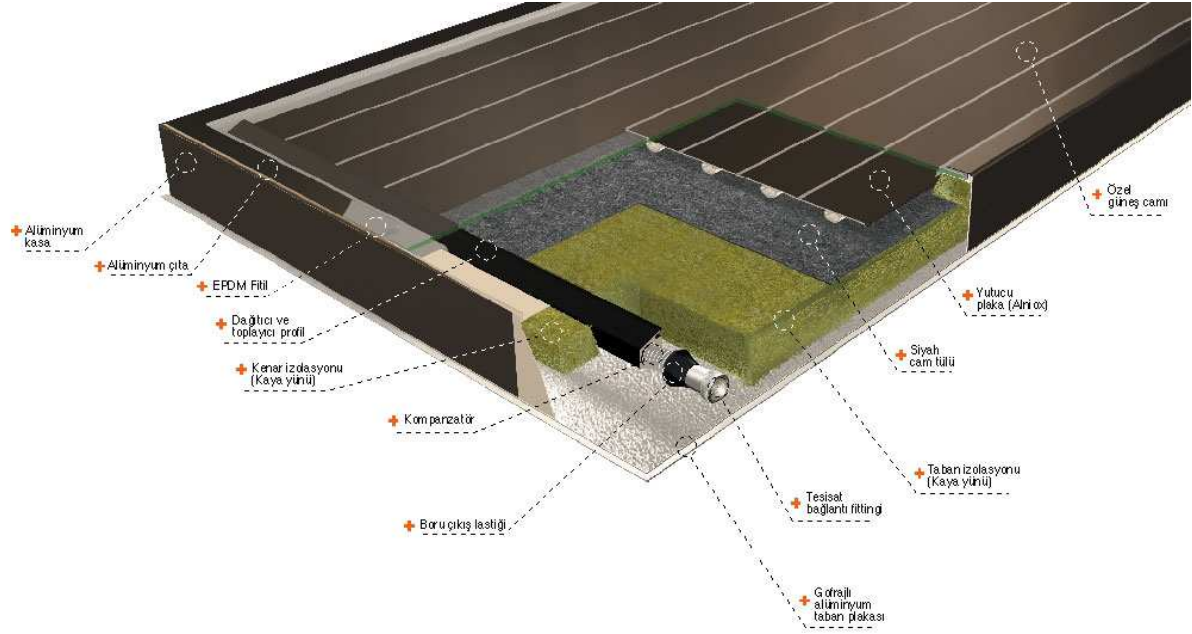
4.4.1 Düzlemsel Güneş Kolektörleri

Güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesinde en sık kullanılan sistem, düzlemsel güneş kolektörleridir. Bunların temel avantajı, basit ve diğer sistemlere göre daha ucuz olmasıdır.

Absorber plakası bu kolektörün en önemli parçalarından biridir ve bakır, alüminyum, paslanmaz çelik, galvanizli çelik veya plastikten imal edilebilmektedir. Kolektör boruları ve absorber plakaları için en çok tercih edilen malzeme yüksek ısı iletkenliği ve korozyona karşı dayanıklılığı sebebiyle bakırdır. (Goswami, 1999) Bakırın pahalı olması sebebiyle 50 °C 'den düşük sıcaklık uygulamalarında plastik absorber plakaları da tercih edilmektedir. Şekil 4.3 'de seçici yüzeyli bir düzlemsel kolektörün detaylı kesiti görülmektedir.

Çizelge 4.2 Farklı kolektör tiplerinin uygulama alanları ve çalışma parametreleri (Tırıs vd.,1997)

Kolektör tipi	Kesit resmi	Optik verim (η_0)	U_{eff} (W/m^2K)	Kolektör çalışma sıcaklığı ($^{\circ}C$)	Uygulama alanı
Basit yutucu yüzey		0.90	20	15-25	Yüzme havuzu
Düzlemsel güneş kolektörü		0.80	6	15-40	Sıcak su
Seçiçi yüzeyli düzlemsel güneş kolektörü		0.80	4	15-40 60-90	Sıcak su Yardımcı ısıtıcı
Seçiçi yüzeyli geçirgen filmlü düzlemsel güneş kolektörü		0.75	3	15-40 60-90	Sıcak su Yardımcı ısıtıcı
Seçiçi yüzeyli, vakum borulu kolektör		0.65	2	60-90 80-130	Yardımcı ısıtıcı Proses ısıtıcı
Vakum borulu parabolik yansıtıcı kolektör		0.60	1	60-90 100-200	Yardımcı ısıtıcı Proses ısıtıcı



Şekil 4.3 Düzlemsel kolektörün kesiti (Solartek)

4.4.2 Vakum Borulu Güneş Kolektörleri

Vakum borulu kolektörler orta sıcaklık uygulamalarında kullanılan kolektörler arasında yüksek sıcaklıklarda en verimli olanlarıdır. Bu tip kolektörlerin başlıca özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

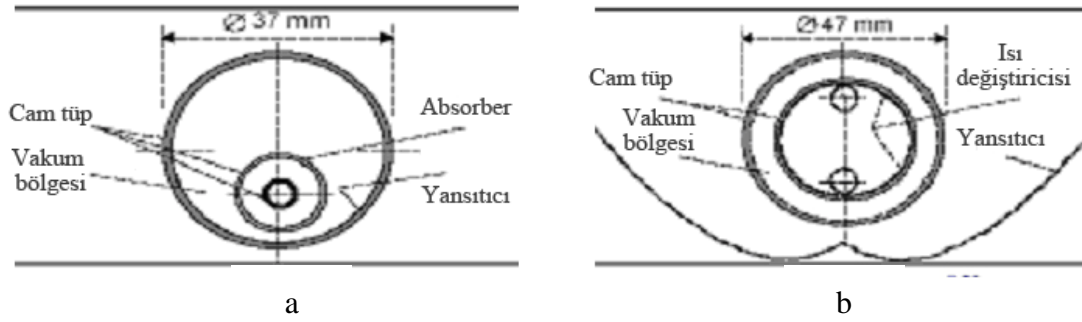
- Kolektör her zaman cam tüp grubundan oluşur.
- Tüp içinde yapılan vakum işlemi konveksiyon ve kondüksiyon yolu ile olabilecek ısı kayıplarını azaltır.
- Kullanılan camlar vakum nedeniyle oluşan basınç farkına dayanabilecek mukavemettedir.
- Bağlantı borularının tüpe bağlanabilmesi için bir veya iki manifold bulunur.

Vakum tüplü kolektörler ısı transferi metotlarına göre direk akışlı sistemler ve ısı borulu sistemler olmak üzere iki temel gruba ayrılır.

4.4.2.1 Direk Akışlı Sistemler

1990 'lardan sonra yeni kolektör dizaynları geliştirilmiştir. Bu yeni kolektörlerin en önemli özelliği tümünün cam olmasıdır. Metal borular ile cam arasındaki geçme yerleri, bu dizayn ile sorun olmaktan çıkmıştır ve vakumlu kısımdaki kayıp riski azalmıştır. Şekil 4.4 'de iki

tip tüm camlı vakum borulu kolektör görülmektedir. Birinci dizayn ‘‘Schott’’ kolektör

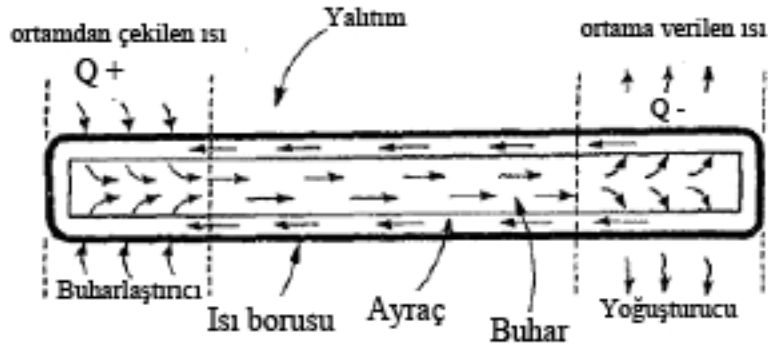


Şekil 4.4 Direk akışlı vakum borulu kolektör dizaynları. a) Schott b) Sidney (Frei, 2003)

olarak adlandırılmaktadır ve cam tüpün arka yüzünde bulunan yansıtıcının odağına yerleştirilmiş iki adet koaksiyel dahili absorber içermektedir. Isı taşıyıcı akışkan iç taraftaki dahili cam tüpten geçerek ısıyı absorberden transfer etmektedir. İkinci dizayn ise ‘‘Dewar-Çin’’ ya da ‘‘Sidney’’ olarak anılmaktadır ve Sidney Üniversitesince geliştirilmiş, sonrasında Çin’de üretilip, büyük ölçüde ticarileştirilmiştir. İç ve dış cam tüplerin arasındaki boşluk, vakum boşluğudur ve bu dizayn dışarıya olan kayıpları büyük ölçüde azaltmaktadır. Şekil 4.4’de görülen sistemin absorberi iç taraftaki cam tüp olup, seçici yüzey ile kaplıdır. Isı transferinin cam tüpten metalin iç yüzeyine sağlanmasıyla önemli aksenal sıcaklık değişimleri meydana gelir ve bu da cam tüpte gerilmelere sebebiyet vermektedir. Bu yüzden çalışma sıcaklık aralığında kullanılmaları gerekmektedir (Rona, 2004).

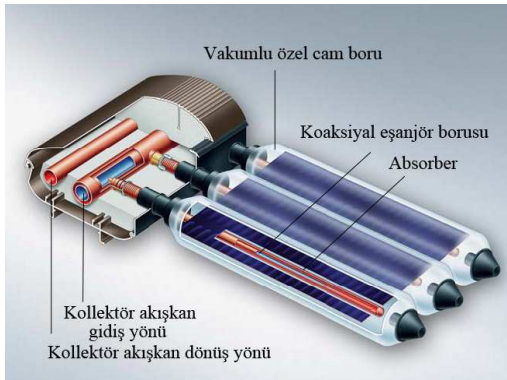
4.4.2.2 Isı Borulu Sistemler

Direk akışlı vakum borulu kolektörlerde cam borulardaki vakum çok üstün bir ısı izolasyonu sağlar; cam boru ve absorber arasındaki konveksiyon (taşınım) kayıpları yok denecek kadar azdır. Bu sayede çok düşük ışınlardan (difüz ışınlam) da faydalanabilirler. Her vakum boruya kaplamalı bir bakır absorber entegre edilmiştir. Bu absorber, güneş ışınlarının yüksek seviyede absorpsiyonunu sağlar ve ısıl radyasyon emisyonu düşüktür. Isı taşıyıcı akışkan, absorbere bağlanmış olan koaksiyel bir eşanjör borusundan akmaktadır. Absorberin ısı eşanjör borusu üzerinden ısı taşıyıcı akışkana iletilir. Eşanjör borusu bir toplama hattına açılır. Kolektör sisteminin elemanları, yüksek sıcaklık ve basınçlara dayanıklı malzemelerden üretilmelidir. Bu kolektörlerin durma sıcaklığı 250 °C ’nin üzerindedir (Frei, 2003).

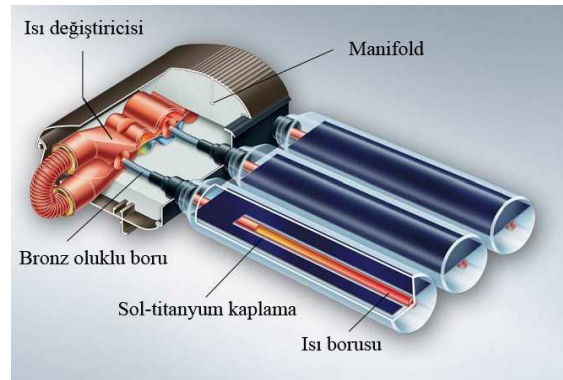


Şekil 4.5 Isı borusunun çalışma prensibinin şematik gösterimi (Tiwari, 2003)

Isı borulu güneş kolektörlerinde, yutucu yüzey ısındığında, çalışma ortamı (su, alkol) buharlaşır. Bu akışkan vakum tüp dışındaki kondensere yükselir ve ısısını transfer ettikten sonra geri akar. Isı borusunun çalışabilmesi için kolektör tüp aksamının en az 20° eğimle yerleştirilmesi gerekir. Isı borulu güneş kolektörünün avantajı ilk çevrimde maksimum durgunluk sıcaklığına ulaşmasıdır. Çalışma ortamına ve basınca bağlı olarak, absorber içeriğinin tümünün buharlaşma sıcaklığına ulaşması mümkündür. Bu sıcaklık $130 - 150^\circ\text{C}$ arasında değişir. Bu nedenle glikol temelli ısı transfer akışkanlarının bozulma tehlikesi yoktur. (etilen glikol ve propilen glikol için maksimum çalışma sıcaklığı $>170^\circ\text{C}$) . Tüplü kolektörler direk dolaşım ile 300°C 'ye kadar yükselen sıcaklıklara ulaşabilir. Bu tip kolektörlerde aşırı ısınmayı önleyecek ek koruma bulunması gerekmektedir. Evsel sıcak su devrelerinde vakum borulu kolektörlerin kullanımında , kolektör maksimum sıcaklığını 100°C 'de sınırlamak önemlidir (Tezcan, 2001).



a



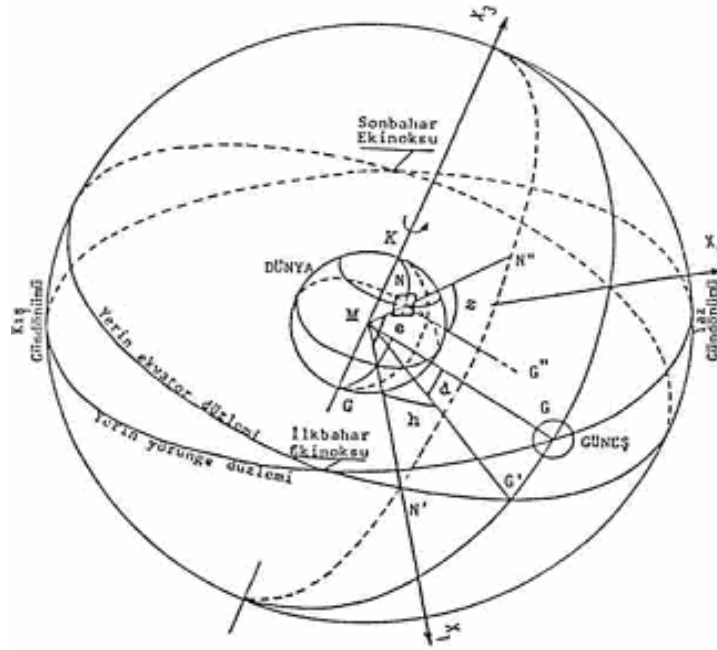
b

Şekil 4.6 Direk akışlı(a) ve ısı borusu kullanan(b) vakum borulu kolektörlerin kesit görünüşleri (Viessmann, 2000)

4.5 Güneş Açıları

Dünyanın güneş etrafında ve kendi eksenini etrafında olmak üzere iki değişik hareketi olduğu bilinmektedir. Bu hareketler güneş enerjisi uygulamalarında çok önemlidir. Ayrıca yerin güneş etrafındaki yörünge düzleminin normali ile kendi dönüş eksenini arasında 23.45° lik bir açı vardır ve bu açı da yeryüzünde aynı noktaya gelen güneş ışınlarının doğrultusunun değişmesine sebep olur ve böylelikle mevsimler oluşur.

Dünyaya gelen güneş ışınımının bulunmasında dünyaya göre güneşin hareketi incelenir. Bunun için de, dünya merkez olmak üzere çok büyük yarıçaplı ve üzerinde noktalar halinde güneşin (ve yıldızların) bulunduğu gök küreden faydalanılır (Şekil 4.7). Gök küre üzerinde güneşin yeri ve dolayısıyla dünyaya nazaran hareketi "güneş açıları" ile tayin edilir. (Kılıç ve Öztürk, 1984)



Şekil 4.7 Gök küre üzerinde önemli güneş açıları.

Yeryüzünde enlemi e olan bir N noktasına düşen direkt güneş ışınımının doğrultusu deklinasyon açısı d ve saat açısı h ile tayin edilebilir.

4.5.1 Güneş Deklinasyon Açısı (d)

Dünya-güneş doğrultusunun yerin ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Şekil 1.1 de GMG' açısıdır. Dünya-güneş doğrultusu ekvator düzleminin kuzey tarafında ise deklinasyon açısı pozitif kabul edilir. Buna göre, deklinasyon açısı -23.45° (21 Aralıkta kış gündönümünde) ile 23.45° (21 Haziranda yaz gündönümünde) arasında değişir. İlkbahar ekinoksunda (21 Martta) ve sonbahar ekinoksunda (21 Eylülde) deklinasyon açısı sıfır olur. Deklinasyon açısı, 1 Ocaktan itibaren gün sayısı n olmak üzere

$$d = 23.45 \times \sin\left(360 \times \frac{n + 284}{365}\right) \quad (4.1)$$

ampirik Cooper formülü ile bulunabilir. Deklinasyon açısı aynı gün için yıldan yıla değişmektedir. Bu bakımdan formülden bulunan değerlerdeki küçük hata güneş ışınımı hesapları için pratik olarak önemli değildir. Çoğu zaman, güneş ışınımının aylık ortalama deklinasyon açıları d ile yapılan hesaplar yeterli olabilir. Aylık ortalama deklinasyon açıları ve bu açılara tekabül eden gün sayıları Çizelge 4.3' de verilmiştir. (Kılıç ve Öztürk, 1984)

Çizelge 4.3 Aylık ortalama deklinasyon açıları

Ay	Gün	n	d _o (drc)
Ocak	17	17	-20.92
Şubat	16	47	-13.29
Mart	16	75	-2.42
Nisan	15	105	9.41
Mayıs	15	135	18.79
Haziran	11	162	23.09
Temmuz	17	198	21.18
Ağustos	16	228	13.45
Eylül	15	258	2.22
Ekim	15	288	-9.60
Kasım	14	318	-18.91
Aralık	10	344	-23.05

4.5.2 Saat Açısı (h)

Göz önüne alınan yerin boylamı ile güneşin bulunduğu boylam arasındaki açıdır. Güneşin ve göz önüne alınan yerin ekvator düzlemindeki izdüşümleri alınır. Şekil 4.7'deki N'MG' açısıdır. Saat açısı güneş boylamının göz önüne alınan yerin boylamı ile çakıştığı "güneş öğlesi"nden itibaren ölçülür; güneş öğlesinden önce pozitif, sonra negatif alınır. Ayrıca, bilindiği gibi, her 15° saat açısı (boylam farkı) 1 saat zamana karşılık gelir.

Genellikle güneş ışınımı ölçmeleri ve hesapları güneş zamanına göre yapılır. Güneş öğlesinde güneş saati (GS) 12 'dir. Buna göre saat açısı (h) ile güneş saati arasında

$$h(drc) = 15x(12 - GS) \quad (4.2)$$

bağıntısı vardır.

Standart saati (memleket saatini) güneş saatine dönüştürürken boylam farkı (bulunulan yerin boylamı ile standart saat boylamı arasındaki fark) ile birlikte "zaman düzeltmesi (ZD) (equation of time)" denilen günlere göre değişen bir faktör göz önüne alınır. Zaman düzeltmesi dünyanın dönme hızındaki bozulmadan ve yörüngesindeki düzensizlikten ileri gelir ve gündün güneş değişir. Ayrıca bu düzeltme; n, 1 Ocaktan itibaren gün sayısı ve

$$x(drc) = 360x \frac{n-1}{365x242} \quad (4.3)$$

olmak üzere

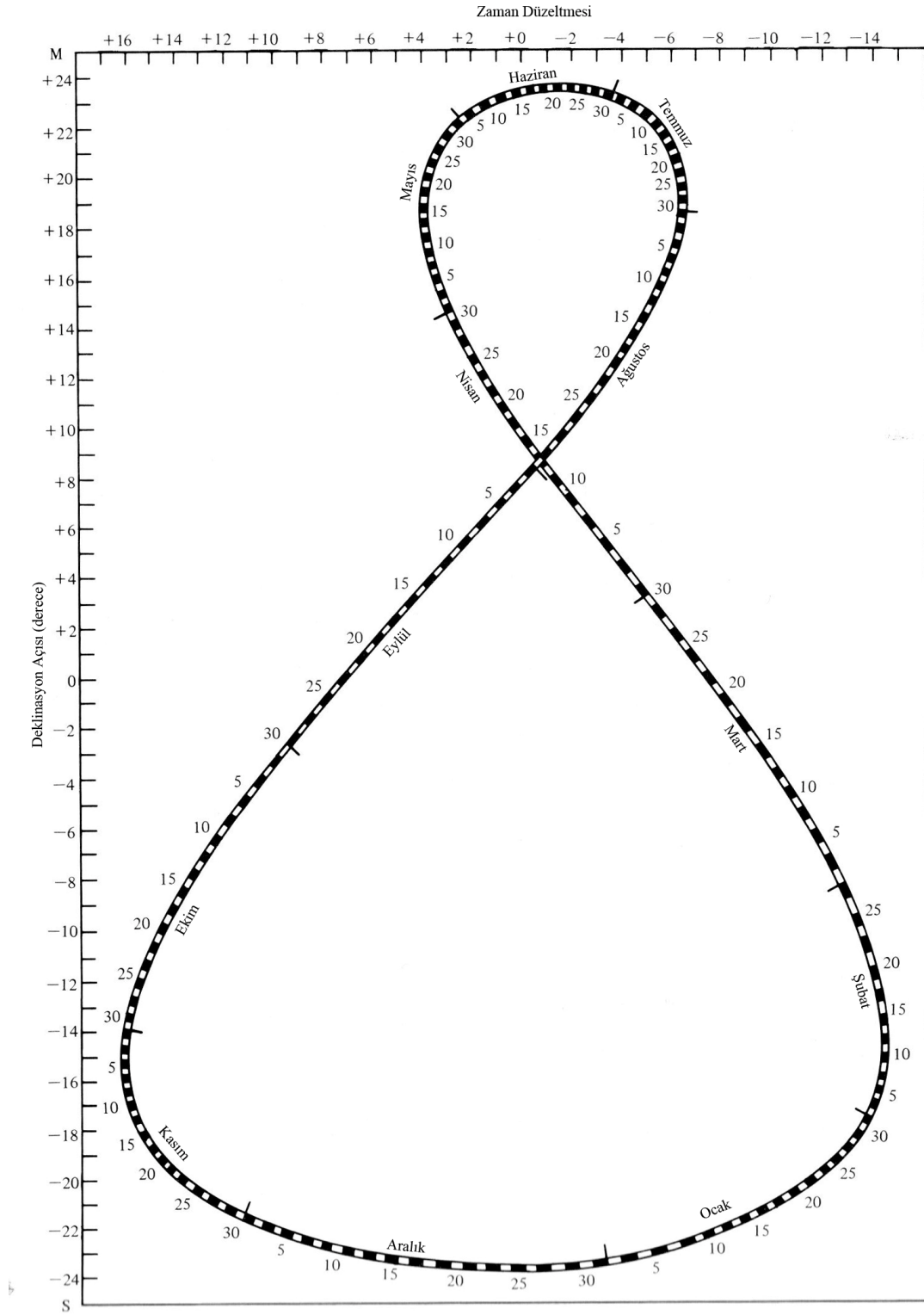
$$ZD(saati) = 0.0043x \cos(x) - 0.1236x \sin(x) - 0.0608x \cos(2x) - 0.1538x \sin(2x) \quad (4.4)$$

denklemini ile de yaklaşık olarak bulunabilir. Böylece, Türkiye için standart boylam 30° olmak üzere

$$GS = MS - (30 - B_y)/15 + ZD \quad (4.5)$$

denklemini güneş saati ile memleket saati arasındaki bağıntıyı verir. Zaman düzeltmesinin ve deklinasyon açısının değişimi Şekil 4.8'de görülmektedir.

Yatay ve eğik bir düzleme gelen güneş ışınımının hesaplanmasında güneş ışınımının ve eğik düzlemin doğrultusunu veren açılardan yararlanır.



Şekil 4.8 Deklinasyon açısının tüm yıl boyunca değişimi (Howell vd.,1982)

4.5.3 Güneşin Hareketi

Güneşin her gün doğup battığı noktalar gözlenirse aynı noktada doğmadığı ve batmadığı görülür. Güneş, 21 Mart (yada 23 Eylül) tarihinde gerçek doğu noktasından doğar, gerçek batı noktasında batar.

21 Marttan sonra güneşin doğup battığı noktalar her gün biraz kuzeye kayar. 22 Haziranda kuzeye doğru en çok yaklaşmış olur. Bundan sonra güneşin doğup battığı noktalar güneye kaymaya başlar. 23 Eylülde yine 21 Martta doğduğu noktadan doğar, battığı noktadan batar.

Bundan sonra güneşin doğup battığı noktalar güneye kaymaya devam eder. 22 Aralıkta güneye en çok yaklaşmış olur. Daha sonra doğup battığı noktalar kuzeye doğru kaymaya başlar. 21 Martta yine gerçek doğu noktasından doğar ve gerçek batı noktasından batar. Yılın günlerinde gözlenen bu görünen hareket belirtilen özellikte periyodik olarak devam eder. 30° kuzey enleminde bulunan bir bölge için Şekil 4.9'da güneşin yıl içerisinde farklı zamanlardaki gün içi hareketi gösterilmiştir.

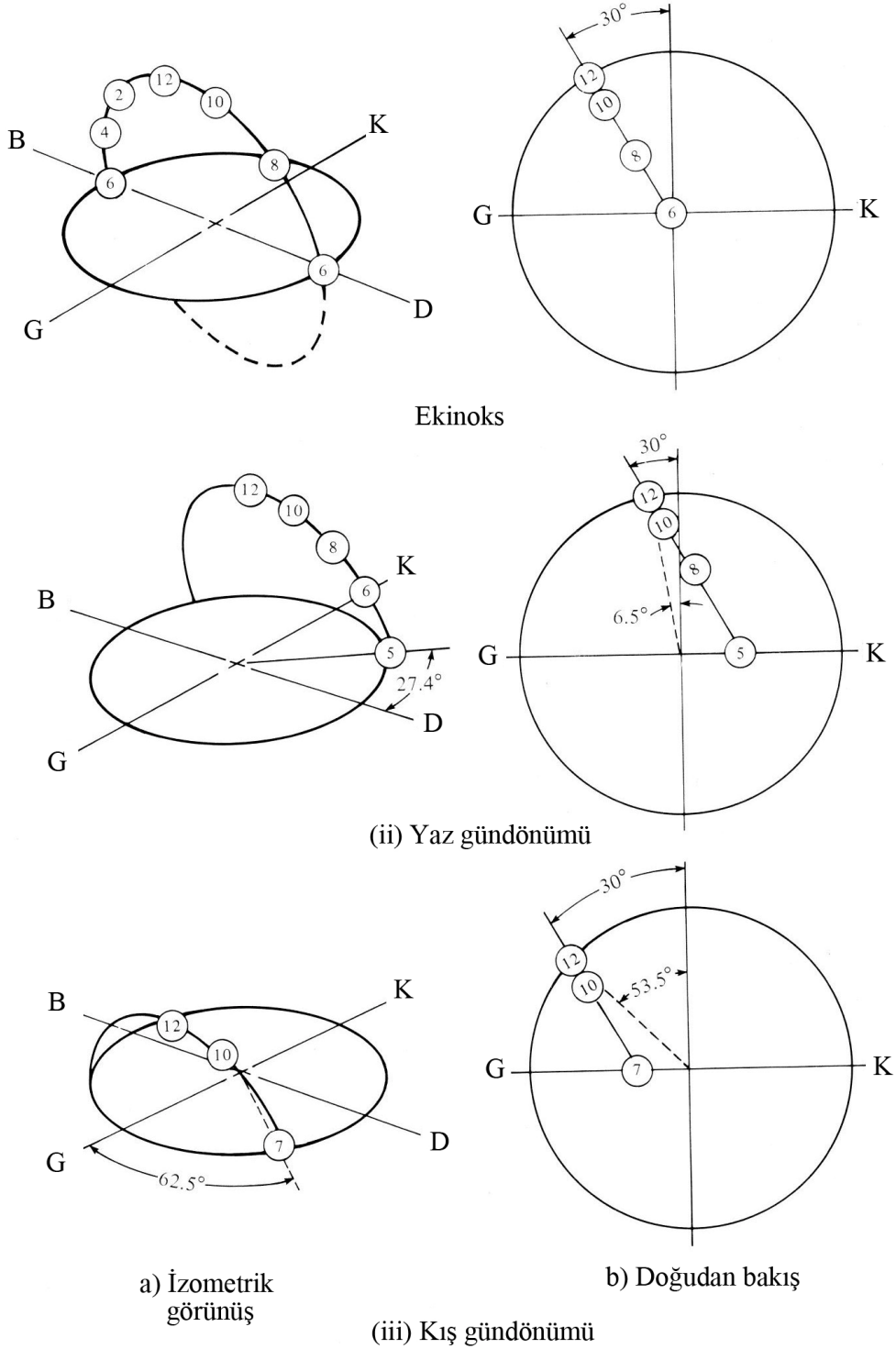
4.5.4 Gün Dairesi

Güneş doğduktan batıncaya kadar gök küresinde, gözlemcinin ufku üstünde bir yay çizer görünür. Bu yay güneşin gündüz yayı denir. Güneş bu yayın 360° ye tamamlayan kısmını ufuk altında çizmiş olur. Bu yay da güneşin gece yayı denir. Bu iki yayın birleşimi ile elde edilen yay güneşin gün çemberi yada " gün dairesi " denir. Güneşin 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde çizer görüldüğü gün dairesine " gök ekvatoru "da denir. Güneşin gün daireleri birbirine paraleldir. Gün dairelerinin büyüklüğü yılın çeşitli günlerinde farklıdır. 21 Mart ve 23 Eylül tarihlerinde güneşin gün dairesinin yarısı gündüz yayı, yansı gece yayıdır. Gün dairelerinin düzlemleri gözlemcinin güney yönüne meyillidir.

Güneşin gün daireleri 21 Mart tarihinden itibaren gök ekvator dairesinden uzaklaşır. 22 Hazirandan sonra tekrar gök ekvator dairesine yaklaşır. 23 Eylülde gök ekvatoru ile çakışır. Bu tarihten sonra tekrar uzaklaşır. 22 Aralıktan sonra tekrar yakınlaşır. 21 Mart tarihinde gök ekvatoru ile çakışır. Güneş radyasyon değeri geceleri sıfır olurken, açık bir günde maksimum düzeye erişir.

Güneşin gün daireleri ile gündüz ve gece yaylarına ait uzunlukları yılın değişik günlerinde farklılık gösterdiğinden gündüz ve gece süreleri de buna bağlı olarak değişecektir. Gündüz

ve gece sürelerinin farklı olmasında gözlemcinin bulunduğu noktanın enleminin de etkisi vardır. (Kurdoğlu, 2002)



Şekil 4.9 Kuzey yarımkürede 30° enleminde bulunan bir yer için güneş zamanının değişimi (Howell vd. , 1982)

4.5.5 Zenit Açısı (z)

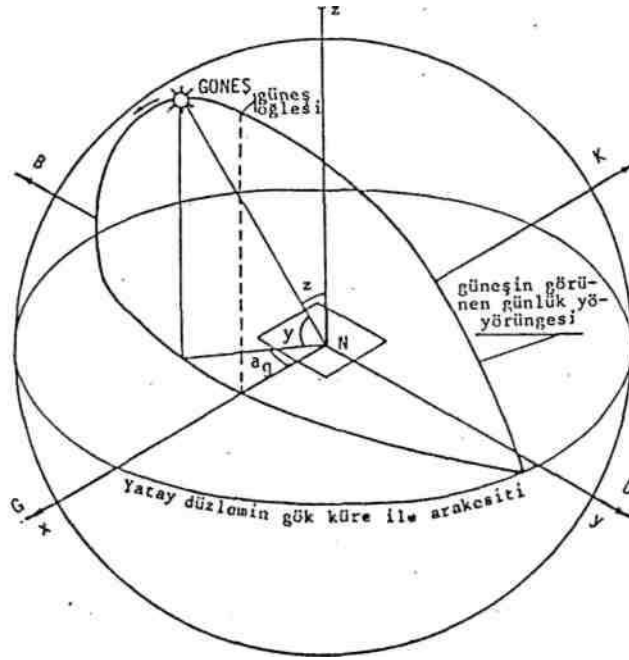
Yatay düzlemin normali ile direkt güneş ışınlarının (güneş-yer doğrultusunun) yaptığı açıdır. Güneş doğusunda ve batısında $z=90^\circ$ ve güneş ışınları yatay düzleme dik geldiği zaman $z=0$ 'dır. Şekil 4.10' da G"NN" açısı zenit açısıdır.

4.5.6 Güneş Yükselik Açısı (y)

Direkt güneş ışınlarının yatay düzlemlerle yaptığı açıdır. Şekil 4.10'da zenit ve yükseklik açıları görülmektedir. Açıkça görüldüğü gibi

$$y + z = 90^\circ \quad (4.6)$$

olmaktadır. Böylece $\sin y = \cos z$ olur.



Şekil 4.10 Türetilen güneş açıları (Kılıç ve Öztürk, 1984)

Şekil 4.10 ' de görülen X_1 , X_2 (ekvator düzleminde gözönüne alınan yerin boylamından geçen ve buna dik doğrular) ve X_3 (kuzey kutbundan geçen) eksen takımına göre bir yerdeki yatay düzlemin normalinin doğrultu kosinüsleri,

$$a_1 = \cos e \quad (4.7)$$

$$a_2=0 \quad (4.8)$$

$$a_3=\sin e \quad (4.9)$$

ve güneş ışınlarının doğrultu kosinüsleri

$$b_1=\cos d \cdot \cos h \quad (4.10)$$

$$b_2=\cos d \cdot \sin h \quad (4.11)$$

$$b_3=\sin d \quad (4.12)$$

olduklarına göre zenit açısının kosinüsü

$$\cos z = \cos d \cdot \cos e \cdot \cos h + \sin d \cdot \sin e \quad (4.13)$$

olarak elde edilir. Güneş doğduğu ve battığı anda saat açıları, $z=90^\circ$ alınarak yukarıdaki denklemden

$$\cos(h) = -\frac{\sin(d)x \sin(e)}{\cos(d)x \cos(e)} = -\tan(d)x \tan(e) \quad (4.14)$$

şeklinde bulunur. Burada gün uzunluğu,

$$t_g (\text{saat}) = 2x \frac{h}{15} = \frac{2}{15} x (\arccos(-\tan(d)x \tan(e))) \quad (4.15)$$

elde edilir. Gün uzunluğu ekvatorda ($e=0^\circ$) her zaman ve ayrıca sapma açısının (d) 0° olduğu her yerde 12 saattir. Kuzey yarıkürede deklinasyon açısının pozitif değerlerinde kuzeye doğru gidildikçe gün uzunluğu artar, deklinasyon açısının negatif değerlerinde azalır. Genellikle aylık ortalama gün uzunluğuna ihtiyaç duyulur. Aylık ortalama gün uzunluğu (t_o) bir aydaki gün uzunluklarının aritmetik ortalaması alınarak bulunabileceği gibi aylık ortalama deklinasyon açısı ile de hesaplanan değer kullanılabilir:

$$t_o = \frac{2}{15} x (\arccos(-\tan d_o x \tan e)) \quad (4.16)$$

4.5.7 Güneş Azimut Açısı (Azm)

Güneş dünya doğrultusunun yatay düzlemdeki izdüşümünün güney doğrultusu ile yaptığı açıdır. Burada, güneyden doğuya doğru (sabahları) + ve batıya doğru (öğleden sonraları) - alınacaktır (Şekil 1.10). Böylece zenit ve azimut açıları ile güneş ışınlarının doğrultusu tayin

edilebilir.

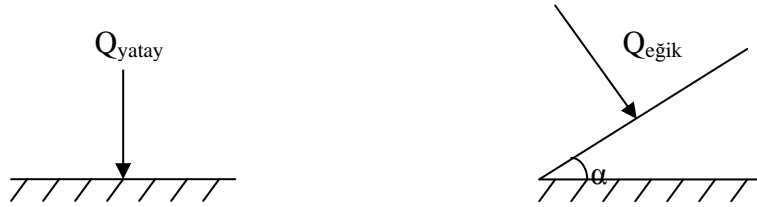
$$\sin(Azm) = \sec(y) \times \cos(d) \times \sin(h) \quad (4.17)$$

denklemden bulunabilir ve maksimum mutlak değeri güneş doğuşunda veya batışında deklinasyon açısına bağlı olarak 90° civarında, 90° den büyük veya küçük olabilir. Doğru değerlerin bulunmasına ve işaretine dikkat edilmelidir.

Güneş ışınımı değeri kullanılırken azimut açısına bağlı olarak geliştirilen bir azimut açısı düzeltme faktörünü çarpan olarak kullanmak gerekir. Bu çarpan, kaynaklarda enleme ve azimut açısına bağlı olarak çeşitli tablolar halinde verildiği gibi, çeşitli sayısal hesaplama yöntemleri de mevcuttur.

4.5.8 Eğik Düzleme Gelen Güneş Işınımı

Güneş ışınımı şiddetinin genellikle yatay düzleme gelen değeri ölçülür. Kolektörler ise belirli bir eğim açısıyla (α) yerleştirildikleri için, yatay düzleme gelen ışınım değerini kullanmak hata yaratacaktır. Bu sebeple, yatay düzleme gelen güneş ışınımı değerini, kolektörün eğim açısına bağlı olarak eğik düzleme çeviren bir R çarpanının bulunması gerekmektedir.



Şekil 4.11 Kolektör yüzeyi ile güneş ışınlarının yaptığı açı

$$Q_{eğik} = Q_{yatay} \times R$$

$$R = \frac{\cos(z - \alpha)}{\cos z} \quad (4.18)$$

z: Güneş zenit açısı.

4.6 Kolektör Modeli

Bir kolektörün topladığı faydalı enerjiyi (Kılıç ve Öztürk, 1984),

$$Q_f = A_t \cdot I_e \cdot \eta_t \quad (4.19)$$

ile hesaplayabilmekteyiz. Bu formülde,

A_t : Kolektör yüzey alanı,

I_e : Birim eğik yüzeye düşen anlık ışıınım miktarı,

η_t : Kolektör anlık verimi

olarak tarif edilmiştir. Anlık kolektör verimini (Kılıç ve Öztürk 1983),

$$\eta_t = F_t \cdot \left[(\tau\alpha)_e - K \cdot \frac{T_{tg} - T_{\zeta}}{I_e} \right] \quad (4.20)$$

ifadesiyle bulabilmekteyiz. Bu formülde,

F_t : Kolektör ısı kazanç faktörü,

$(\tau\alpha)_e$: Efektif yutma katsayısı,

K : Kolektörün toplam ısı kayıp katsayısı,

T_{tg} : Suyun kolektöre giriş sıcaklığı,

T_{ζ} : Çevre sıcaklığı

olarak verilmiştir. Denklem (4.20), denklem (4.19)'de yerine yazılırsa,

$$Q_f = A_t \cdot \left[F_t \cdot (\tau\alpha)_e \cdot I_e - F_t \cdot K \cdot (T_{tg} - T_{\zeta}) \right] \quad (4.21)$$

elde edilir. Bu formülle kolektörde toplanan faydalı enerji miktarı bulunabilmektedir.

4.7 Depo Tank Sıcaklığının Belirlenmesi

Depoya güneş kolektörleri vasıtasıyla bir enerji girişi olurken aynı zamanda depolanan enerjinin bir kısmı kaynatıcıda kullanılmakta, bir kısım enerjide depo cidarlarından çevreye kayıp olarak transfer olmaktadır. Depo tank sistemindeki enerji dengesini (Kılıç ve Öztürk, 1984),

$$(m \cdot c_p)_d \cdot \frac{dT}{dt} = Q_f - Q_L - Q_k \quad (4.22)$$

şeklinde yazabiliriz. Bu denklemde,

Q_f : Denklem 4.13 ile hesaplanan faydalı enerji,

Q_L : İhtiyaç için depodan çekilen ısı (Generatörde kullanılan enerji),

Q_k : Depo cidarlarından depo çevresine olan ısı kaybıdır.

Belli bir zamandaki depo sıcaklığını, deponun Δt süre önceki sıcaklığı ve bu Δt zaman aralığı boyunca sisteme enerji giriş ve çıkış miktarlarının bilinmesi ile (Kılıç ve Öztürk 1984),

$$T_{d,yeni} = T_{d,eski} + \frac{\Delta t}{(m \cdot c_p)_d} \cdot [Q_f - Q_L - (K \cdot A)_d \cdot (T_d - T_{\zeta})] \quad (4.23)$$

şeklinde hesaplayabiliriz. Bu formülde, m depo hacmi, T_{ζ} çevre sıcaklığı, K deponun toplam ısı kayıp katsayısıdır. Bu denklemde Q_L , depodan çekilen ısıdır. Depodan çekilen ısı, absorpsiyonlu soğutma sisteminin generatöründe kullanılmaktadır. Yani generatör ısı gücü Q_L değeri olarak alınabilmektedir. Q_L , değeri şu şekilde de ifade edilebilir,

$$Q_L = (\dot{m} \cdot c_p)_L \cdot (T_d - T_y) \quad (4.24)$$

Bu denklemde \dot{m} generatöre giren sıcak suyun debisi, T_d depo sıcaklığı ve T_y generatörde kullanılarak ısısını çözültiye verip soğuyan ve depoya dönen ısıtma suyu sıcaklığıdır. Denklem (4.24)'den de görülebileceği gibi depoya dönüş sıcaklığının depodan çıkış sıcaklığından büyük olacağı durumlarda Q_L değeri negatif olacağından Q_L değeri faydalı ısı gibi denklemde yer alacaktır (Atmaca, 2002).

5. UYGULAMA

Mimari detayları Ek 9.4 'de verilen villaların hem ısıtılması hem de soğutulması maksadıyla kurulan güneş enerjisi destekli LiBr/su akışkan çifti ile çalışan tek etkili absorpsiyonlu soğutma sisteminin tasarımı yapılmıştır. Absorpsiyonlu sistemde gerekli ısı, güneş enerjisi vasıtasıyla elde edilmiştir. Güneş enerjisinin yeterli olmadığı zamanlarda ise ek ısıtıcı ile generatör besleme suyu giriş sıcaklığı istenilen değere getirilmiştir.

5.1 Isı Kaybının Belirlenmesi

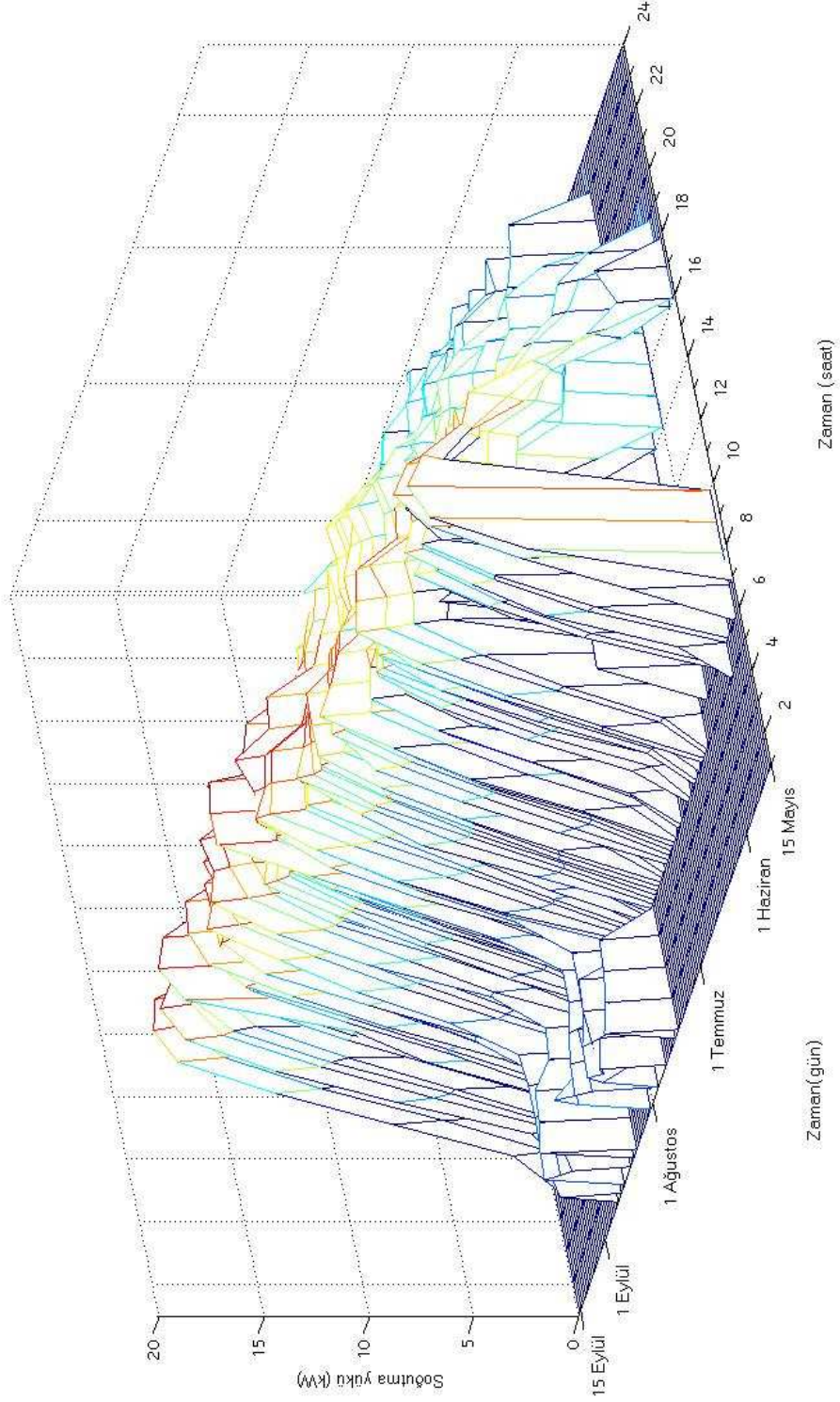
Mardin ilinde bulunan , 4 kişilik bir aileye göre dizayn edilmiş villaların TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardına uygun olup olmadığı irdelenmiş ve sonrasında ısıtma sezonu boyunca saatlik ısı kayıpları belirlenmiştir. Villanın ısıtma ihtiyacı Ekim ayının üçüncü çeyreğinden, Mart ayının üçüncü çeyreğine kadar hesaplanıp , yıllık ısı ihtiyacı , saatlik dış hava sıcaklık değişiminin etkisi hesaplara yansıtılmıştır. Bu değerler için, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden tedarik edilen Mardin ili istasyonunun verilerininin 2005 yılı değerleri kullanılmıştır. Şekil 5.4'de dış hava sıcaklıklarının yıllık değişimi görülmektedir. Isı kaybı değeri Şubat ayının 10. gününde maksimuma ulaşmaktadır ve cihaz seçimi bu değere göre yapılmıştır.

5.2 Soğutma Yükünün Belirlenmesi

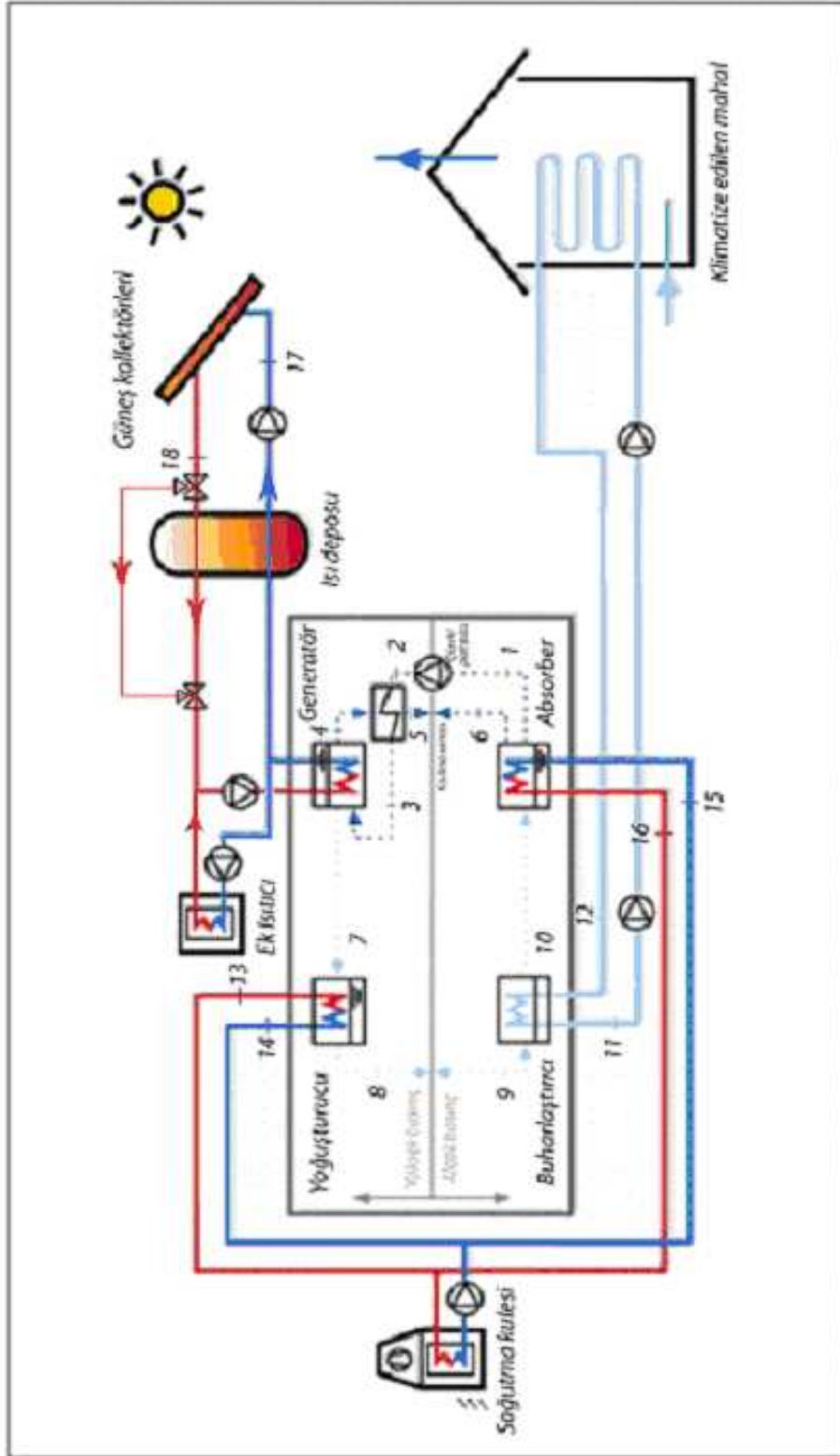
Mardin ilinde bulunan villanın, iletim ve radyasyon yoluyla medyana gelen ısı kazançları ekte belirtilen yapı elemanları ve Mardin ili dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak saat saat belirlenmiştir. Şekil 5.1'de evin 1 yıl boyunca sahip olduğu soğutma yükü miktarının değişimi görülmektedir. Mayıs ayının 15. gününden başlayarak Eylül ayının 15.gününe kadar soğutma sezonu olarak belirlenmiştir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Mardin istasyonunda güneş ışınımı tespiti yapılmadığından Diyarbakır ilinin güneş ışınımı değerleri kullanılmıştır.

Soğutma yükü belirlenirken ,villa da yaşayan insanlardan gelen, gün boyunca kullanılan cihazlardan kazanılan duyulur ve gizli ısı kazançları, pencere yüzey alanlarına ve güneş ışınımı değerlerine bağlı olarak ışıma yoluyla gerçekleşen ısı kazançları ve yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kazançları hesap edilerek toplam soğutma yükü belirlenmiştir. Gece geç saatlerde meydana gelen çok ufak değerlere sahip ısı

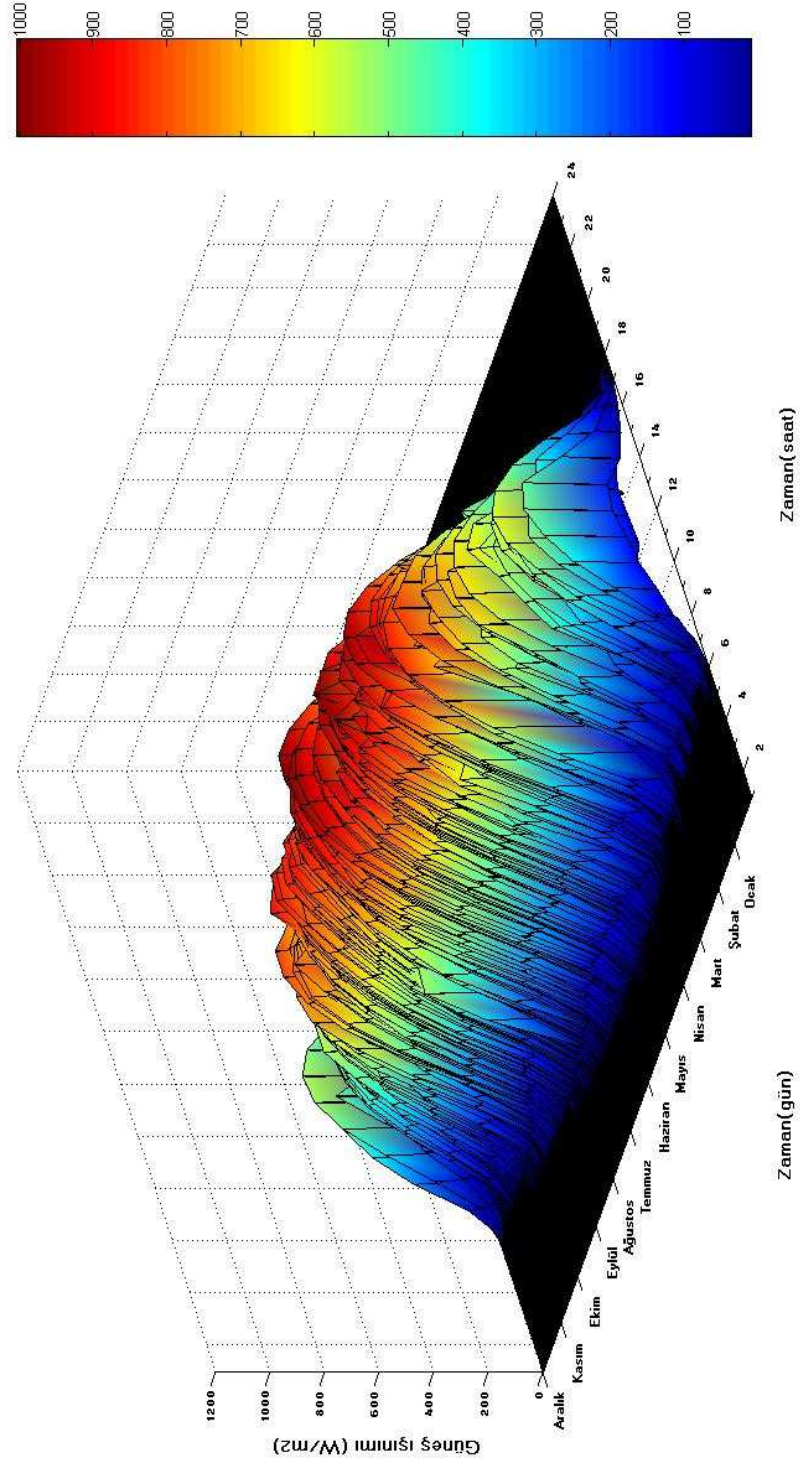
kazançları yıl boyunca toplandığında belirgin bir yük oluşturduğundan geceleri için saat 22:00'den sabah saat 4:00'e kadar olan süreçte eğer dış hava sıcaklık değeri ile iç ortam konfor şartı arasındaki fark $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altında ise soğutma yükü olarak hesaba katılmamıştır.



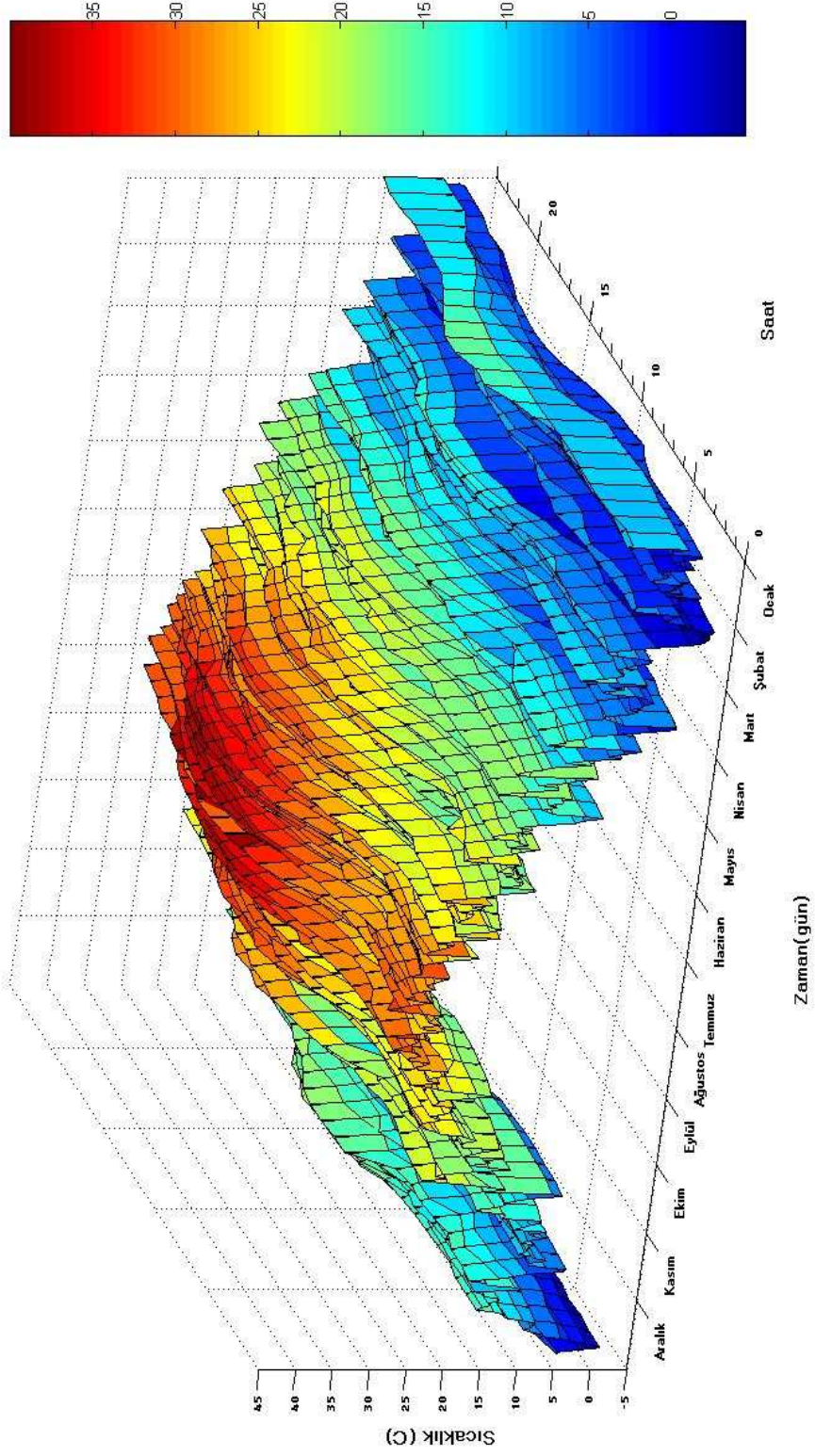
Şekil 5.1 Soğutma sezonu boyunca soğutma yükünün saatlik değişimi



Şekil 5.2 Villa soğutmasında kullanılacak olan güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sisteminin gösterimi



Şekil 5.3 DMİGM'den alınan güneş ışıması değerleri (W/m^2)



Şekil 5.4 Mardin ili dış hava kuru termometre sıcaklıkları

5.3 Termodinamik Analiz

Şekil 5.2’de şematik resmi mevcut olan sistemin modellenmesi için birkaç kabülün yapılmasına ihtiyaç vardır.

İncelenen sistem analizinde aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

- Sürekli akışlı bir sistemdir. Soğutucu akışkan olarak saf su dolaştırılmaktadır.
- Denge halindeki sistemin sıcaklık parametreleri arasında $t_G > t_Y > t_A > t_E$ şartı mevcuttur.
- Generatörden çıkan soğutucu akışkan buharı saf su olup , $x=1$ kuruluk derecesinde ve generatör sıcaklığında generatörü terk etmektedir.
- Yoğuşturucudan doymuş sıvı şartında çıkan soğutucu akışkan, saf su olup , $x=0$ kuruluk derecesindedir.
- Buharlaştırıcıdan çıkan soğutucu akışkan, doymuş buhar şartında ve buharlaştırıcı sıcaklığındadır.
- Sistem elemanlarından kısılma vanaları, adyabatik proseslerdir.
- Çözelti pompasının neden olduğu sıcaklık ve entalpi artışı ihmal edilmiştir.
- Sistemden çevreye olan ısı kayıpları ihmal edilmiştir.
- Absorberden çözelti pompasına giren LiBr bakımından fakir çözelti ve generatörü terk edip, çözelti ısı değiştiricisine giren zengin çözelti , doymuş sıvı fazındadır.
- Absorber , generatör , buharlaştırıcı , yoğuşturucu içerisinde ve boru donanımında basınç kaybı meydana gelmemektedir.

Eğer işletme değişkenlerinden iki tanesi serbest değişken olarak seçilirse , akışkan çifti (H_2O -LiBr) için diğer şartlar , termodinamik denge verileriyle tespit edilir. Örneğin , absorpsiyonlu soğutma sisteminin durumunu tayin etmek için, Basınç (P), Sıcaklık (T) ve Konsantrasyon (X) bağımsız değişkenlerinden herhangi ikisi seçilebilir. $P= f (T, X)$ ya da $T= f (P,X)$ kullanılarak bulunabilir.

Mevcut absorpsiyonlu soğutma cihazlarının, güneş enerjisi destekli villa soğutma sisteminde kullanılması için, kurulması düşünülen sistemin termodinamik analizi sonucunda, aşağıda belirtilen parametreler belirlenmiştir.

- Akış oranı (FR)
- Soğutma etkinliği (SE)

Boyutsuz bir değer olan sistemin akış oranı (FR) , çok önemli bir tasarım parametresi olup,

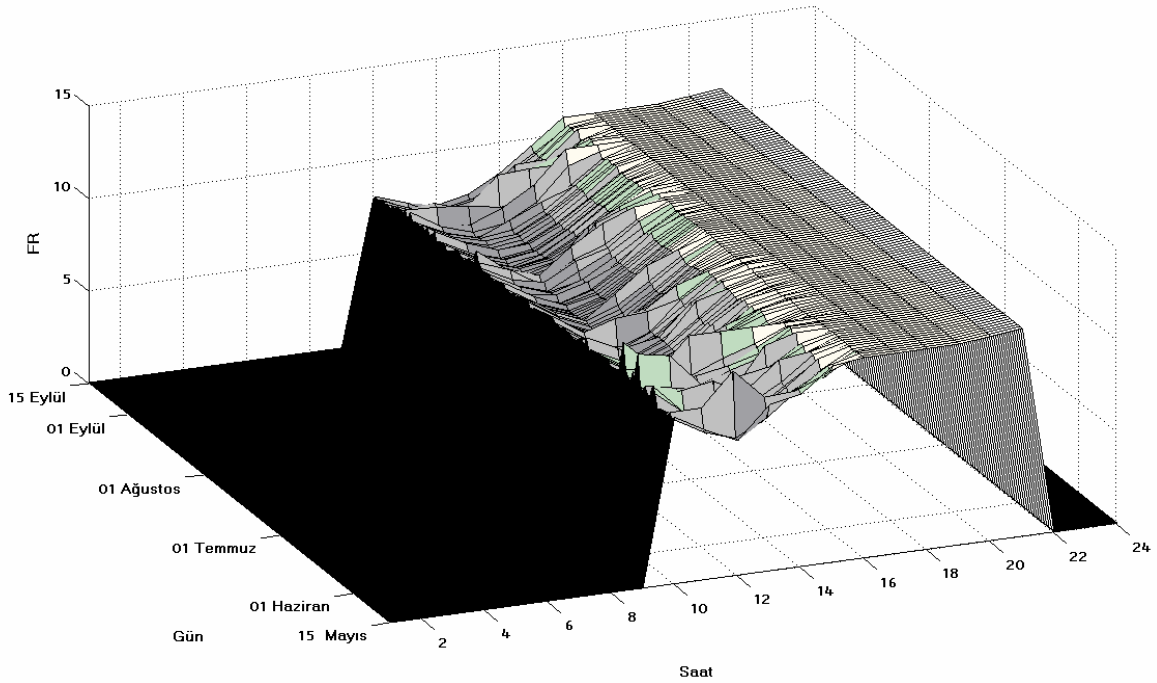
absorberdeki kütleli debinin, soğutucu akışkanın kütleli debisine oranıdır.

$$FR = \frac{\dot{m}_A}{\dot{m}_{s,a}} \quad (5.1)$$

Ayrıca konsantrasyonlar cinsinden yazılmak istenirse denklem (5.1) ve LiBr balansı kullanılarak ,

$$FR = \frac{X_z}{(X_f - X_z)} \quad (5.2)$$

formülüyle de bulunabilir.



Şekil 5.5 Akış oranının soğutma sezonu boyunca değişimi

Cihazın soğutma etkinlik katsayısının belirlenebilmesi için, Şekil 5.2’de belirtilen noktalardaki kütleli debi, zengin-fakir çözeltinin LiBr konsantrasyonu, akışkanın sahip olduğu enerji ve sıcaklıklar bulunmuştur.

Kütlenin korunumu kanunundan ,

$$m_3 = m_4 + m_7 \quad (5.3)$$

m_3 = Absorberi terk eden LiBr bakımından fakir çözeltinin kütleli debisi (kg/s)

m_4 = Generatörü terk eden LiBr bakımından zengin çözeltinin kütleli debisi (kg/s)

m_7 = Soğutucu akışkan debisi (kg/s)

yazılabilir. LiBr balansı yazılacak olursa ,

$$m_3 \cdot X_3 = m_4 \cdot X_4 + m_7 \cdot X_7 \quad (5.4)$$

Burada X_7 değeri soğutucu akışkanın LiBr konsantrasyonu olduğundan ve LiBr'ün uçucu olmasından ötürü, generatörden yalnızca su buharı yoğuşturucuya gönderilir. Bu yüzden, $X_3 = X_f$, $X_4 = X_z$ ve $X_7 = 0$ eşitlikleri kullanılarak m_3 ,

$$m_3 = m_4 \cdot \left(\frac{x_z}{x_f} \right) \quad (5.5)$$

formülüyle belirlenir. Sistem kabulleri göz önüne alınarak Şekil 3.10'da da bahsedilen çalışma basınç aralığına bağlı olarak, borularda herhangi bir basınç düşüşünün yaşanmadığı kabulü ile sistemde oluşabilecek yüksek basınç 2,3,4,5,7,8 nolu hallerde, düşük basınç ise 1,6,9,10 nolu hallerde oluşacaktır.

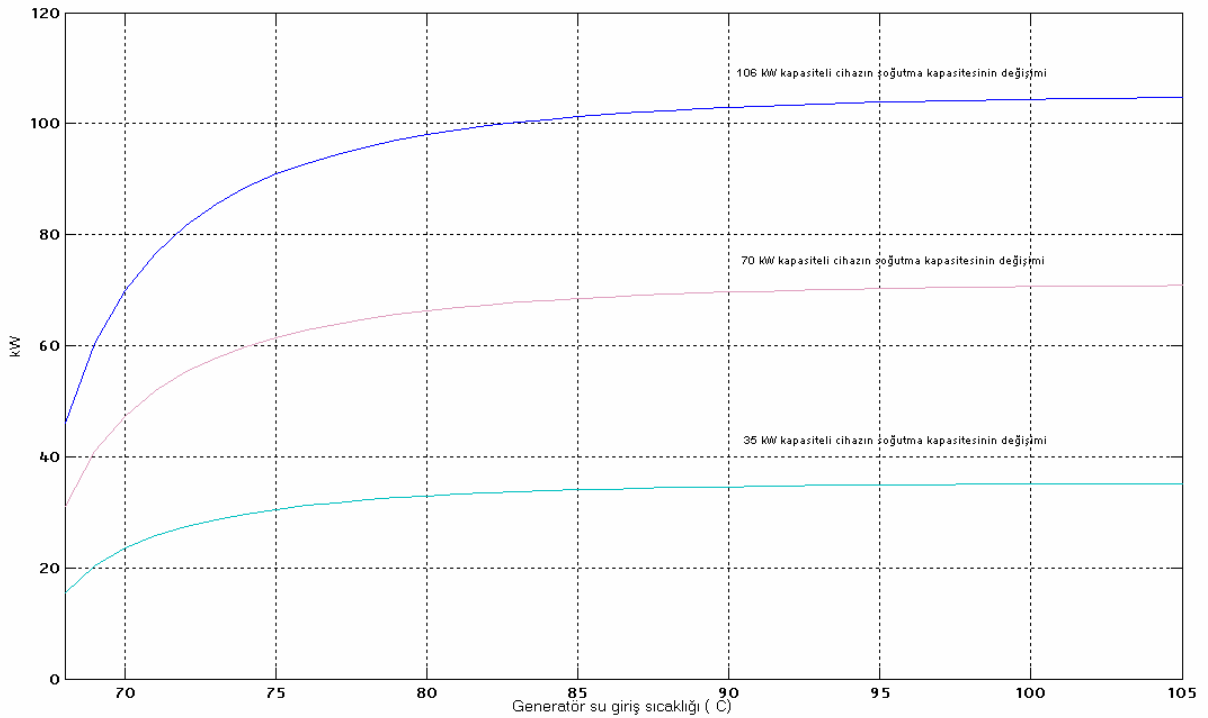
Çizelge 5.1 Absorpsiyonlu soğutma cihazının katalog verileri

Model			1	2	3	4	5	6
Kapasite		kW	35	70	106	176	229	282
Soğuk su hattı	Debi	m ³ /hr	5.5	11	16.5	27.5	35.7	44
	Giriş Sıc.	°C	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
	Çıkış Sıc.	°C	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
Soğutma suyu	Debi	m ³ /hr	10	20	30	50	67	85
	Giriş Sıc.	°C	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4
	Çıkış Sıc.	°C	36.8	36.7	36.6	36.7	36.4	36.3
Sıcak su hattı	Debi	m ³ /hr	7.8	15.7	23.2	39.8	51.3	63.1
	Giriş Sıc.	°C	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6
	Çıkış Sıc.	°C	85	85	85	85	85	85

Buharlaştırıcı için Şekil 5.2’de gösterilen sistem sınırları içerisinde ortamdan çekilen ısı

$$Q_{\text{buh}} = m_{10} \cdot (h_{10} - h_9) = m_{12} \cdot c_{\text{pcw}} \cdot (T_{11} - T_{12}) \cdot \eta_{\text{buh}} \quad (5.6)$$

denklemlerle belirlenir. Buharlaştırıcıyı terk eden LiBr/su çözeltisinin sıcaklığı ile çözeltiden ayrılan soğutucu akışkan(su) buharının sıcaklığı generatör sıcaklığına eşittir. Farklı kapasitelerde ki cihazların Çizelge 5.1’de verilen özelliklerine göre hesaplanan soğutma kapasitelerinin, generatör sıcaklığına bağlı değişimi Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



Şekil 5.6 Farklı cihazların generatör sıcaklığına bağlı kapasitelerinin değişimi

Cihaz katalogunda belirtilen soğutma kapasitesini sağlamak için sistemde dolaşması gereken soğutucu akışkanın debisi ise,

$$m_{10} = Q_{\text{buh}} / (h_{10} - h_9) \quad (5.7)$$

denklemlerle belirlenir.

Yoğuşturucu için Şekil 5.2’de gösterilen sistem sınırları içerisinde ortama atılan ısı

$$Q_{\text{yoğ}} = m_7 \cdot (h_8 - h_7) = m_{14} \cdot c_{\text{pss}} \cdot (T_{14} - T_{13}) \cdot \eta_{\text{yoğ}} \quad (5.8)$$

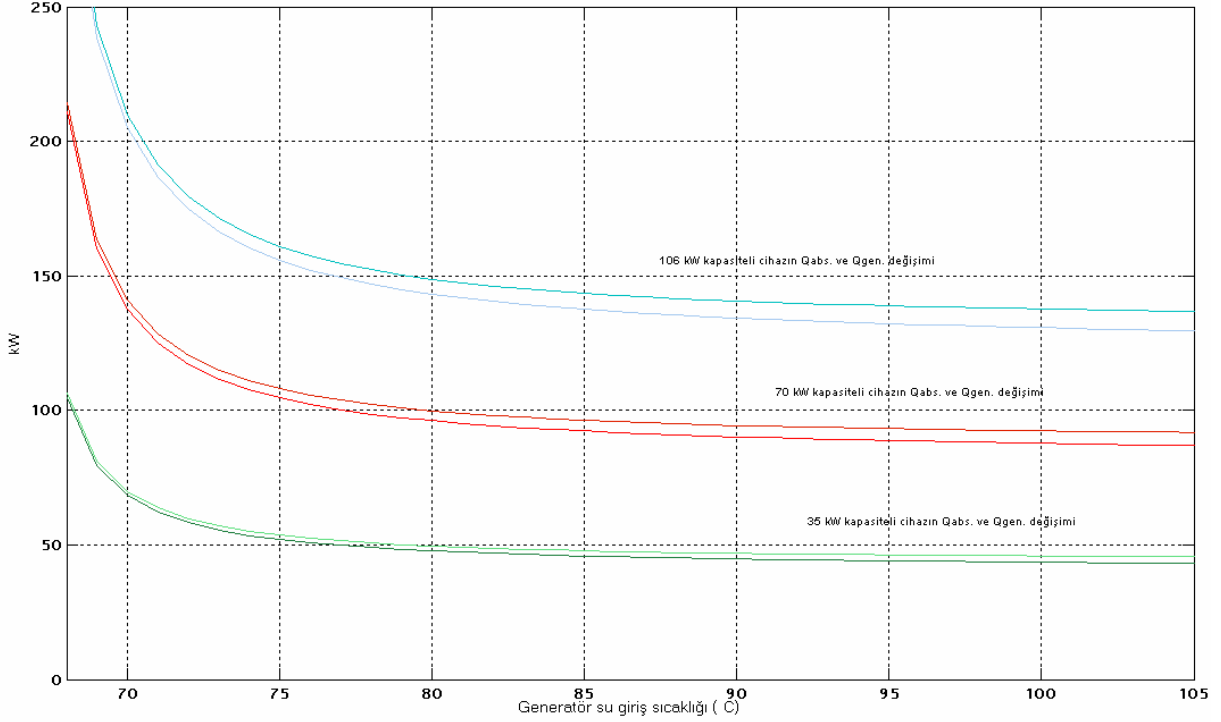
denklemlerle belirlenir.

Cihaz katalogunda belirtilen soğutma suyu debisini ve sıcaklıklarını sağlamak için sistemin

absorberinde ihtiyaç duyulan soğutma suyu miktarı ise,

$$Q_{\text{abs}} = m_{10} \cdot h_{10} + m_6 \cdot h_6 - m_1 \cdot h_1 = m_{16} \cdot c_{\text{pss}} \cdot (T_{16} - T_{15}) \cdot \eta_{\text{abs}} \quad (5.9)$$

denklemden belirlenir. Şekil 5.7’de grafik olarak sistem komponentlerinin Çizelge 5.1’de belirtilen 3 model için değişimi çizdirilmiştir.



Şekil 5.7 Farklı soğutma kapasitelerine sahip cihazların ihtiyaç duyduğu generator ısılarının ve absorberde çekilen ısılarının karşılaştırılması

Soğutma suyunun kütleli debisi ise,

$$m_{\text{ss}} = m_{16} + m_{14} \quad (5.10)$$

formülüyle belirlenmiştir.

LiBr-su çözeltisinin entalpisi 1 şartında aşağıdaki parametrelere bağlı olarak, denklem (5.1)’de belirtilen formülle bulunur.

$$h_1 = f(T_1, X_f) \quad (5.11)$$

Generator için Şekil 5.2 ‘de gösterilen sistem sınırları içerisinde verilmesi gereken ısı

$$Q_{\text{gen}} = m_4 \cdot h_4 + m_7 \cdot h_7 - m_3 \cdot h_3 = m_{18} \cdot c_{\text{phw}} \cdot (T_{17} - T_{18}) \cdot \eta_{\text{gen}} \quad (5.12)$$

şeklinde ifade edilebilir. LiBr-su çözeltisinin entalpisi 3 ve 4 şartlarında aşağıdaki

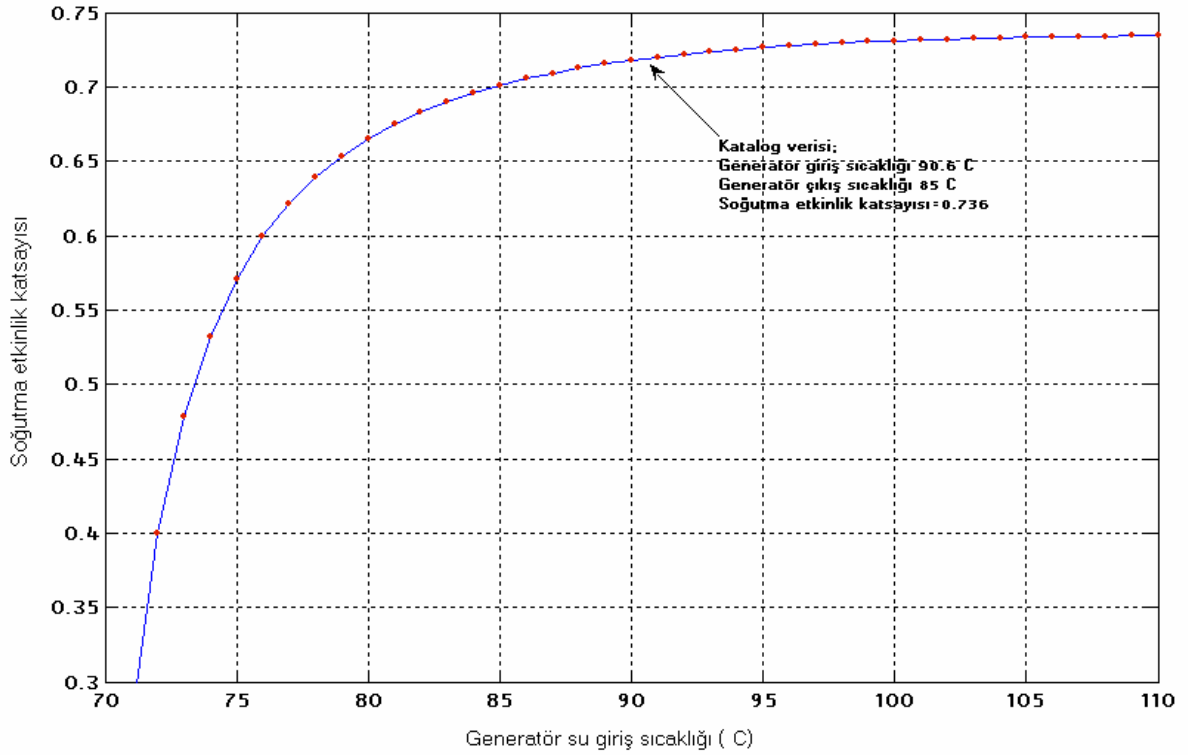
parametrelere bağılı olarak denklem (5.16)'da belirtilen formülle bulunur.

$$h_4=f(T_4, X_2) \quad (5.13)$$

$$h_3=f(T_3, X_f) \quad (5.14)$$

$$SE = \frac{\text{Soğutma kapasitesi}}{\text{Generatöre verilen isi miktarı}} = \frac{Q_{buh.}}{Q_{gen.}} \quad (5.15)$$

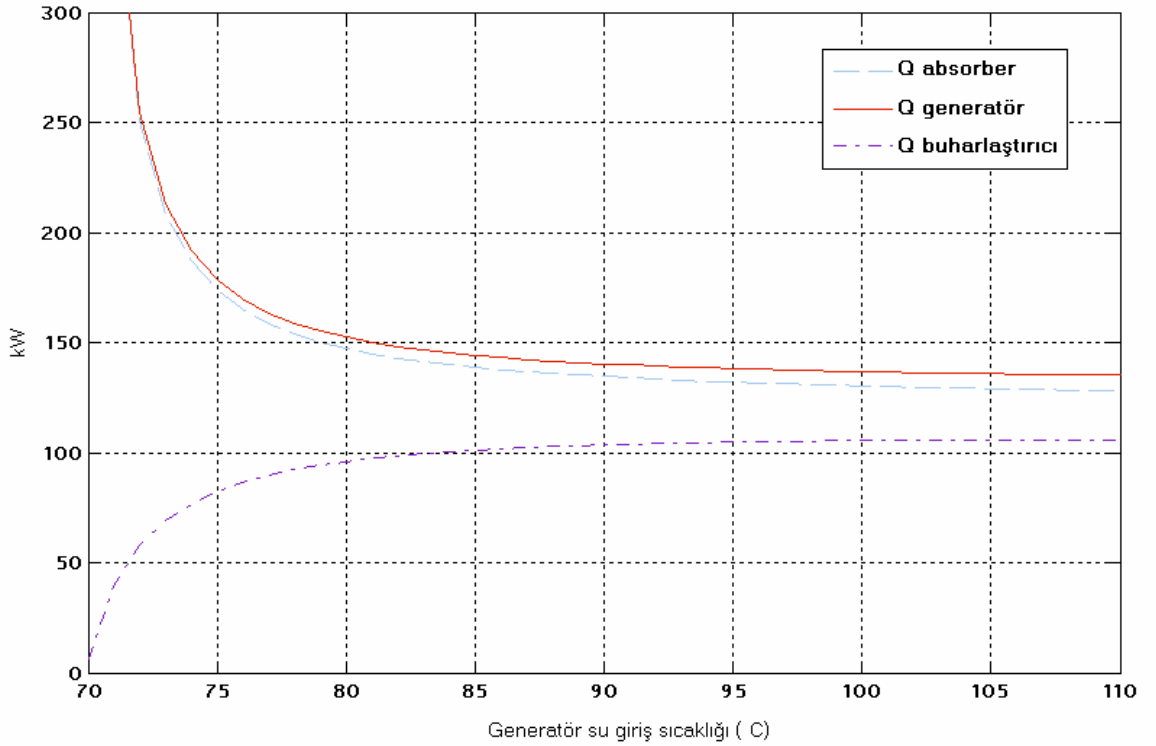
ile de kullanılacak olan cihazın soğutma etkinliği belirlenmiştir.



Şekil 5.8 106 kW kapasiteli absorpsiyonlu soğutma cihazının generatöre giren su sıcaklığı ile SE katsayısının değişimi

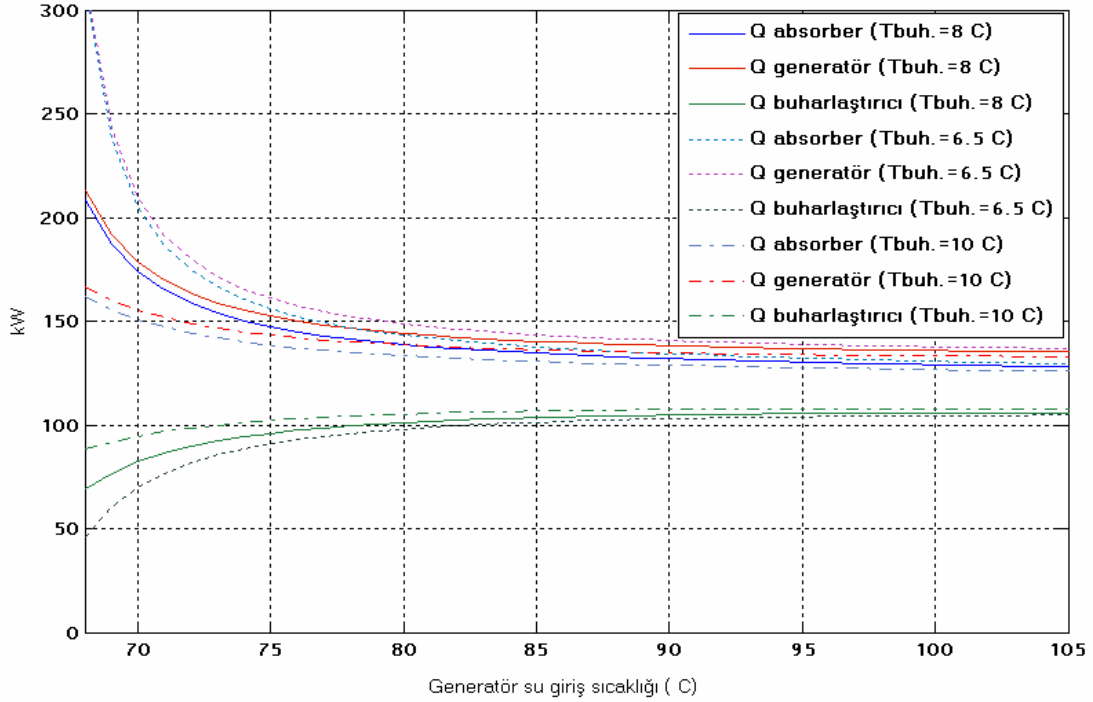
5.4 Absorpsiyonlu Soğutma Cihazının Performansı

Sistemde kullanılan absorpsiyonlu soğutma sisteminin generatöründeki sıcaklık, güneş enerjisinden elde edilen sıcaklık değerlerine bağlı olarak gün içinde değişmektedir. Bu sebeple Bölüm 5.3’de açıklanan esaslar doğrultusunda, cihazın soğutma etkinlik katsayısı saatlik belirlenmiştir. Generatör besleme suyu sıcaklığına bağlı olarak cihazın performansının değişimi Şekil 5.8’de görülmektedir. Cihazın katalog verileri Çizelge 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.9 106 kW kapasiteli cihazın, generatör su giriş sıcaklığına bağlı olarak sistem komponentlerinin davranışı

Sistemin devamlı çalışması için generatör sıcaklığının çok fazla düşürülmemesi gerekmektedir. Modellemesi gerçekleştirilen sistemde absorpsiyonlu soğutma grubuna gelen sıcak su sıcaklığı 75 °C ‘nin altına düşmeyecek şekilde ayarlanmıştır. Böylece sistem etkinliğinin de çok düşmesi ve gerekli sıcak su debisinin çok yükselmesi söz konusu olmamaktadır. Şekil 5.9’da sistem katalog verilerinde çalıştırılacak olursa generatöre verilecek olan sıcak suyun ısısı, absorberden düşük sıcaklıktaki ısı kaynağına atılacak olan ısı miktarı ve buharlaştırıcı ile ortamdan çekilecek olan ısı miktarının generatöre su giriş sıcaklığına bağlı olarak değişimi görülmektedir. Şekil 5.10’da ise farklı generatör sıcaklığına ek olarak farklı buharlaştırıcı sıcaklığındaki sistem komponentlerinin davranışı görülmektedir.

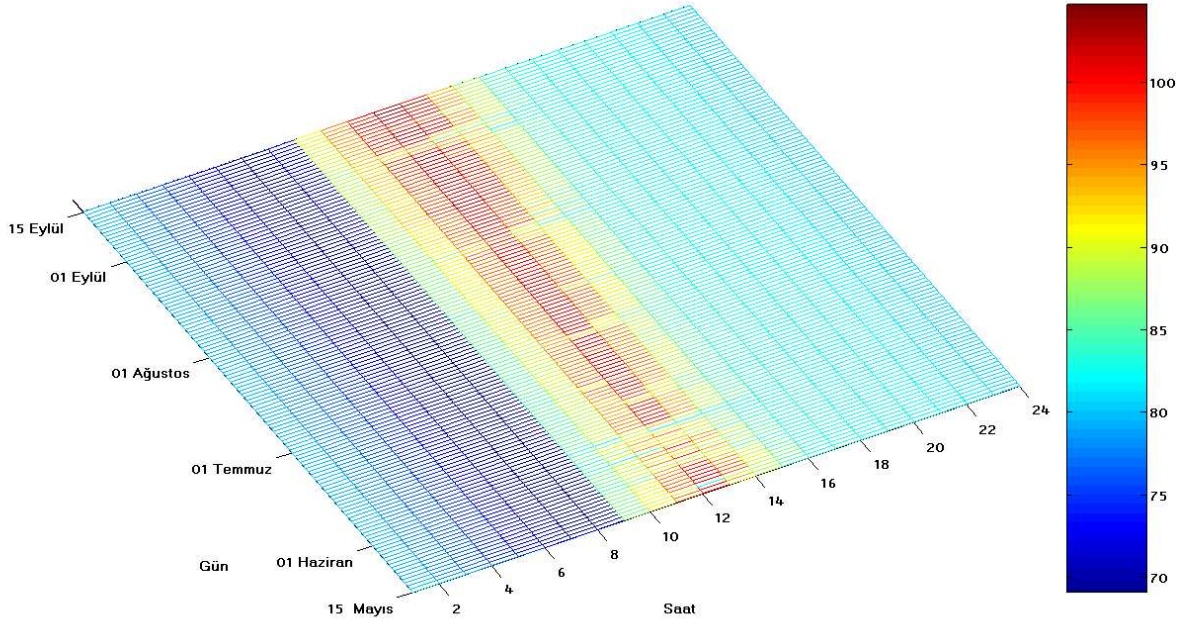


Şekil 5.10 Soğutulmuş suyun sıcaklığına ve generatör su giriş sıcaklığına göre komponentlerin davranışlarının değişimi

Ekonomikliliği araştırılan sistemlerden, analizi yapılacak olan sistemin ekipmanlarının (güneş kolektörleri, absorpsiyonlu soğutma cihazı, soğutma kulesi vs.) girdileri birbirleriyle ilintilidir. Bu yüzden her birinin modellenmesi yapıldıktan sonra birbirleriyle bağlantılı çalışmaları sağlanmalıdır.

Çizelge 5.2 Generatör sıcaklığının bağlı olduğu parametreler

Bölüm	Sıcaklığın bağlı olduğu parametre	Açıklama
Buharlaştırıcı	5...10 °C aralığında değişmektedir.	Sistemde 6 °C alınmıştır.
Yoğuşturucu	f_y (soğutma kulesinden soğutma suyu çıkış sıcaklığı, X_f , T_{gen})	Değişkenler , şartlara bağlı değişir.
Absorber	f_a (absorber soğutma suyu çıkış sıcaklığı, X_z , T_{gen})	Değişkenler , şartlara bağlı değişir.
Generatör	f_g (güneş kolektörü çıkış sıcaklığı, depo sıcaklığı)	maks. 100 °C



Şekil 5.11 Generatör besleme suyu sıcaklığının gün içerisindeki değişimi

Önceden belirtildiği üzere LiBr/su çözeltisi kullanan tek etkili absorpsiyonlu soğutma sisteminin generatör sıcaklığı yaklaşık olarak minimum 70 °C'nin üzerinde olmalıdır.

5.5 LiBr-Su Çözeltisinin Termofiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Seçilecek olan cihazın soğutucu akışkanının su , absorbanın ise LiBr olmasından dolayı, çözeltinin sahip olacağı entalpi aşağıdaki birkaç değişkenli 4. dereceden polinom yardımıyla,

$$h = \sum_0^4 A_n X^n + t \cdot \sum_0^4 B_n X^n + t^2 \cdot \sum_0^4 C_n X^n \quad (\text{kJ/kg}) \quad (5.16)$$

hesaplanabilir. (Ashrae,1997)

Sıcaklıklar °C cinsinden , LiBr konsantrasyonu ise % LiBr cinsindedir. Hem generatörü hemde absorberi terk eden çözeltinin Denklem (5.16) kullanılarak istenilen çözelti sıcaklığındaki LiBr-su çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olarak , sahip olduğu entalpisi MATLAB programı yardımıyla hesaplatılmıştır. Formülün geçerli olduğu Lityum bromürün konsantrasyon aralığı %40 ile % 75 arasındadır ve çözelti sıcaklığının 15 °C 'nin altına düşmemesi ve 165 °C'den yüksek olmaması gerekmektedir. LiBr-su çözeltisi için kullanılacak olan sabit değerler olan A, B , C değerleri belirtilen kaynaktan alınmıştır.

Sonrasında Lityum bromür – su çözeltisi için hazırlanan denge diyagramı kullanılarak generatör ve absorber basıncı belirlenmiştir. İstenilen çözelti ve soğutucu akışkan sıcaklığında belirli konsantrasyonlar için basınçlar belirlenmiştir. Ek 5 'de belirtilen denge diyagramında görüleceği üzere çözelti sıcaklığı, soğutucu akışkan sıcaklığına ve çözeltinin sahip olduğu konsantrasyonuna bağlıdır. Gün içerisinde ki değişken olan parametrelere bağlı olarak cihazın çalışma aralığı da değişiklik göstermektedir ve MATLAB yardımıyla yaz ayları boyunca olan bu değişim hesaplanmıştır.

5.6 Suyun Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Soğutucu akışkan olarak sistemde kullanılan suyun istenilen sıcaklıkta ya da basınçta, doymuş sıvı, doymuş buhar fazlarında sahip olduğu entalpi, özgül hacmi ve doyma basıncı ya da sıcaklığı Ek 7'da verilen çizelgeden enterpolasyon yaptırılarak MATLAB'e yazılan yardımcı program yardımıyla hesaplanmıştır.

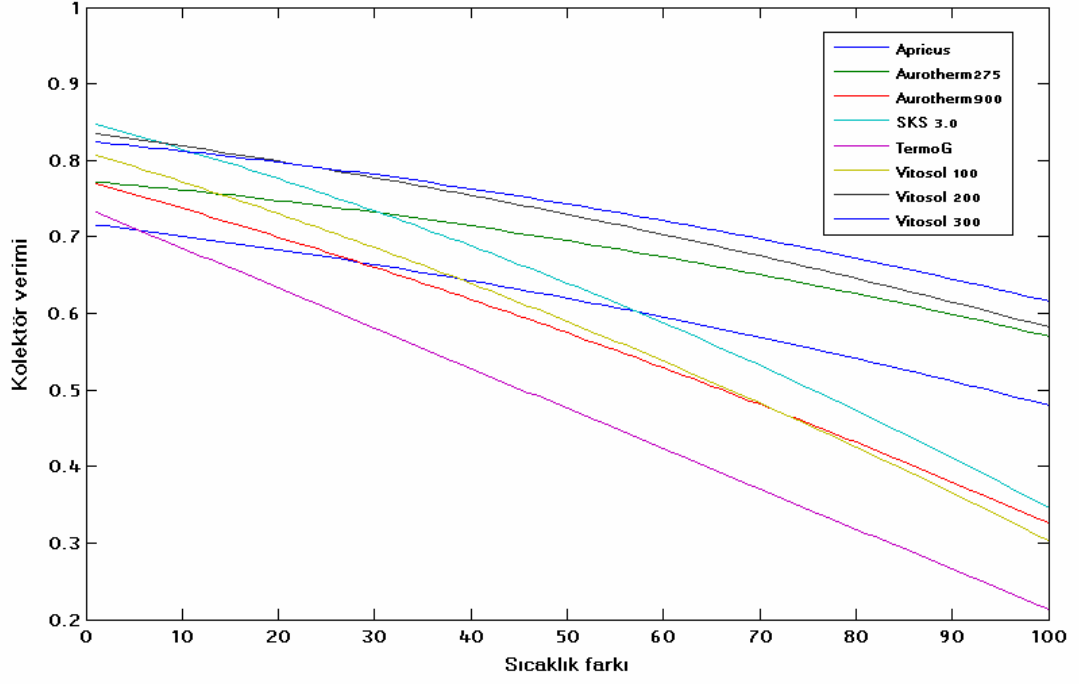
5.7 Güneş Kolektörleri

Sistemde kullanılmak üzere güneş kolektörlerinden, düzlemsel ve vakum borulu olmak üzere iki çeşit kolektör denenmiştir. Kullanılan güneş kolektörlerinin teknik özellikleri Çizelge 5.3'de belirtilmiştir. Kolektör sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark sıfır olduğunda, kolektör ortama ısı kaybetmez ve verim (η) maksimumdur, bu da optik verime η_0 eşittir.

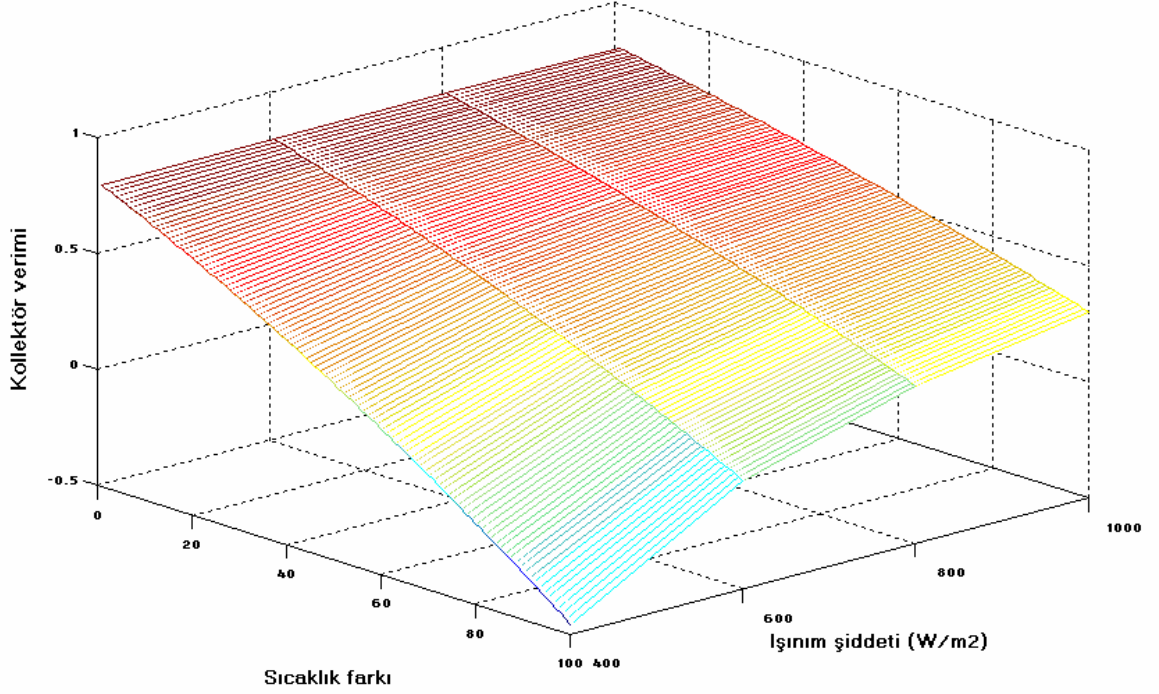
Piyasada ki mevcut düzlemsel ve vakum borulu kolektörlerin verim eğrilerinin karşılaştırılması Şekil 5.12'de, kullanılacak düzlemsel kolektörün, güneş ışıınımlı değerlerine göre veriminin değişimi Şekil 5.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.3 Kullanılan kolektörlerin optik verimi ve kayıp katsayıları

	Düzlemsel kolektör	Vakum borulu kolektör
η_0 (%)	82.6	84
a_1 (W/m ² .K)	3.68	1.61
a_2 (W/m ² .K ²)	0.011	0.063



Şekil 5.12 Piyasadaki mevcut kolektörlerin verim eğrileri ($I=1000 \text{ W/m}^2$)

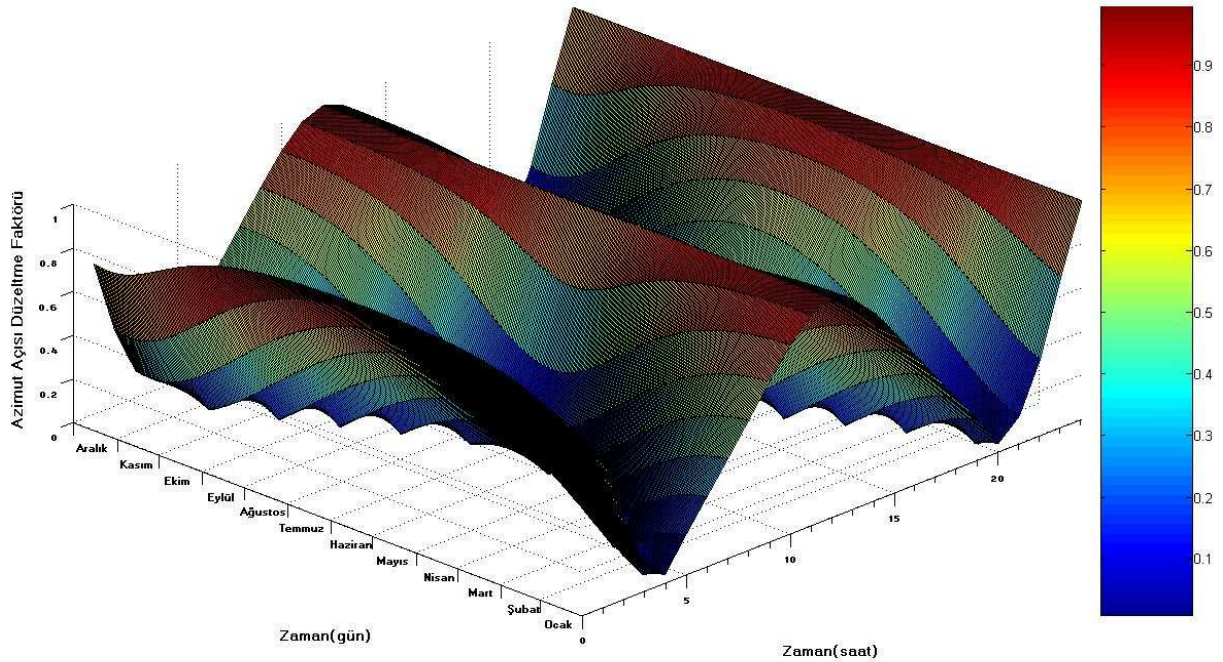


Şekil 5.13 Kullanılan düzlemsel güneş kolektörünün güneş ışınımına ve sıcaklık farkına bağlı veriminin değişimi

Kolektörler ısındıkları zaman, ısı iletimi, ısı radyasyon ve konveksiyon (taşıma) yolu ile ortama ısı verirler. Bu kayıplar, Çizelge 5.3'de belirtilen a_1 ve a_2 ısı kayıp katsayıları tarafından göz önünde bulundurulur.

5.8 Faydalı Güneş Enerjisinin Belirlenmesi

Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sistemi ile soğutulan villaların, soğutma sezonu boyunca güneş kolektörlerinden sağlanan faydalı enerjiye ve bu sıcak suyun sıcaklığına bağlı olarak çalıştırılan sistemin termodinamik analizi gerçekleştirilmiştir. Güneşin ve dünyanın bir takım hareketleri sonucu yıl boyunca farklı noktalardan doğup, farklı noktalardan battığı bilindiğinden, bunun sistem üzerindeki etkisi de hesaba katılmıştır. Ayrıca güneş kolektörlerinin 45° eğim açısıyla yerleştirilmesi de göz önünde bulundurularak yıl boyunca güneşten sağlanan faydalı enerji hesaplanırken, Bölüm 4.7'de açıklanan denklemler kullanılmıştır. Sistemdeki mevcut güneş kolektörlerinin, saatlik olarak anlık verimleri değiştiğinden, güneşten sağlanan faydalı ısının da yıl boyunca, güneş ışınımına, dış hava sıcaklık değerlerine ve güneş kolektörleri giriş suyu sıcaklığına bağlı değişimi tespit edilmiştir.



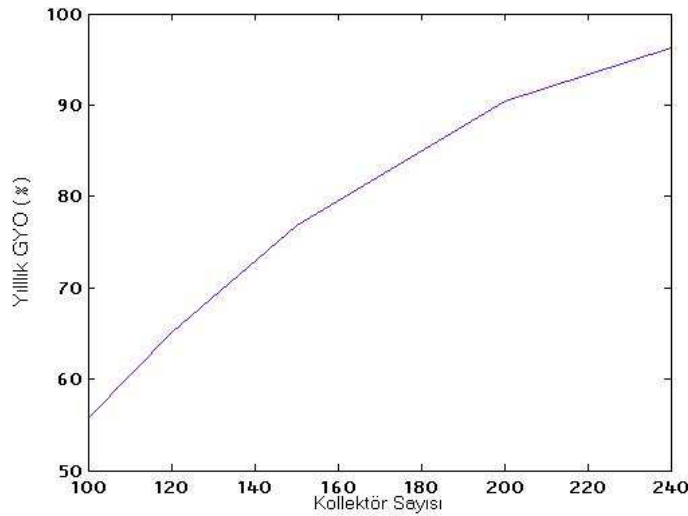
Şekil 5.14 Azimut açısı düzeltme faktörü

5.9 Sistemin Çalışma Koşulları

Simülasyonu yapılan soğutma sistemi sabah saat 9:00'a kadar çalıştırılmayıp ,sonrasındaysa gün içerisindeki ısı kazançlarını karşılamak üzere her saat kimi zaman güneş enerjisi destekli kimi zaman ek ısıtıcı destekli çalıştırılmıştır. Güneşten yararlanma oranı (GYO) belirlenirken,

$$GYO = \frac{Q_{ga} + Q_{depo}}{Q_{gen}} \quad (5.17)$$

denklemini kullanılmıştır. Burada Q_{gen} , generatörün ihtiyaç duyduğu ısı , Q_{ga} güneşten alınan faydalı ısının, generatör sıcaklığından yüksek sıcaklıkta olan kullanılabilen kısmını ve Q_{depo} ise sistemce kullanılan depolanan enerjiyi belirtmektedir. Yıl boyunca öğlen saatlerinde depolanan bir miktar güneş enerjisi genellikle öğleden sonra kullanılmaktadır. Yalnızca soğutma amaçlı kullanılan güneş enerjisinden yıllık yararlanma oranının kolektör sayısına bağlı olarak değişimi Şekil 5.15 'de belirtilmiştir. Güneş enerjisi destek sistemi paralel bağlı kullanılan kolektörlerden oluşmakta olup her birinden geçen akışkanın debisi firma kataloğundan alınmıştır.

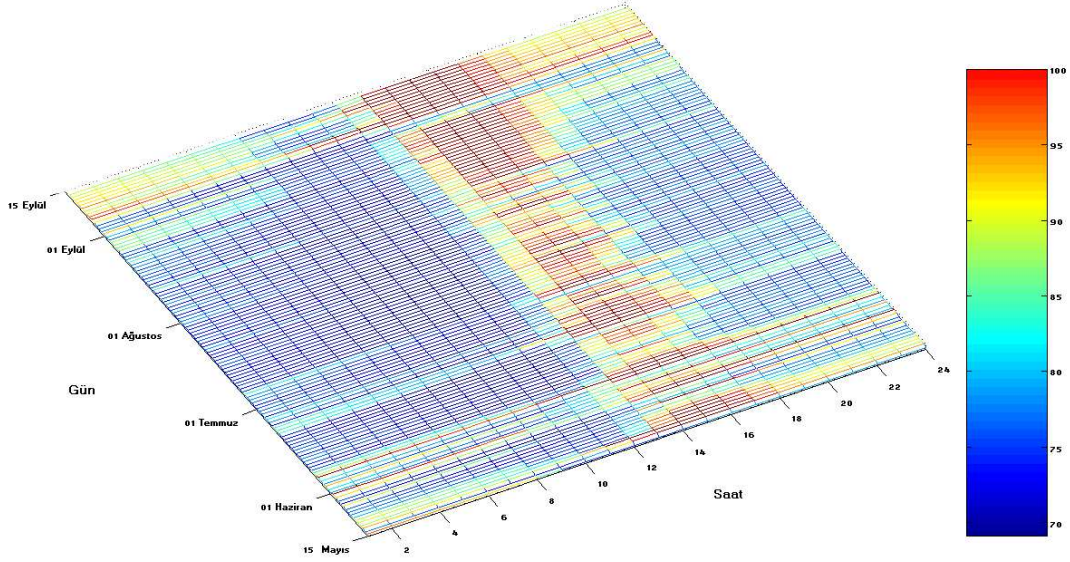


Şekil 5.15 Güneşten yararlanma oranının düzlemsel kolektör sayısına bağlı olarak değişimi

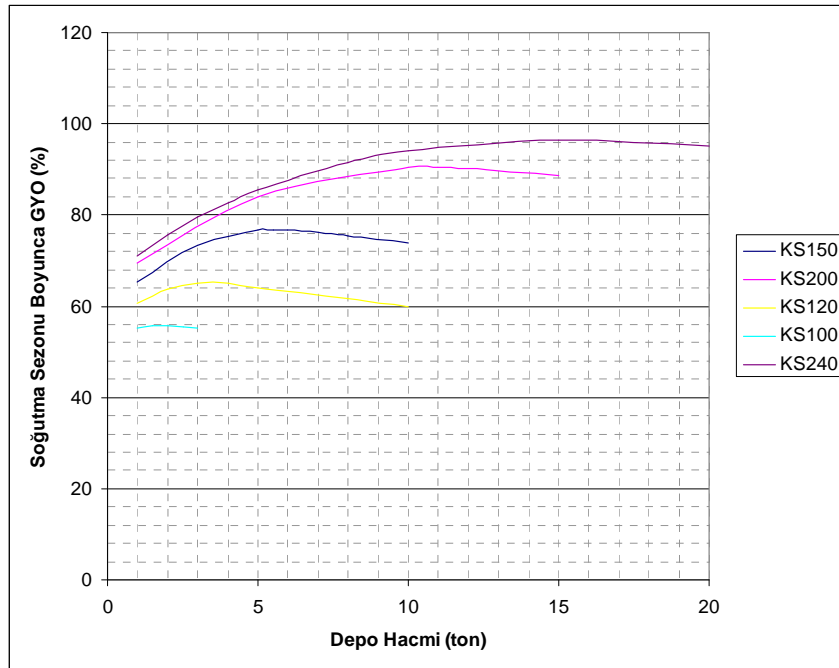
5.9.1 Depo Boyutlarının Belirlenmesi

Güneşten yararlanma oranı Denklem (5.17)'de belirtilen şekilde hesaplanıp, maksimum faydalanma sağlandığı andaki depo boyutları ve hacmi tercih edilmiştir. Depo boyutlarının gereğinden büyük olması halinde su debisinin artmasına rağmen, elde edilecek sıcak su sıcaklığı düştüğünden faydalanma oranı azalmaktadır. Tasarlanan sistem için optimum depo

boyutları Şekil 5.17'deki eğriler yardımıyla belirlenmiştir. 165 adet düzlemsel güneş kolektörü kullanan sistem için depo hacmi 6.5 ton olarak belirlenmiştir. Depo sıcaklıklarının Mardin ili dış hava sıcaklıklarına ve kullanıma bağlı olarak değişimi Şekil 5.23'de görülmektedir. Yaz mevsiminin sonlarına doğru azalan soğutma yüküne bağlı olarak, güneş enerjisi ihtiyacı da azaldığından depo sıcaklıklarında hissedilir derecede bir artış görülmektedir. Deponun kullanımına ilişkin ayrıntılar Şekil 5.15 ve 5.16'de gösterilmiştir.



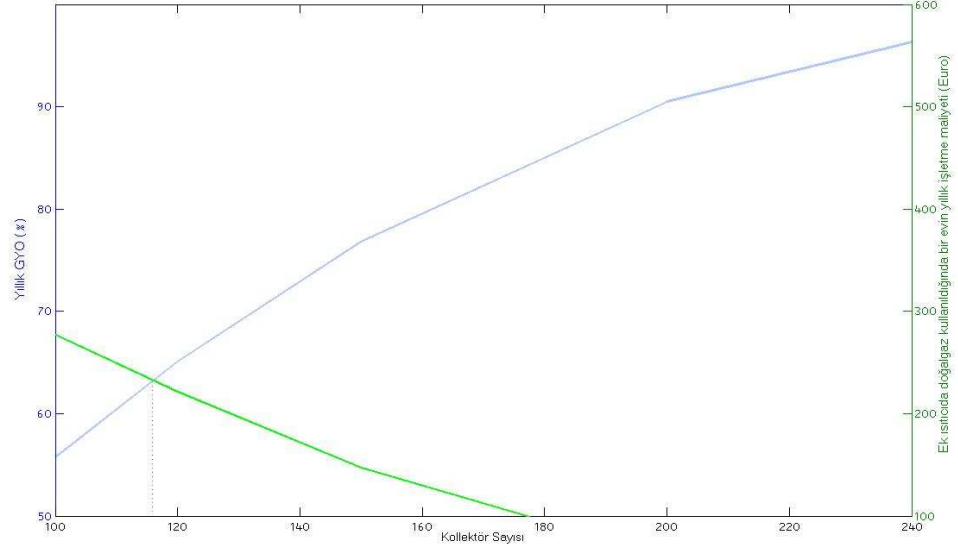
Şekil 5.16 Depo sıcaklığının soğutma sezonu boyunca değişimi



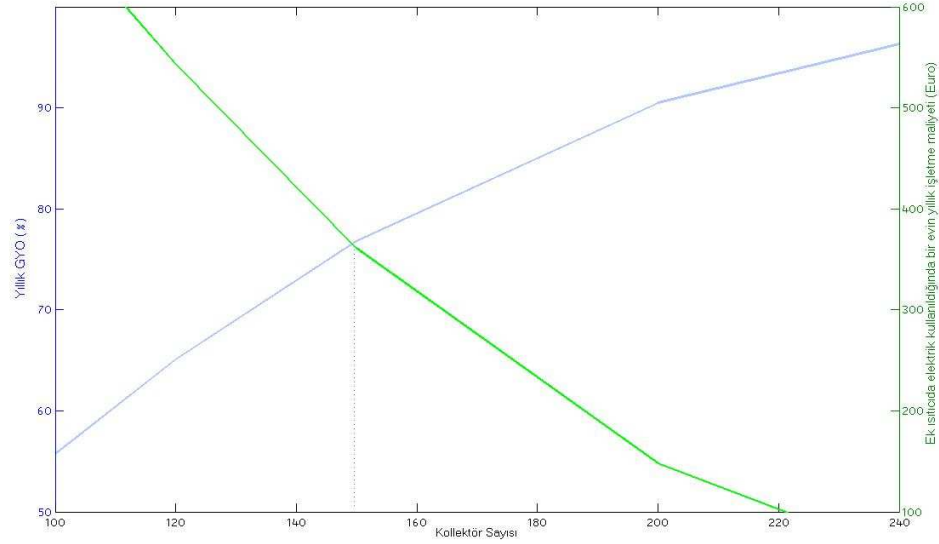
Şekil 5.17 Düzlemsel kolektörlü GEDAS sisteminin optimum depo boyutlandırılması

5.9.2 Ek Isıtıcı

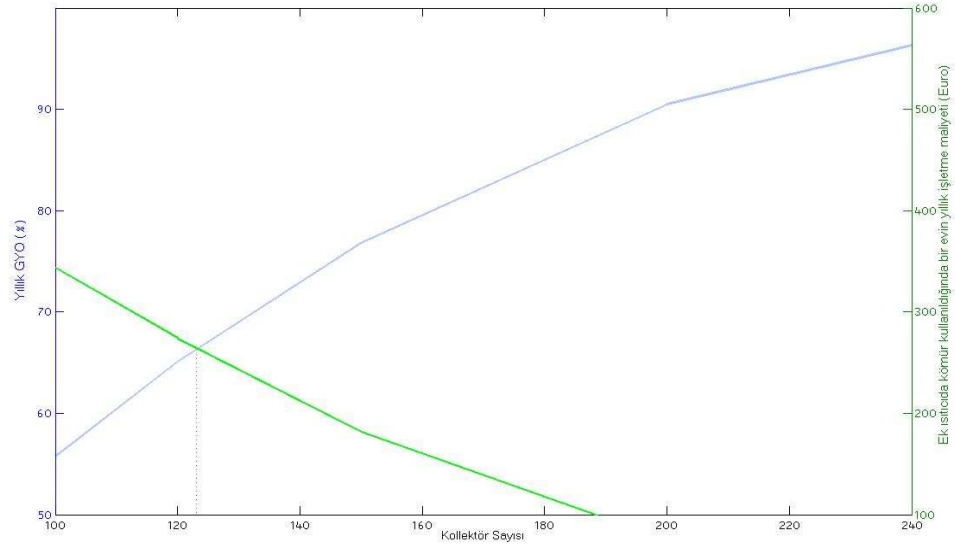
Ek ısıtıcıda kullanılacak olan en uygun yakıtın belirlenebilmesi için, işletme masrafları her bir yakıt için hesaplanmış ve ek ısıtıcı yakıtına bağlı olarak gerekli optimum düzlemsel kolektör sayısı grafiklerle açıklanmıştır.



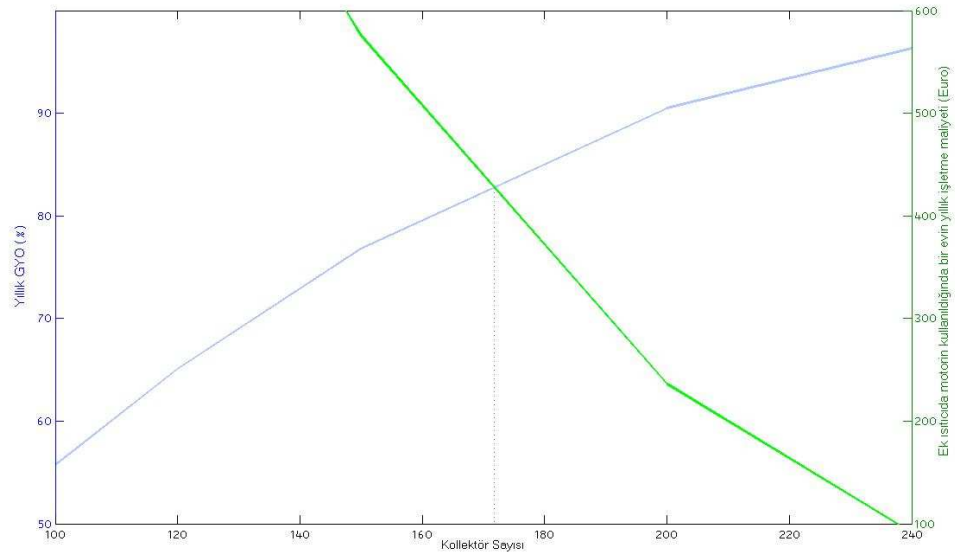
Şekil 5.18 Ek ısıtıcıda yakıt olarak doğalgaz kullanıldığında soğutma sisteminin yıllık İM



Şekil 5.19 Ek ısıtıcıda yakıt olarak elektrik kullanıldığında soğutma sisteminin yıllık İM



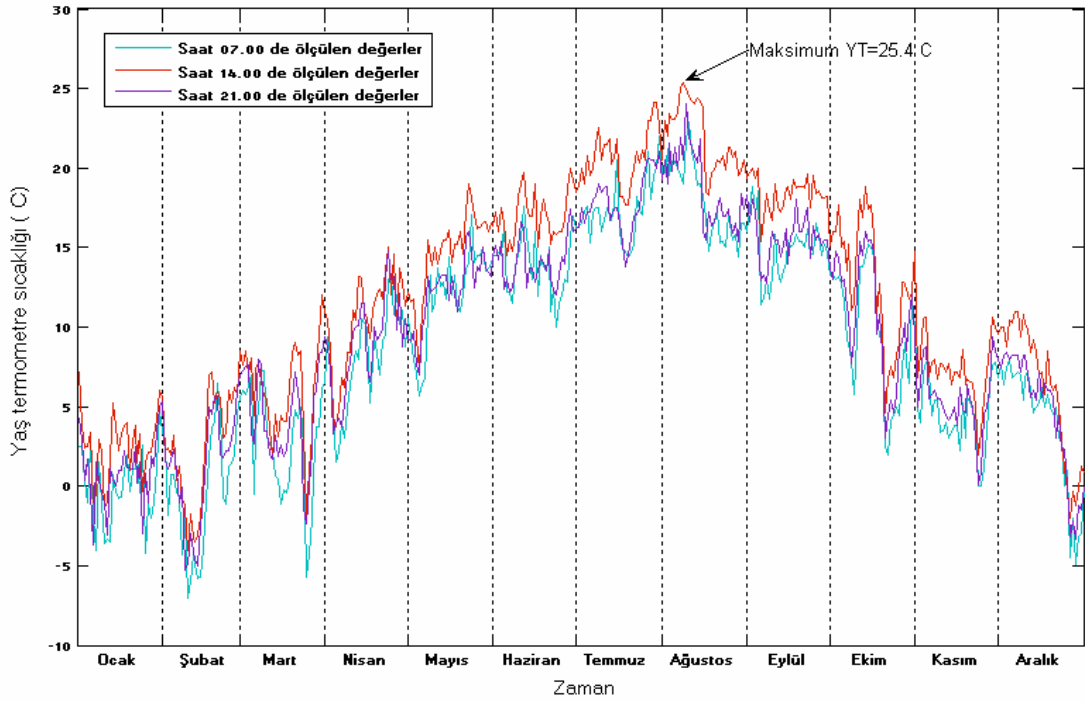
Şekil 5.20 Ek ısıtıcıda yakıt olarak kömür kullanıldığında soğutma sisteminin yıllık İM



Şekil 5.21 Ek ısıtıcıda yakıt olarak motorin kullanıldığında soğutma sisteminin yıllık İM

5.9.3 Soğutma Kulesi Seçimi

Sistem de absorber ve yoğuşturucuya gönderilecek olan soğutma suyu, radyal fanlı hava soğutmalı su kulesi ile tedarik edilmektedir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden istenilen Mardin ili yaş termometre sıcaklıkları Şekil 5.22'de görülmektedir ve sistemin ihtiyacı olan 29.4 °C sıcaklığındaki soğutma suyu, soğutma kulesi ile sağlanabilmektedir.

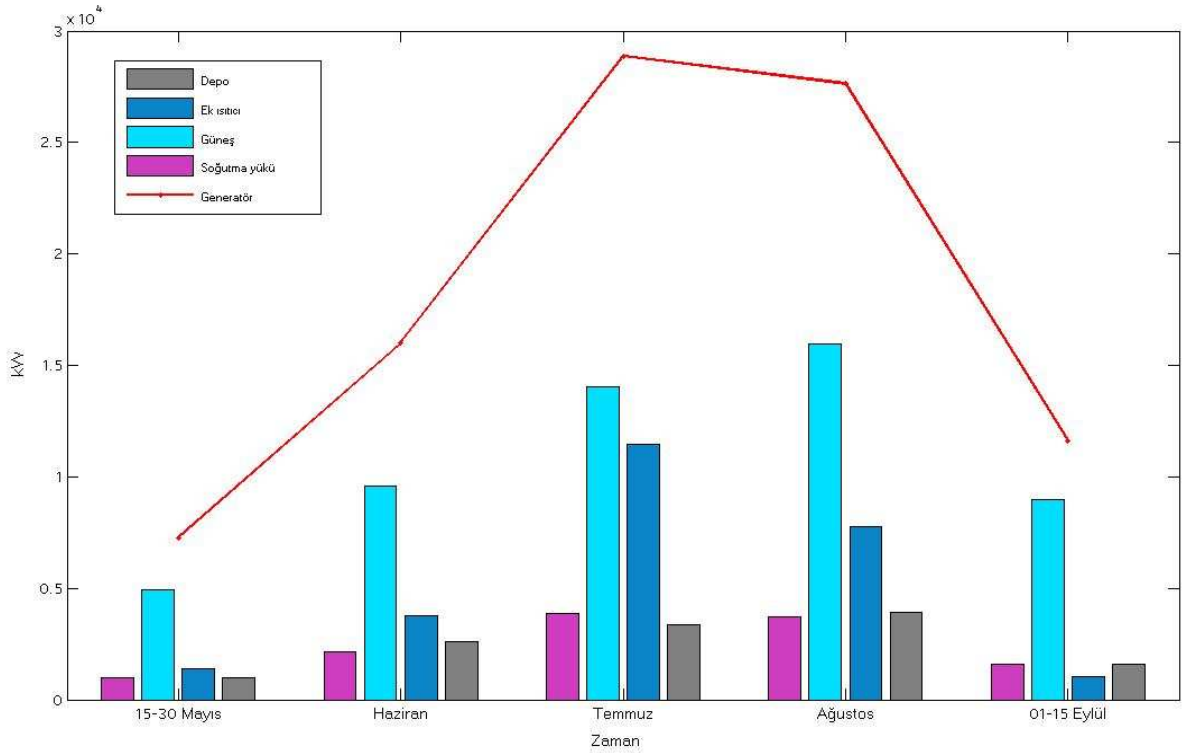


Şekil 5.22 Dış hava yaş termometre sıcaklığının yıl boyunca değişimi

Tasarlanan sistem için 228 kW kapasiteli bir soğutma kulesi kullanılacaktır. Her 5 ev için bir tane güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma ünitesi kurulması düşünülürken , kolektörlerin bir miktarının evlerin çatısına 45 ° eğimle yerleştirilirken bir kısmı da prosesin meydana geldiği teknik mahalın bahçesine yerleştirilecektir. Çatıya kurulu olan kolektörler vasıtasıyla, yüksek sıcaklıklarda kullanılabilen güneş kolektörlerinden gelen ısı taşıyıcı akışkan ile, eğer bir ısı değiştiricisi yerleştirilmesi durumunda gün içerisinde ihtiyaç duyulan kullanım sıcak suyunun da karşılanması sağlanabilecektir. Bu çalışmada ise güneşten yalnızca ısıtma ve soğutma amaçlı faydalanılmıştır.

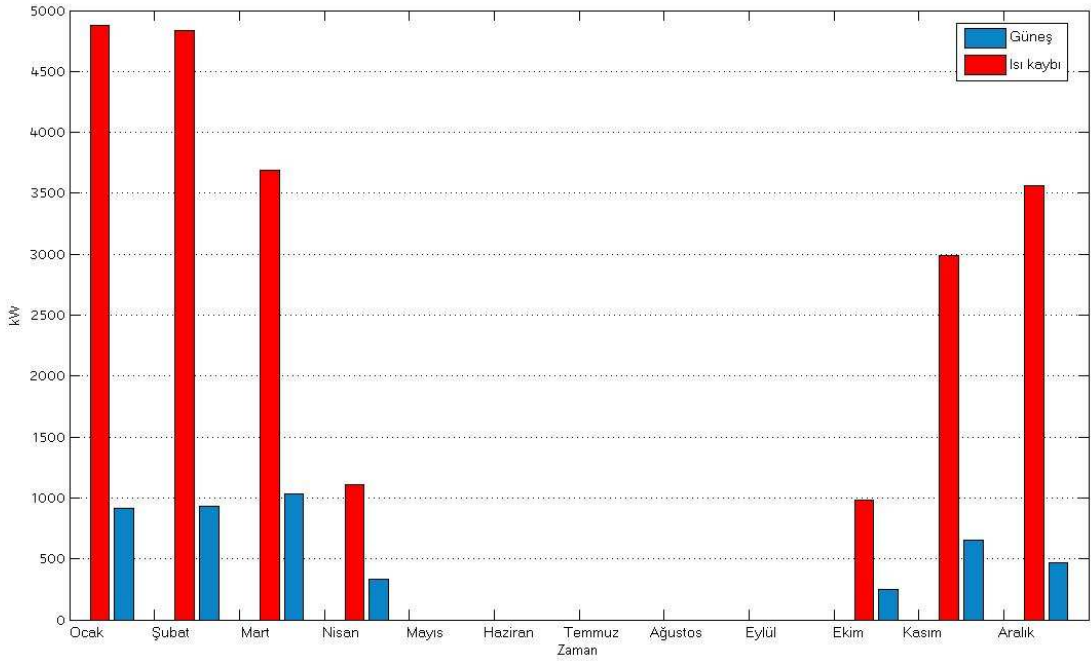
5.10 Sistemin Enerji Dengesi

Kullanılması düşünülen tek etkili absorpsiyonlu soğutma cihazının ısı gereksinimi 105 adet vakum borulu kolektör ile karşılandığında, 4 ayı aşan bir süre boyunca soğutulan villaların, soğutma sezonu boyunca oluşan enerji dengesi Şekil 5.23’de görülmektedir.

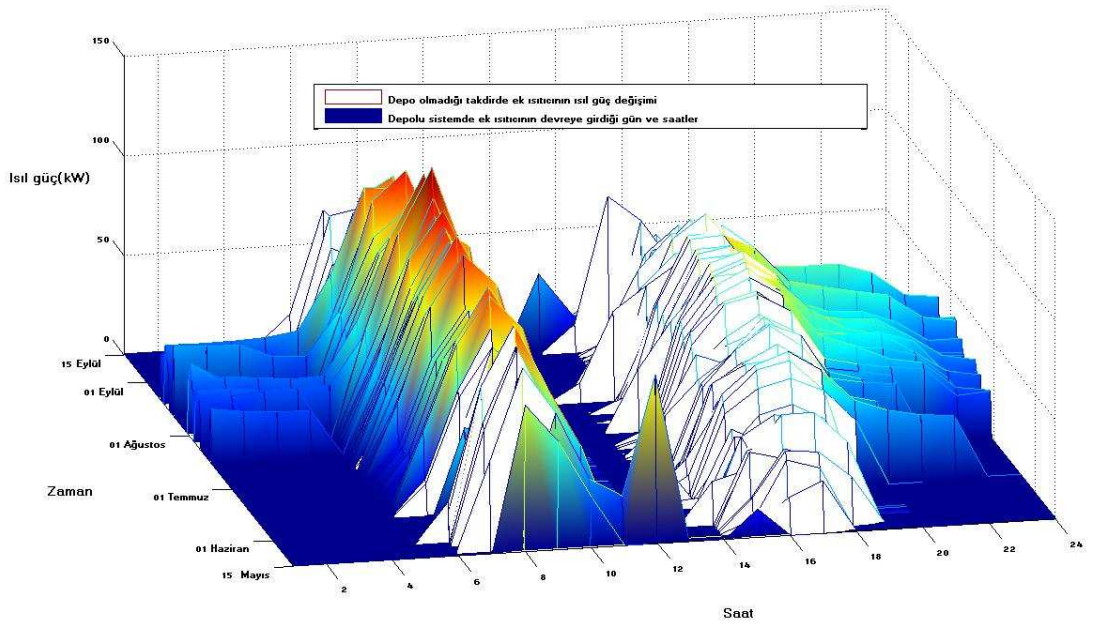


Şekil 5.23 Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sisteminin enerji dengesi

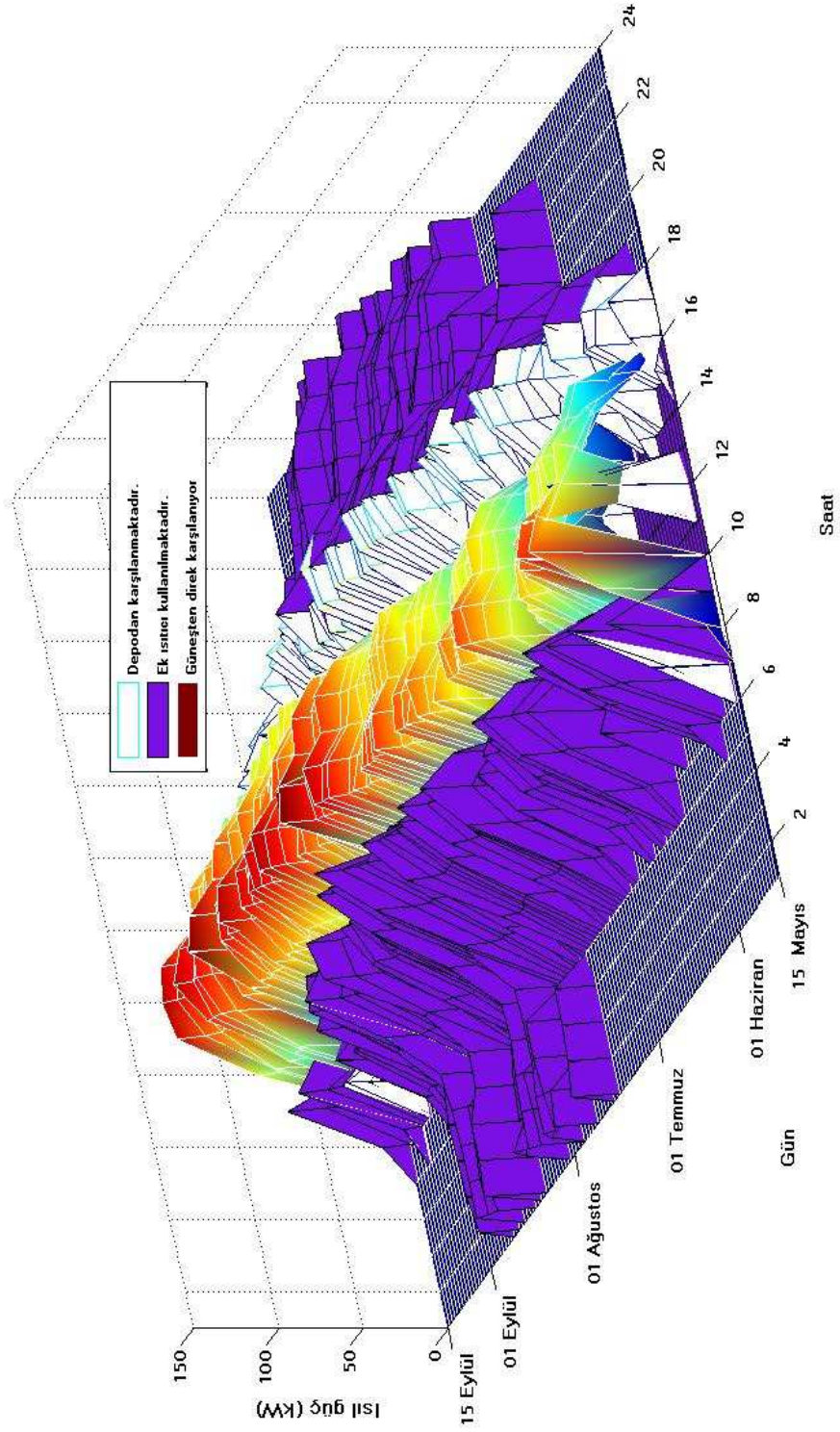
Soğutma sezonu için yatırım maliyetleri de göz önüne alınarak belirlenen, optimum kolektör sayısı ile güneş enerjisinden faydalanma miktarları yaz mevsiminin ortalarına doğru azalmaktadır. Bunun en büyük nedeni artan generatör ısı gereksinimlerine, güneş kolektörleri sisteminden sağlanan sıcak su debisinin yetersiz kalmasıdır. Bu etkeni azaltmak amaçlı, sabah saatlerinde generatör ısı yükünün daha az olduğu saatlerde sıcak su deposu ile ısı depolanmaktadır. Şekil 5.23’de aylık soğutma yüklerine bağlı olarak artan generatör ısısının da arttığı ancak güneş enerjisinden faydalanma oranının yaz başında ve sonunda maksimuma ulaştığı görülmektedir. Absorpsiyonlu soğutma sistemi ile soğutulan villalar, kışın hem ek ısıtıcı olarak kullanılan kazan ile hemde ısı kayıplarını karşılayacak ikinci bir kazan ile ısıtılmaktadır. Kurulu olan güneş enerjisi destek sisteminin kışın sağlayacağı faydalı enerji aylık olarak Şekil 5.24’de gösterilmektedir. Konulacak olan deponun sisteme etkisi Şekil 5.25’de, hem düzlemsel güneş kolektörleri hem de vakum borulu güneş kolektörleri kullanılan her iki sistemin, depo, ek ısıtıcı, güneş enerjisi dengesi saat saat Şekil 5.26’da ve Şekil 5.27’de grafiklerle açıklanmıştır. Ayrıca vakum borulu kolektörler kullanılarak kurulması düşünülen güneş enerjisi ile soğutma sisteminin 15 Mayıs ile 25 Mayıs arasındaki çalışma koşulları ayrıntılı olarak Şekil 5.28’de gösterilmiştir.



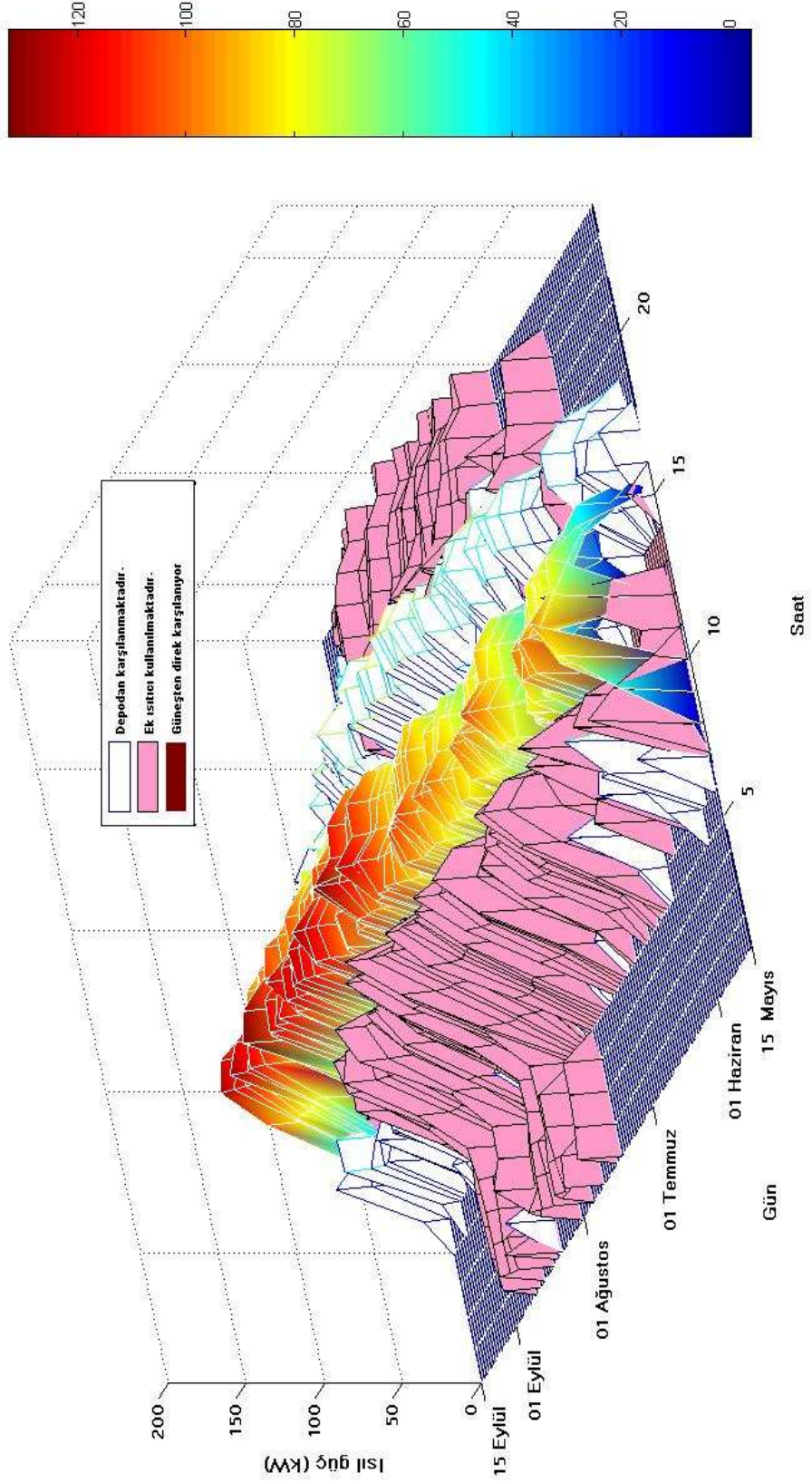
Şekil 5.24 Aylık ısı kayıpları ve güneş enerjisinden faydalanılan enerji miktarı



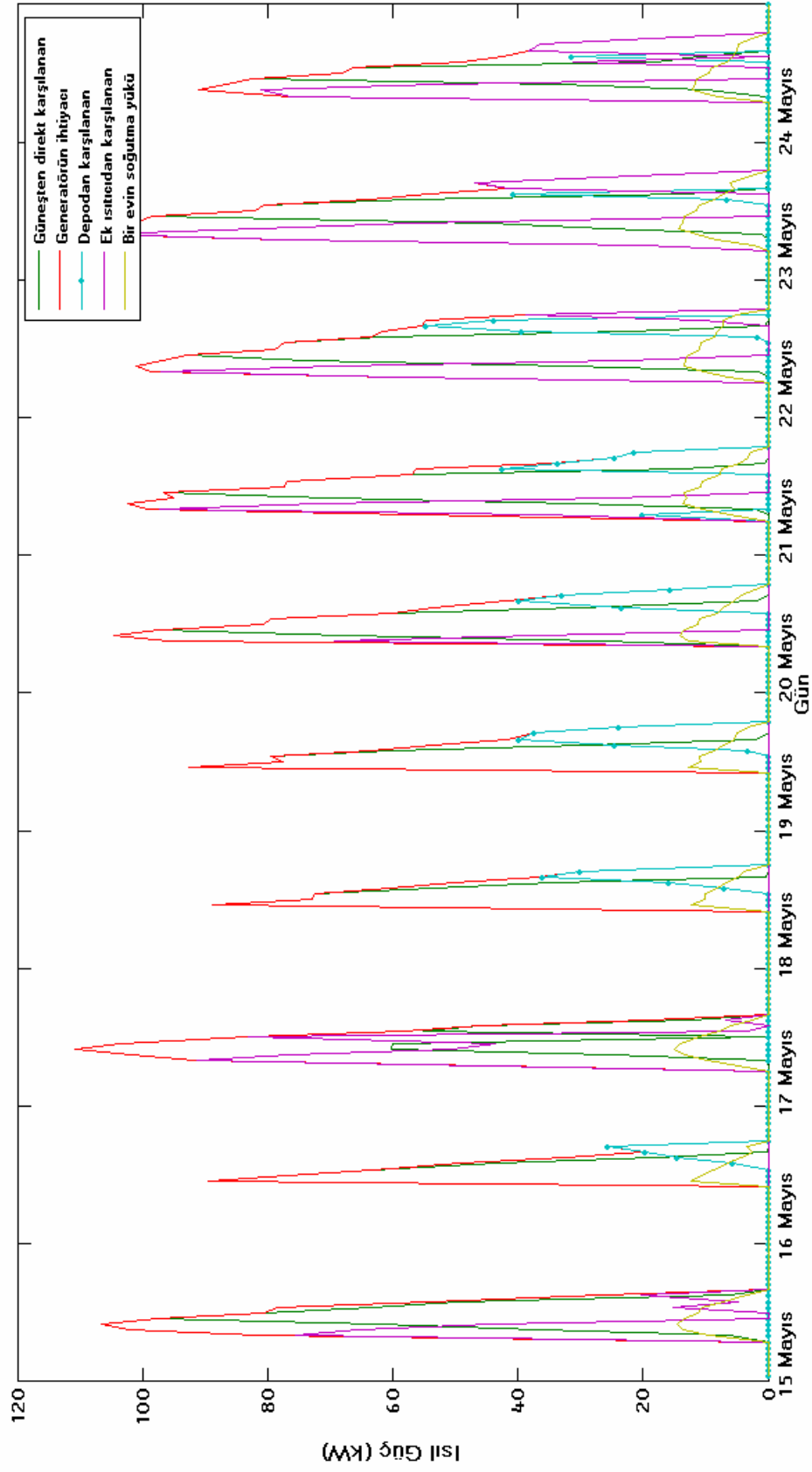
Şekil 5.25 Depo ile ek ısıtıcının çalışma zamanlarının değişimi (düzlemsel kolektör sayısı 165 adet ve depo hacmi 6.5 ton)



Şekil 5.26 Sistemin soğutma sezonu boyunca çalışma şekli (düzlemsel kolektör sayısı 165 adet ve depo hacmi 6.5 ton)



Şekil 5.27 Sistemin soğutma sezonu boyunca çalışma şekli (vakum borulu kolektör sayısı 105 adet ve depo hacmi 2 ton)



Şekil 5.28 Sistem elemanlarının gün içerisindeki saatlik ısıll güçlerinin ayrıntılı gösterimi (105 vakum borulu kolektör ve 2 ton depo hacmi)

6. EKONOMİK ANALİZ

Güneş enerjisi temiz, gürültüsüz, bolca bulunan, güvenilir ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Yeryüzüne düşen güneş ışınım potansiyeli ülkemizde oldukça fazla olup, yeryüzünün pek çok bölgesinde güneş enerjisi faydalı enerjiye dönüştürülmektedir.

Herhangi bir ısıtma-soğutma sistemine yatırım yaparken verilecek ekonomik karar, yapılacak ilk yatırımın, sistemin ekonomik ömrü boyunca kaç yılda geri döneceği esasına dayanır. Güneş enerjisini faydalı enerjiye dönüştüren sistemlerde ise verilecek yatırım kararına etki eden en önemli parametre, sistemin ekonomik ömrü boyunca yakıttan elde edilen tasarrufun sistemin ilk yatırım maliyeti ile karşılaştırıldığında bu yatırım miktarını karşılayıp karşılayamayacağı durumudur. Eğer sistemin kurulmasında yapılacak olan ilk yatırım maliyeti, sistemin ekonomik ömrü boyunca sağladığı yakıt tasarrufundan daha büyükse o zaman bu sistem ekonomik değildir, bunun tersi durumda ise, yani ilk yatırım maliyeti sistemin ekonomik ömrü boyunca sağlanan yakıt tasarrufu ile karşılanabiliyorsa, o zaman bu sistem ekonomiktir (Kaygusuz, 1992).

6.1 Paranın Net Bugünkü Değeri

Proje analizinde en çok kullanılan yöntemlerden biri olan net bugünkü değer (NBD) yöntemi bir projenin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı net nakit girişlerinin ve yatırım giderlerinin önceden kabul edilmiş belli bir indirgeme oranı ile bugüne indirgenen değerleri arasındaki farktır.

Bir projenin bu yönteme göre kabul edilebilmesi için net bugünkü değerın sifıra eşit veya büyük olması gerekmektedir. Alternatif projelerin seçiminde ise net bugünkü değeri en büyük olan projeye (sifıra eşit veya büyük olmak kaydıyla) öncelik verilir.

Bunun tersi olarak paranın gelecekteki toplamı veya nakit akışı azalacaktır ve değeri bugünkü değerinden daha az olacaktır, n yıl sonraki nakit akışının şimdiki değeri aşağıdaki eşitlikle bulunabilir.

$$P = \frac{NA}{(1+i)^n} \quad (5.18)$$

Burada ;

P : Paranın bugünkü değeri

NA : Nakit akışı

n : Yıl

i : Faiz oranı

Denklem (5.19)'a göre yıllara oranla paranın bugünkü değerine indirgenerek paranın şimdiki değeri bulunur.

$$NBD = \sum_{t=1}^n \frac{NA_t}{(1+i)^t} = \frac{NA_1}{(1+i)^1} + \frac{NA_2}{(1+i)^2} + \frac{NA_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{NA_n}{(1+i)^n} \quad (5.19)$$

NBD : Net bugünkü değer

NA : Gelecekteki nakit akışı

n : Nakit akımları tahmininde kullanılan süre

i : Faiz oranı

Yatırımın karlı olup olmadığını anlamak için yatırım maliyeti çıkarılmalıdır. Yatırım maliyeti m kadar senede I tutarında olabilmektedir. Hesaplamalarda yatırım maliyeti (-) olarak gösterilmektedir.

$$NBD_I = \sum_{t=1}^m \frac{I_t}{(1+i)^t} \quad (5.20)$$

NBD_I = Yatırımın net bugünkü değeri

I_t : Yatırım maliyeti

m : Yatırım için geçen süre

i : Faiz oranı

Hurda değerini dikkate alırsak ;

$$HD = \frac{H_n}{(1+i)^n} \quad (5.21)$$

H_n : Hurda değeri

n : Ekonomik ömrü

HD : Hurda değerinin net bugünkü değeri

Yatırım maliyeti , hurda değeri , nakit akış dikkate alındığında toplam net bugünkü değer aşağıdaki formül ile hesaplanabilmektedir. P değeri ekonomik bir sistem düşünüldüğünde paranın bugünkü değerinden yüksek çıkmalıdır.

$$P = NBD + HD - NBD_t \quad (5.22)$$

Net bugünkü değer (NBD) hesaplanırken varlıkların ve yükümlülüklerin ayrımı yapıp çeşitli unsurlar (işletme sermayesi, vergiler, yatırımlar, amortismanlar) tanımlanmıştır. Hesaplamalar dahilinde genel ve çeşitli senaryoların (iyimser, kötümser ve normal) varsayımları belirlenir, nakit akışları ve faiz oranı tahmin edilir, hurda değeri bulunur. Sürekli çalışmadan ötürü sistemin tüm verimindeki azalma , yapılan ekonomik analizi daha karmaşık yapmaması için ihmal edilir.

Net bugünkü değer yöntemiyle bulunan bütün değerlerin toplamının alınmasıyla elde edilen pozitif değer, kazancımızın, yatırımımızdan yüksek olacağını (karlı), negatif değer ise yatırım giderlerinin, getirden fazla olacağını göstergesidir (zarar). Sıfıra eşit olması ise projenin başa baş noktasında olduğunun göstergesidir.

6.2 Geri Ödeme Süresi

Geri ödeme süresi, projenin getirilerinin toplamının, yatırım bedellerini geçtiği zamandır. Bir diğer ifadeyle projenin kara geçtiği andır. Birden fazla projeyi karşılaştırırken hızlı geri dönüş sağlayacak projenin seçimi doğru olacaktır. Bu da geri ödeme süresi küçük olan projenin daha iyi olduğunun göstergesidir. Geri ödeme süresi,

$$GÖ = \frac{I_m - HD}{P} \quad (5.23)$$

I_m : Yatırım maliyeti

H : Hurda değeri

P : Paranın bugünkü değeri

denklemleriyle belirlenir. Hurda değeri, projenin ekonomik ömrü sonunda kalan yatırım (tesis) değeridir.

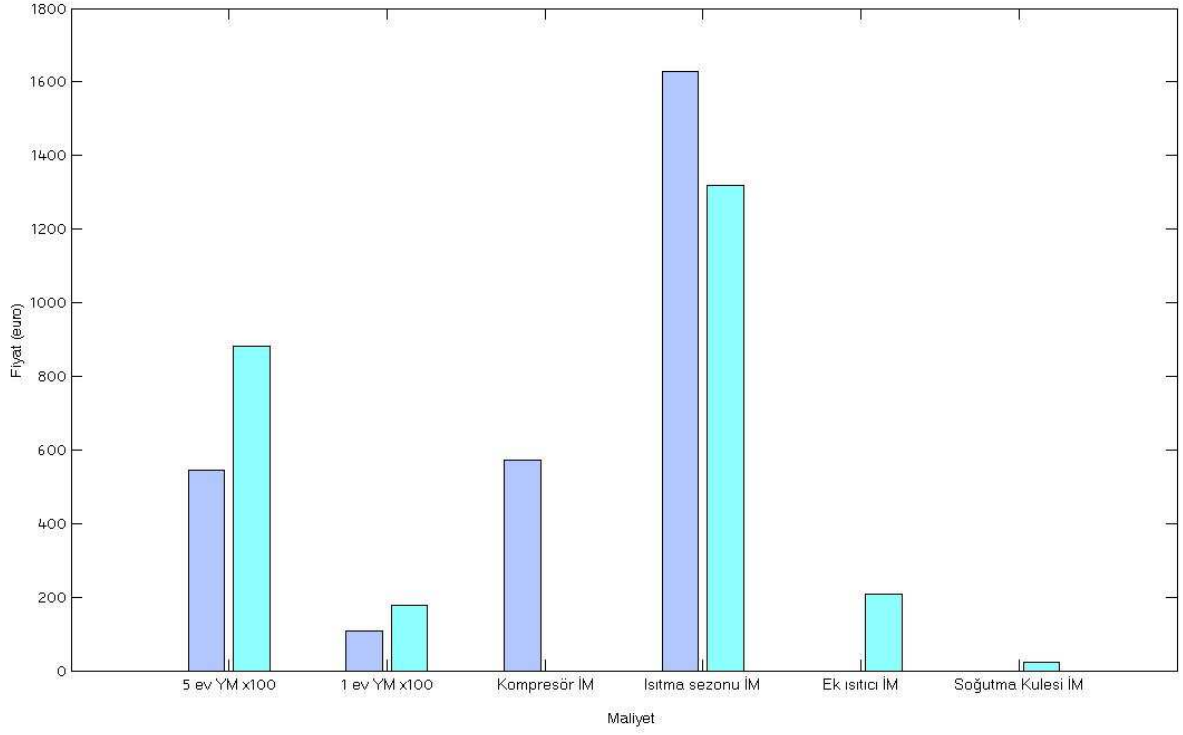
Ekonomik analiz yapılırken, her iki sistemde de bulunan cihaz ve işletme maliyetleri dahil edilmemiştir. Elektrik birim fiyatı, 12.780 Ykr/kWh olarak 01 Mart 2007 tarihli TEDAŞ konut tarifesinden, yerli linyit kömürü fiyatları ise +20 mm parçalı torba cinsi için 05 Ocak 2007 tarihli bayi depo satış fiyat listesinden alınmış olup, nakliye bedeli de dahil edilmiştir.

Elektrik fiyatına % 18 KDV'nin yanısıra %5 belediye vergisi de dahil edilmiştir. 105 adet vakum borulu kolektör ile çalıştırılan 106 kW kapasiteli absorpsiyonlu soğutma grubu ile hava soğutmalı su soğutma grubu kullanılan her iki sistemin Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2'de yatırım ve işletme maliyetleri görülmektedir. Tüm fiyatlar euro cinsinden verilmiştir. Euro kuru, 10 Mayıs 2007 tarihli Merkez Bankası verilerine göre 1 euro = 1.8123 YTL olarak alınmıştır.

Çizelge 6.1 Klasik sistemin işletme ve yatırım maliyetleri

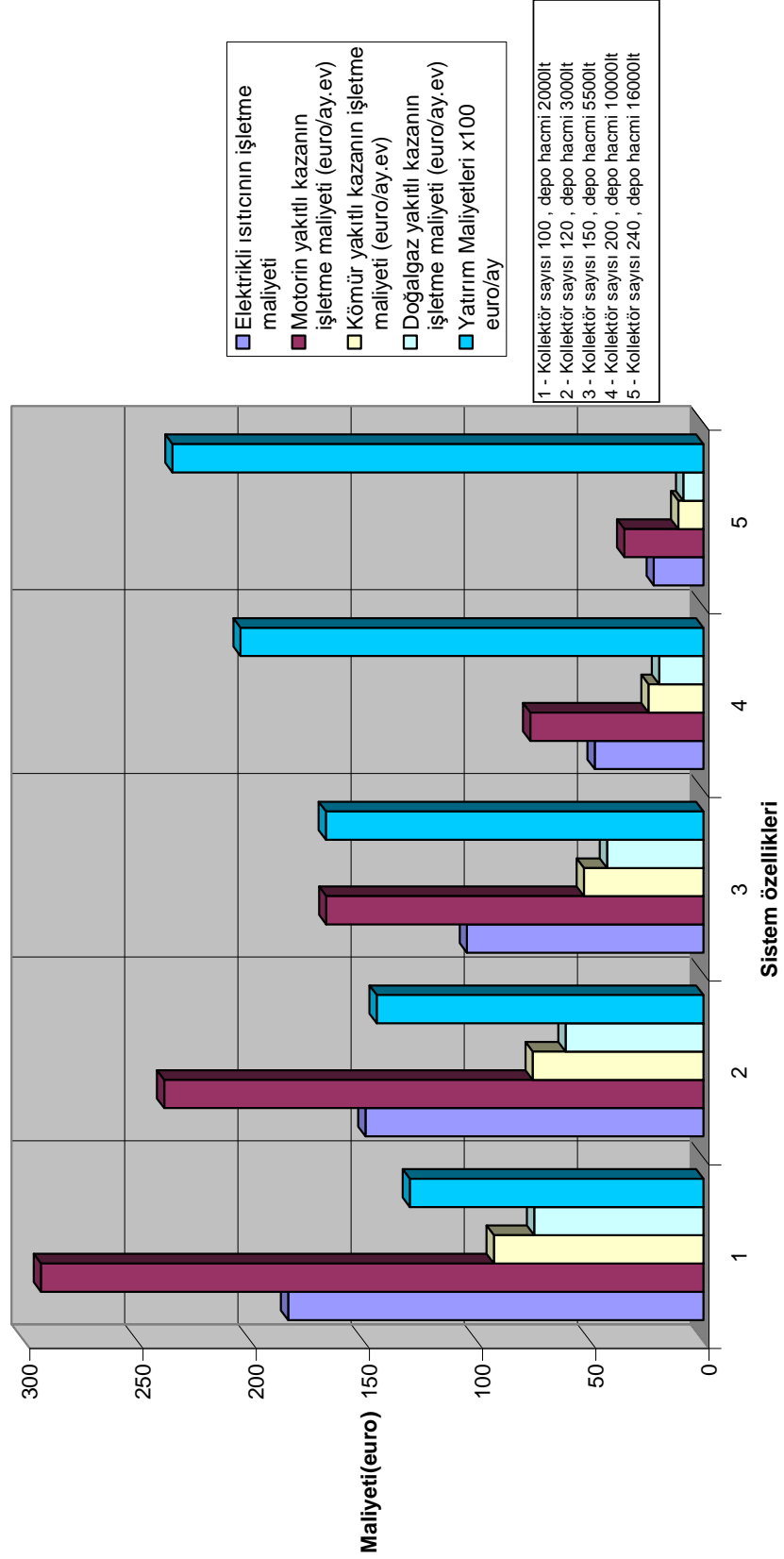
Yatırım Maliyetleri						
Özellikleri : 5 ev için hava soğutmalı su soğutma grubu ile soğutma, kazan ile ısıtma						
Tanım	Kapasite	Fiyat	Kdv	Toplam	İhtiyaç	
Hava soğutmalı su soğutma grubu	65000 kcal/h	15500	2790	18290	86124 kcal/h	
Hava soğutmalı su soğutma grubu	30000 kcal/h	10900	1962	12862	86124 kcal/h	
Kazan	2 x 40000 kcal/h	867	156	2047	-	
Fan-coil	4 x 2100 kcal/h	450	81	10620	-	
Fan-coil	3 x 2800 kcal/h	510	92	9027	-	
Diğer (borular, vanalar, montaj vs.) %5				1728	Euro	
Toplam				54574	Euro	
İşletme Maliyetleri	Kapasite	Birim	Ücret	Birim	Ücret	Birim
Elektrik masrafı	32353	kW	2859.72	euro/yıl	138	euro/ay.ev
Isıtma için yakıt masrafı	36867	kW/ev	1629.359	euro/yıl.ev	272	euro/ay.ev

Faiz oranı (i) değeri T.C. Merkez Bankası 2007 yılı faiz oranlarından, enflasyon değeri (e) T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu tüketici fiyatları endeksi veritabanından 2006-2007 yıllık bölgesel enflasyon değerlerinden alınmıştır.



Şekil 6.1 Klasik sistem ile absorpsiyonlu sistemin maliyetlerinin karşılaştırılması

Absorpsiyonlu soğutma sisteminin yatırım ve işletme maliyetleri



Şekil 6.2 Düzlemsel kolektör kullanılan GEDAS sisteminin ev başına yatırım ve işletme maliyetleri

7. SONUÇLAR VE İRDELEME

LiBr-H₂O akışkan çiftini kullanan tek etkili sıcak su beslemeli absorpsiyonlu soğutma sisteminin termodinamik analizi yapılmış ve cihazın katalog verileri kullanılarak farklı çalışma koşullarındaki performansı MATLAB programıyla saat saat belirlenmiştir. Düzlemsel kolektörler kullanıldığında güneş enerjisi desteğinin yazın soğutma amaçlı uygulamaya, depo ile birlikte yıllık % 82 oranında katkı sağladığı, kışın ise yıllık ısıtma ihtiyacının % 16'sını karşıladığı tespit edilmiştir. Kullanılması düşünülen düzlemsel kolektörlerin yerine vakum borulu kolektör kullanıldığı takdirde, yatırım maliyetleri minimum olacak şekilde kolektör sayısı belirlendiğinde, soğutma sezonu boyunca güneşten yararlanma oranının % 67 olduğu, ısıtma sezonu boyunca ise ısı kayıplarının % 19'unun karşılanabildiği görülmüştür. Net bugünkü değer yöntemiyle hesaplanan kara geçiş noktası vakum borulu kolektörlü sistem için 12 yıl olarak belirlenmiştir.

MATLAB programında yazılan simülasyon ile yapılan termodinamik analiz sonucunda , generatör sıcaklığı güneş kolektörlerinden sağlanan sıcak suya bağlı olarak değiştiğinden , sıcaklığının 70 °C 'nin altına düşmesi halinde ek ısıtıcıdan sıcak su ihtiyacı karşılanmıştır. Çalışma sıcaklıklarının yüksek olması sebebiyle, yalnızca öğlen saatlerinde cihazın soğutma etkinliğinin 0.7 değerlerine ulaşabildiği ,bunun haricinde çoğu zaman soğutma etkinliğinin 0.5-0.6 aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Gün içerisinde güneşin faydalı enerjisinin tümünün kullanılmadığı görüldüğünden, sıcak su deposu konularak sistemin güneşten yararlanma oranı % 12 oranında arttırılmıştır ve kullanım saatleri grafiklerle açıklanmıştır. Mardin ilinde henüz doğalgaz olmaması sebebiyle , katı yakıtlı kazan kullanılan absorpsiyonlu soğutma sisteminin işletme maliyetlerinin, hava soğutmalı klasik sisteme oranla % 59 oranında azaldığı görülmüştür.

Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin, klasik mekanik kompresörlü sistemlere göre çok daha az birincil enerji tükettiği düşünülecek olursa, bu sistemin çevreye çok fazla zarar veren CO₂, SO₂ ve NO_x gibi gaz emisyonlarını azalttığı aşikardır. Isıtma ve soğutma amaçlı uygulamalarda harcanan elektrik enerjisinin, kurulması amaçlanan sistemde, yerini büyük ölçüde güneş enerjisine bırakacak olması, ülkenin enerji politikasına da önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Ülkemizde, büyük bir kısmı varolan termik santrallerde üretilen elektrik enerjisinin kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının güneş enerjisi ile soğutma sistemlerinin yaygınlaştırılmasıyla, azaltılabilir ve böylece çevre dostu merkezi ısıtma ve soğutma sistemleri ile doğaya salınan zararlı emisyonlar engellenebilir.

KAYNAKLAR

- Akdemir, Ö., (2002), Güneş enerjili absorpsiyonlu bir iklimlendirme ünitesinin geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, EÜ.
- Assilzadeha, F., Kalogiroub, S.A., Alia Y., Sopiana K. (2005), “Simulation and optimization of a LiBr solar absorption cooling system with evacuated tube collectors” ,Renewable Energy, 30 : 1143–1159.
- Atmaca, İ., (2002), Güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu soğutma sisteminin simülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, UÜ.
- Atmaca İ., Kaynaklı Ö., Yiğit A., “Bir konutun güneş enerjisi kaynaklı absorpsiyonlu sistem ile soğutulmasının incelenmesi”, TMMOB Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu, 20-21 Haziran 2003, Mersin.
- Ayvanwu, E. (2003), “Review of solid adsorption solar refrigerator I: An overview of the refrigeration cycle”, Energy Conversion and Management, 44: 301-312.
- Balaras, A., Constantinos, A., Gershon, Grossman (2005), “Solar air conditioning in Europe—an overview” Renewable and Sust. Energy Reviews, 11 : 299–314.
- Blinn, J.C., (1979) Simulation of Solar Absorption Air Conditioning, Master of Science, Universty of Wisconsin-Madison.
- Boubakri, A. (2003), "A New conception of an adsorptive solar powered ice maker", Renewable Energy, 28: 831-842.
- Büyükalaca, O., Yılmaz, T., “Desisif evaporatif soğutma sistemleri”, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 4-7 Kasım 1999, İzmir, 165-181.
- Çengel, Y.A., Boles, M., (1996), Mühendislik yaklaşımıyla termodinamik, McGraw Hill.
- Diñer, İ., Türe, İ. E. , Edin, M., (1994) “R22 ve DMETEG akışkan çiftinin kullanıldığı güneş enerjili bir absorpsiyonlu soğutma sisteminin tasarımı” , Güneş enerjisi uygulamaları, gelişmeleri sempozyumu bildiriler kitabı ,1994, Muğla, 243-249.
- Duffie, J.A., Beckman, W.A. (1991), Solar engineering of thermal processes, John Wiley & Sons, New York.
- Florides, G.A., Kalogirou, S.A., Tassou, S.A., Wrobel, L.C. (2001), “Modelling and simulation of an absorption solar cooling system for Cyprus”, Solar Energy, 72 (1) : 43–51.
- Frei, U. (2003), “Solar thermal collectors, state of the art and further development”, Proc. IEES 2003 World Congress, Göteborg, June 14-19, 2003.
- Delorme, M. (2004), “Climasol solar air conditioning guide”, 2004.
- Duffie, J.A., Beckman, W.A. (1980), Solar engineering of thermal processes, John Wiley & Sons, New York.
- Emanet, Ö., (2000), Kojenerasyon sistemlerinin egzost gazları ısısından yararlanarak absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ.
- Ghaddar, N.K., Shihab, M., Bdeir, F., (1997), “Modeling and simulation of solar absorption system performance in beirut”, Renewable Energy, 10(4) : 539-558.

- Grossman, G. (1984), "Simultaneous Heat and Mass Transfer in Absorption of Gases in Turbulent Liquid Films", *International Journal Heat Mass Transfer*, 27, 2365-2374.
- Goswami Y.D., Tamm, G., Lu S., Hasan A.A., (2002), "A novel combined power and cooling thermodynamic cycle for low temperature heat source-part I: theoretical investigation", *Proc. of Solar 2002 Sunrise on the Reliable Energy Economy*, 15-20 June 2002, Reno, Nevada.
- Goswami, Y., Kreith, F., Kreider, J. (1999), *Principles of solar engineering* (2nd ed.), Taylor & Francis Books Inc., Philadelphia.
- Henning, M., Erpenbeck, T., Hindenburg, C. ve Santamaria, S. I. (2001), "The potential of solar energy use in desiccant cooling cycles", *International Journal of Refrigeration*, 24(3).
- Henning, H.M., (2005), "Solar assisted air conditioning of buildings – an overview", *Applied Thermal Engineering*, 27: 1734–1749.
- Horuz, İ., Yiğit, A., (1996), "Lityum Bromür-Su Çifti İle Çalışan Tek ve Çift kademeli Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin Karşılaştırması", 4.Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi, 10-12 Nisan 1996, Adana, 63-72.
- Isısan (2003), *Güneş Enerjisi Tesisatı*, Isısan yayınları, İstanbul.
- Kaygusuz, K., (1992), *Karadeniz bölgesindeki konutların güneş destekli ısı pompaları yardımıyla ısıtılabilirliğinin incelenmesi*, Doktora Tezi.
- Kılıç, A., Öztürk, A. (1984), *Güneş Enerjisi, güneş ışınımı ve düz toplayıcılar*, SEGEM ders notları, Ankara.
- Kurdoğlu, Y., (2002), *Güneş enerjisi destekli absorpsiyonlu soğutma çevriminin tasarımı, işletilmesi ve performansının araştırılması*, Doktora Tezi, ÇÜ.
- Kuzgun, Ö., (1997), *Güneş enerjili absorpsiyonlu soğutma sisteminin incelenmesi*, YL tezi, İTÜ.
- Lamp P., Ziegler F., (1998) "European research on solar-assisted air conditioning", *Int.J.Refrigeration*, 71(4):263-268.
- Leite, A.P.F., Daguinet, M., (2000) "Performance of a new solid adsorption ice maker with solar energy regeneration", *Energy Conversion and Management*, 41: 625-647.
- Mande, S., Ghosh, P., Kishore, V., Oertel, K. ve Sprengel, U., "Development of an advanced solar hybrid adsorption cooling system for decentralized storage of agricultural products in India", *Clima 2000*, 30 Ağustos-2 Eylül 1997, Brussels.
- Mazloumi, M., Naghashzadegan, M., Javaherdeh, K. (2001), "Simulation of a solar absorption cooling system with parabolic trough collector for sunshine hours", *Energy Conversion and Management*, 41: 200-211.
- Muner, T. , Uppal, A.H., (1987), "Modelling and Simulation of a Solar Absorption Cooling System", *Applied Energy*, 19 : 209- 229.
- Nunez T., (2006), "Solar-assisted cooling and air-conditioning", *Solaterm*, Berlin, 2006.
- Özkol, N., (1999), *Soğutma Sistemleri* , MMO Yayınları.
- Phillips, B.A., Zawacki, T.S., (1998), "Generator-absorber-heat exchange heat transfer apparatus and method and use thereof in a heat pump" US Patent, 21 July.

Pietruschka, D., Eicker U., Schumacher, J. ve Hanby V. (2006), "Simulation based design methods and economical analysis for solar driven absorption cooling systems", Eurosun, June 2006, Galsgow.

Rona, N., (2004), Solar air conditioning systems, Chalmers University of Technology, Sweden.

Sumathy, K., Huang, Z.C., (2002), "Solar absorption cooling with low-grade heat source a strategy of development in south China", Solar Energy, 72 (2) : 155–165.

Syed, A., Maidment, G. G., Missenden, J. F., Tozer, R. M. (2001), "A review of solar assisted cooling techniques", 2.Int. Heat Powered Cycle Conf., Paris, 2001.

Tezcan, M., (2001), Düzlemsel güneş kolektörleri ve verim hesaplamaları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ.

Tırıs, M., Tırıs, Ç., Erdallı, Y., (1997). Güneş enerjili su ısıtma sistemleri, Tübitak-M.A.M. Matbaası, Kocaeli.

Thomas, H. K., Ramsey, J. W., Threlkeld, J. L., Thermal environmental engineering, Prentice-hall Inc, New Jersey.

Thevenot, R., (1979), History of refrigeration throughout the World, Int.Inst.Refrigeration, Paris.

Tuncay, N. R., (2003), Enerji ve doğal kaynaklar paneli raporu: Vizyon 2023 teknoloji öngörü projesi, Tübitak, Ankara.

Türkeş, M. (2001) , Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi 1: 187-205, Ankara.

Yılmaz, A., Büyükalaca, O., Yılmaz, T. (1998), "Nem almalı (desisif) soğutma sistemleri", Tesisat Dergisi, 34: 145-150.

Yılmaz, T., Büyükalaca, O., (2003), "Güneş enerjisi ile soğutma teknolojilerine genel bir bakış", TMMOB, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu, Haziran 2003, Mersin.

YİĞİT, A., (1990), Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Simülasyonu, Doktora Tezi, İTÜ.

Wang, R.Z., Xu, Y.U., Wu, J.Y., Wang W., (1998), "Experiments on heat-regenerative adsorption refrigerator and heat pump", Int. J. Energy Res., 22 : 935-941.

Wang, R.Z, Li M., Xu, Y.X, Wu, J.Y. (2000), "An energy efficient hybrid system of solar powered water heater and adsorption ice maker", Solar Energy, 68(2): 189-195.

Wang, R.Z., (2002), "A study of the effects of collector and environment parameters on the performance of a solar powered solid adsorption refrigerator", Renewable Energy, 27:369-382.

EKLER

- Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM)
- Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışıınımlı değerleri (DMİGM)
- Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM)
- Ek 4 Isıtma ve soğutma uygulaması yapılan konutun mimari çizimi
- Ek 5 LiBr-su çözeltisinin denge diyagramı (Ashrae,1997)
- Ek 6 Su-LiBr çözeltisinin entalpi-konsantrasyon diyagramı (Ashrae,1997)
- Ek 7 Suyun fiziksel özellikleri tablosu
- Ek 8 Mardin ilinde bulunan villanın özgül ısı kaybı hesabı
- Ek 9 Mardin ilinde bulunan villanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C]

		OCAK																							
		Saat																							
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	8,8	8,3	9,0	9,3	9,2	9,1	9,0	9,0	11,0	12,5	14,8	14,6	15,9	16,0	14,8	13,5	12,0	10,9	10,8	10,5	10,3	10,8	10,9	10,2	
2	9,5	9,1	8,8	9,0	9,4	9,1	9,5	8,8	9,0	9,1	9,1	9,3	10,1	9,8	9,3	9,1	7,8	6,0	4,8	4,7	3,2	2,0	2,0	2,0	
3	1,0	1,1	0,9	0,9	0,5	0,4	0,7	1,0	1,0	3,3	4,8	4,9	5,4	6,0	6,5	7,0	5,2	4,9	4,3	4,2	4,3	3,9	3,7	3,4	
4	3,2	3,0	2,7	2,7	2,5	2,3	2,1	2,3	4,4	4,7	4,7	4,7	4,3	4,2	4,0	3,4	3,3	3,4	3,8	3,5	3,8	2,8	3,0	3,2	
5	3,4	3,7	3,4	3,5	3,2	3,0	3,2	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,8	3,8	4,1	4,3	2,2	2,0	1,2	0,0	0,0	-0,7	-0,8	-0,9	
6	-0,8	-1,0	-1,2	-0,9	-0,8	-0,8	-1,5	-2,7	-2,2	-2,0	-1,2	-0,1	1,2	2,0	2,3	2,0	1,8	0,9	0,2	-0,5	-0,3	0,0	-0,2	-0,8	
7	-0,8	-1,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,9	1,0	1,9	2,2	3,1	3,4	3,6	4,0	4,2	4,0	3,6	3,5	3,2	3,1	3,0	2,0	
8	1,4	1,5	1,6	1,5	2,0	2,0	2,5	1,9	3,0	3,9	3,6	3,8	4,8	4,6	4,0	4,0	3,8	3,3	3,8	3,7	3,4	3,4	3,2	3,2	
9	3,0	2,3	2,2	2,2	1,2	1,9	2,2	2,5	4,7	5,9	5,0	5,2	5,9	5,9	5,6	4,8	3,2	3,0	2,9	3,3	3,4	2,9	2,3	1,5	
10	1,9	1,7	0,9	0,0	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	0,1	0,8	1,5	1,9	2,9	2,8	2,8	2,9	2,7	2,8	2,2	2,0	2,2	1,3	2,0	1,8	
11	1,0	0,7	0,0	0,7	-0,2	0,0	0,5	0,8	1,2	2,0	2,8	3,3	4,0	4,4	4,3	3,8	2,8	2,0	0,9	0,7	0,8	0,5	0,0	-0,5	
12	-0,1	0,0	-0,3	0,5	0,2	-0,1	0,0	0,4	1,2	3,2	4,7	5,1	6,0	6,3	7,0	6,9	5,3	5,2	6,0	5,7	6,2	5,8	5,2	5,0	
13	4,8	4,3	4,0	4,0	3,9	4,0	4,2	4,9	6,5	7,0	8,3	9,2	10,0	10,7	8,9	8,2	6,8	5,8	5,3	4,5	4,3	4,0	4,3	4,0	
14	4,0	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	4,2	5,1	5,7	8,0	7,2	8,0	9,0	8,0	7,8	6,3	5,0	4,5	4,0	4,0	3,7	4,0	4,0	
15	3,1	3,9	3,7	3,4	3,2	3,2	3,2	3,2	5,0	6,2	5,6	6,7	6,9	7,5	7,0	6,3	5,2	4,9	4,1	4,0	4,5	4,8	4,4	4,1	
16	3,8	3,5	3,2	3,3	3,3	3,2	3,7	4,0	5,5	7,2	8,0	9,0	9,4	9,7	9,2	8,0	7,0	6,0	5,9	5,9	6,2	6,0	6,0	5,9	
17	5,8	5,7	5,6	5,5	5,5	5,6	5,7	6,0	5,9	6,0	6,8	8,7	9,9	9,8	9,5	8,9	8,0	7,8	6,7	6,6	6,4	5,7	5,4	5,1	
18	5,0	4,9	4,2	4,3	4,3	3,8	4,1	4,0	3,5	4,0	4,3	4,1	5,0	5,8	6,0	4,0	3,0	2,9	2,6	2,1	2,0	2,0	2,0	1,3	
19	1,2	2,0	1,9	1,5	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	1,9	2,1	3,0	2,9	2,6	2,5	2,2	2,6	2,0	2,7	2,8	2,6	2,9	2,6	
20	2,4	2,4	2,2	2,4	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	2,7	3,2	4,0	4,7	4,8	3,7	3,0	2,9	2,5	2,4	2,4	3,0	3,2	3,4	3,1	
21	2,0	1,9	1,7	1,6	1,7	1,9	1,8	1,2	2,4	5,0	6,1	6,0	6,0	6,5	6,2	5,9	5,4	4,9	4,2	4,0	3,9	3,9	3,9	4,0	
22	4,0	4,0	4,0	3,8	3,9	4,1	4,7	4,9	5,0	5,0	4,7	2,8	2,0	2,0	1,6	1,0	0,9	0,9	1,4	1,8	2,2	1,8	1,7	1,2	
23	1,0	1,0	1,1	1,8	1,4	1,4	1,6	2,6	4,2	5,1	4,4	4,0	4,3	4,6	4,0	3,0	2,2	2,7	2,6	2,0	2,0	2,3	2,4	3,0	
24	3,1	3,8	4,0	4,0	4,0	3,6	3,0	2,8	1,4	1,2	0,9	0,8	0,8	0,0	0,8	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	-0,9	-1,0	
25	-1,6	-1,5	-1,7	-1,9	-2,0	-1,9	-0,8	0,2	2,8	2,7	3,0	4,0	4,3	5,0	4,5	4,2	3,0	2,6	2,1	2,0	1,8	1,4	1,1	1,2	
26	1,3	1,0	0,4	0,2	0,1	0,8	0,9	1,0	2,0	2,5	4,2	5,2	6,0	5,9	5,3	5,1	4,2	2,7	2,2	2,0	2,0	1,5	1,8	1,5	
27	1,2	1,1	0,9	1,0	1,6	1,0	0,7	1,1	2,1	3,0	4,0	5,2	6,2	6,0	6,0	5,7	5,0	5,0	4,8	4,9	4,9	3,0	3,0	2,3	
28	2,0	1,5	1,5	1,8	1,5	1,5	1,5	3,0	3,2	3,8	5,0	8,0	8,2	8,9	8,3	8,0	7,0	7,0	6,2	7,1	8,0	7,3	7,9	7,7	
29	7,0	6,2	5,8	6,3	7,6	7,0	6,0	6,0	7,7	7,7	8,0	9,0	9,0	9,0	9,2	8,1	7,9	7,8	7,9	7,6	7,5	8,0	8,0	8,0	
30	7,6	7,4	7,7	8,1	8,3	8,8	9,7	9,0	9,0	8,1	7,3	7,6	8,3	8,4	7,2	7,0	7,0	7,2	7,6	7,4	7,2	7,0	7,0	6,7	
31	7,0	7,0	7,4	7,4	7,1	7,0	6,3	6,5	6,7	7,2	8,0	8,7	8,2	7,0	7,0	6,9	5,8	5,8	5,7	5,6	5,6	4,9	4,0	3,8	

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

		ŞUBAT																							
		Saat																							
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	3,7	3,1	3,1	3,3	3,2	3,0	3,0	2,6	2,4	2,0	1,7	1,3	2,3	2,6	2,7	2,8	2,5	1,8	1,8	1,7	1,9	1,9	1,7	1,0	1,0
2	0,7	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	0,6	0,9	2,1	3,1	4,2	3,2	3,3	4,2	4,9	3,7	2,9	2,5	2,2	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3	1,9	1,4	1,1	1,0	1,2	1,1	1,2	1,2	1,4	1,9	2,1	2,5	3,7	4,0	4,6	4,1	3,7	3,6	3,0	2,8	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0
4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,3	3,8	3,9	4,2	3,9	3,9	3,9	3,8	3,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,2	2,6
5	2,3	1,6	1,0	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,1	1,0	0,9	1,1	1,2	1,3	1,1	1,0	1,1	1,3	0,9	0,5	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,1	1,1	1,0	1,6	1,6	1,2	2,8	1,6	1,2	1,1	1,0	0,8	0,5	0,3	0,0	0,0	-0,1	-0,2
7	-1,1	-1,1	-1,3	-1,1	-1,7	-1,9	-2,1	-1,8	-1,0	0,0	1,7	2,0	2,8	3,3	3,7	4,0	2,7	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,0
8	-0,2	-0,4	-0,5	-0,5	-0,7	-1,1	-1,3	-1,7	-1,7	-1,2	-0,1	0,5	0,9	1,2	1,4	1,0	0,6	-1,0	-2,0	-2,8	-2,8	-3,4	-3,4	-3,7	-4,0
9	-4,0	-4,2	-4,6	-4,8	-4,9	-4,9	-4,9	-4,2	-4,9	-4,2	-3,8	-3,6	-3,7	-3,4	-2,8	-2,8	-2,8	-3,0	-2,7	-2,5	-2,8	-2,9	-3,5	-4,0	-4,0
10	-3,7	-3,3	-3,7	-3,5	-3,8	-4,0	-4,1	-3,8	-2,9	-2,0	0,0	1,0	1,0	0,9	0,7	-0,2	-1,0	-2,0	-2,1	-2,5	-2,8	-2,9	-3,0	-3,0	-3,0
11	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-2,0	-1,0	0,0	-1,8	-2,2	-2,8	-3,0	-1,0	-2,9	-2,8	-3,0	-3,4	-3,2	-3,0	-3,8	-3,9	-3,9	-3,7
12	-3,6	-3,7	-3,9	-3,9	-3,7	-3,3	-3,1	-3,0	-2,1	-0,9	1,0	-1,4	-2,3	-1,5	-1,0	-1,2	-2,0	-2,6	-3,0	-2,9	-2,9	-3,0	-3,1	-3,1	-3,3
13	-3,1	-3,1	-3,2	-3,3	-3,3	-3,4	-3,5	-3,0	-2,7	-1,9	-1,0	-1,2	-0,3	0,0	0,2	0,1	-1,0	-1,8	-2,4	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,9
14	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9	-3,1	-3,3	-3,8	-3,3	-2,0	-0,8	-0,3	0,0	0,2	1,3	1,2	1,1	0,8	0,3	-0,2	-0,2	0,0	-0,2	-1,1	-1,1	-1,1
15	-1,0	-1,2	-1,7	-2,0	2,0	-2,0	-1,8	-1,0	-0,4	0,5	1,7	3,0	3,5	4,0	4,9	5,0	4,2	3,8	3,8	3,9	4,0	4,8	4,0	3,8	3,8
16	3,5	3,9	3,9	4,3	4,9	4,3	4,2	6,5	7,6	9,7	10,0	11,3	11,1	11,1	11,3	9,6	8,4	7,7	7,2	6,6	6,6	7,3	7,5	6,6	6,6
17	6,8	6,4	6,3	5,7	5,9	6,5	6,8	8,0	9,2	10,8	12,3	13,2	14,0	14,1	14,4	13,8	12,0	10,8	10,0	10,0	10,1	10,9	11,0	11,0	10,9
18	10,0	9,2	8,9	10,1	10,3	10,0	8,8	10,0	11,8	12,1	13,5	14,1	14,4	14,5	14,5	14,2	13,8	11,8	11,3	11,2	11,2	11,1	10,7	10,4	9,3
19	9,8	10,0	10,6	10,5	10,0	10,0	10,1	10,2	10,8	11,3	11,3	11,0	10,3	10,1	11,3	11,7	10,4	10,1	10,2	10,2	10,7	11,1	10,8	10,4	8,6
20	8,5	8,3	7,9	7,0	6,8	6,7	7,0	7,0	6,7	5,8	5,4	5,3	5,6	6,2	7,1	7,1	7,1	7,2	5,0	5,7	6,1	6,2	6,0	5,8	5,8
21	5,6	5,5	5,3	5,2	5,1	5,0	5,0	4,5	4,7	5,0	5,8	6,2	6,4	8,0	7,0	6,6	6,6	5,8	5,1	5,0	5,1	4,9	4,4	4,1	4,1
22	4,0	3,9	3,2	3,2	3,0	3,0	3,0	4,0	4,6	5,6	7,0	8,0	9,1	9,1	9,0	8,7	8,0	6,6	6,2	5,8	5,8	5,0	4,7	4,1	4,1
23	4,0	3,6	3,3	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0	5,2	6,6	8,0	9,2	9,8	10,1	11,4	11,4	10,0	8,4	7,4	7,0	6,6	6,6	6,6	6,2	6,2
24	6,0	6,0	5,8	5,4	5,4	5,3	5,6	7,0	7,2	10,0	11,0	11,4	11,6	12,7	12,0	11,4	10,0	8,6	8,2	8,0	8,0	8,0	7,6	7,6	7,3
25	7,1	6,8	6,4	6,3	6,2	6,2	6,2	7,0	8,2	9,2	10,6	11,0	11,6	12,2	11,7	10,8	10,0	9,4	8,7	8,6	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
26	8,4	7,8	6,7	6,0	5,8	6,0	6,5	7,1	9,8	10,2	12,0	12,4	13,0	13,4	13,0	12,2	12,1	11,0	10,0	9,6	9,2	9,8	9,4	9,4	9,4
27	8,0	7,6	7,4	7,5	7,7	8,0	8,5	8,8	8,8	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,1	8,0	7,2	7,2	7,2	7,2	9,0	9,0	8,8	8,8	8,8
28	7,4	7,4	8,0	8,4	8,6	8,6	8,6	9,4	9,9	10,6	11,2	12,5	12,6	12,9	13,1	12,2	11,4	10,8	10,4	10,0	10,0	9,5	8,6	8,0	8,0

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

		MART																							
		Saat																							
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	7,5	7,0	7,0	6,8	6,2	6,0	6,8	7,0	7,5	8,3	10,0	10,3	9,9	9,4	10,7	10,1	10,0	9,6	9,6	9,8	9,3	10,0	10,0	10,0	10,0
2	10,0	10,0	9,9	9,7	9,8	9,7	9,6	11,0	12,1	13,8	14,0	13,3	13,5	13,6	14,0	13,9	13,2	13,0	12,9	12,8	12,6	13,0	13,1	13,2	13,2
3	13,2	13,0	12,8	12,4	12,0	11,9	11,6	11,2	11,6	12,8	12,0	12,1	13,0	13,1	13,0	12,1	12,6	12,2	12,2	12,0	11,7	11,0	11,0	10,0	10,0
4	8,0	7,7	7,8	7,9	8,0	7,9	7,5	7,0	7,0	6,2	7,0	8,5	10,1	11,1	10,5	9,9	8,0	6,4	5,8	6,0	5,7	5,2	4,8	4,2	4,2
5	4,0	3,9	3,1	3,0	3,1	3,9	3,6	4,0	5,0	6,2	7,5	9,0	10,0	10,8	11,2	11,1	11,0	10,0	9,4	9,5	9,7	8,9	8,8	9,0	9,0
6	8,9	8,8	8,3	8,2	8,0	7,6	7,4	7,4	8,0	8,2	8,5	8,7	8,9	9,0	7,0	6,9	6,2	6,3	7,0	7,0	6,3	6,5	6,9	7,0	7,0
7	7,0	6,9	6,5	6,0	6,0	5,7	6,0	6,1	7,7	9,0	11,8	13,0	13,9	13,5	13,2	13,0	12,8	11,4	10,5	10,0	10,0	9,8	9,6	9,6	9,9
8	10,0	10,0	10,0	9,0	8,2	8,0	7,7	7,4	7,0	7,0	7,0	6,8	6,9	6,9	7,1	7,2	7,4	7,5	7,8	8,0	8,0	8,1	8,4	8,4	8,4
9	8,8	9,0	8,7	8,2	7,6	7,2	7,6	7,8	7,5	7,1	8,2	8,4	9,2	9,2	10,0	10,0	10,0	9,0	8,2	7,4	7,0	6,9	6,7	6,0	6,0
10	5,3	6,1	5,4	5,0	5,0	5,0	5,0	5,8	6,1	6,3	6,1	6,2	8,0	7,9	8,0	4,2	5,4	5,6	5,8	5,8	5,0	4,9	4,6	4,1	4,1
11	4,0	3,9	3,9	3,5	3,5	3,4	3,0	3,4	4,2	5,0	6,0	6,2	7,2	7,0	6,8	6,8	6,3	6,0	5,2	5,0	5,0	4,5	3,9	3,7	3,7
12	3,6	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	2,5	2,0	2,6	3,0	3,0	5,5	5,0	2,5	4,0	5,0	5,0	3,7	3,3	3,0	3,2	2,7	2,1	2,6	2,6
13	2,8	2,4	2,2	2,0	2,0	2,1	2,3	4,2	5,0	7,0	8,8	8,5	8,0	8,5	9,2	8,4	7,5	6,5	5,4	5,0	5,8	5,0	5,0	4,1	4,1
14	4,0	4,0	3,7	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0	4,0	5,4	6,4	7,0	8,0	8,5	8,8	9,0	8,2	7,8	6,5	6,0	6,0	5,8	5,0	4,8	4,8
15	4,2	3,8	4,0	3,9	3,0	2,3	2,0	4,3	5,0	7,0	8,9	10,2	10,2	10,2	10,9	10,0	9,3	8,2	7,8	7,5	8,0	6,4	7,0	6,2	6,2
16	5,9	4,7	4,2	4,0	4,0	3,5	4,4	4,5	6,5	8,0	9,2	10,2	10,5	11,2	11,5	11,5	11,0	10,0	9,0	9,0	7,9	6,2	4,7	4,4	4,4
17	4,8	3,8	3,3	3,0	2,8	2,2	3,8	4,5	6,8	8,1	9,0	10,5	11,0	11,6	11,8	11,7	11,2	10,0	9,0	8,2	8,0	6,9	6,1	6,4	6,4
18	6,0	6,0	5,2	5,9	5,7	5,5	6,0	6,3	8,0	10,0	11,4	13,0	14,2	15,0	14,5	14,2	13,3	12,0	11,1	10,8	10,2	10,0	9,2	9,1	9,1
19	9,0	8,8	8,7	8,9	9,0	8,0	8,0	8,0	9,0	11,0	12,5	13,0	14,2	14,3	14,8	14,1	13,1	12,0	11,6	11,2	11,0	10,5	9,7	9,0	9,0
20	9,2	8,5	8,2	7,8	6,8	5,9	6,3	8,0	6,5	7,0	7,9	8,2	10,0	11,0	13,0	12,2	12,0	10,5	10,0	9,8	9,5	9,2	8,8	8,2	8,2
21	8,2	8,1	7,0	7,0	5,1	5,0	5,8	6,0	7,0	7,1	10,8	11,8	11,9	10,8	10,0	7,0	6,3	7,0	6,4	7,0	7,0	7,0	7,9	7,0	7,0
22	7,3	7,3	7,2	7,2	6,8	6,7	6,0	5,9	6,0	7,1	10,6	11,4	12,0	12,2	11,9	10,2	9,2	9,3	8,0	6,8	5,1	4,8	6,5	6,9	6,9
23	6,4	6,2	5,0	2,8	2,8	3,2	3,9	5,0	5,9	6,0	6,8	8,0	9,0	9,2	9,0	8,8	8,4	7,0	6,0	5,0	3,8	2,8	1,3	0,8	0,8
24	-0,8	-1,2	-1,3	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,2	0,0	1,1	2,1	3,1	3,8	4,3	5,0	5,2	5,1	4,7	3,4	2,6	2,1	1,2	0,6	-0,3	-0,3
25	-0,7	-0,8	-1,3	-1,0	-0,9	-0,9	-0,8	1,0	1,9	2,8	3,6	4,5	6,0	6,7	7,7	7,8	7,9	7,0	6,1	5,8	5,1	4,3	4,2	4,0	4,0
26	2,7	2,5	2,4	2,5	2,0	1,6	2,0	3,8	5,0	6,1	8,0	8,2	9,4	9,7	10,0	10,2	10,0	9,0	7,7	7,3	7,7	8,1	8,2	8,0	8,0
27	7,0	6,2	5,9	5,5	4,9	4,8	5,3	8,0	10,4	11,2	12,0	13,0	13,1	13,4	14,2	14,5	13,5	12,0	11,8	11,8	12,4	12,0	11,8	11,0	11,0
28	10,5	10,0	9,7	9,3	8,9	8,9	10,0	10,3	11,0	11,3	12,8	13,2	14,6	15,4	14,5	14,2	14,0	13,2	12,9	12,7	12,4	11,8	11,6	11,4	11,4
29	11,2	11,0	11,0	11,0	10,2	9,8	9,5	10,5	12,2	14,6	16,0	16,5	17,2	17,4	17,8	17,8	17,6	17,0	16,8	15,0	14,9	14,8	14,7	14,0	14,0
30	13,8	13,1	13,0	12,9	12,6	12,4	12,4	13,7	15,4	17,0	18,8	19,0	20,0	20,0	19,2	19,0	18,0	17,0	16,4	16,0	15,1	14,9	14,6	14,2	14,2
31	14,0	13,7	12,6	12,0	11,7	10,9	10,8	11,2	12,1	14,0	16,0	16,7	17,2	17,8	18,6	18,6	18,3	18,0	16,5	16,2	16,8	17,0	16,8	16,5	16,5

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

NİSAN																													
Gün	Saat																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
1	16,5	16,4	16,3	16,0	15,5	14,0	12,4	12,0	12,8	13,0	14,0	14,2	14,2	14,5	14,6	14,1	14,0	13,5	12,4	12,0	12,2	12,0	11,6	11,1					
2	11,0	11,0	10,3	11,1	10,5	10,2	11,5	9,9	12,0	14,2	15,0	15,0	13,7	12,3	10,3	10,5	10,2	9,5	8,7	8,3	8,3	7,0	6,8	6,5					
3	6,3	6,0	5,8	5,1	5,0	5,0	5,0	4,7	4,7	5,0	7,2	8,0	9,0	8,6	10,0	8,8	7,5	6,8	5,3	5,0	5,0	4,0	4,1	4,0					
4	3,5	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,8	4,2	5,0	7,0	7,5	8,0	8,1	8,9	9,0	9,0	8,4	8,0	7,8	7,7	7,8	6,7	6,2	6,0					
5	5,8	5,0	4,8	4,3	3,5	4,0	5,0	6,0	8,3	9,0	9,0	10,0	9,0	7,9	8,0	9,0	8,3	8,1	8,0	8,0	8,7	8,0	8,0	8,0					
6	7,8	7,3	7,0	6,8	6,7	7,0	9,0	10,3	11,9	13,0	13,0	12,4	13,0	13,5	13,0	10,0	7,5	7,0	7,0	7,4	8,0	8,2	8,2	7,3					
7	6,0	5,8	5,5	5,3	6,1	6,8	7,8	9,0	11,0	12,4	13,0	14,0	14,2	14,8	15,0	15,0	14,5	13,6	12,7	12,7	12,2	12,0	12,0	12,0					
8	11,0	11,0	11,0	11,5	11,0	11,2	13,0	14,8	16,2	16,8	16,0	16,7	16,3	17,0	18,5	17,5	16,2	15,3	14,5	14,5	14,7	14,0	13,8	14,0					
9	13,5	13,7	13,8	13,8	14,4	14,2	15,0	16,0	16,0	15,2	16,0	16,0	14,8	14,0	13,3	13,0	12,0	11,5	10,3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0					
10	10,0	9,8	10,2	10,3	10,3	9,7	10,0	11,9	13,0	14,8	16,0	16,5	18,0	19,0	19,9	19,8	19,3	18,8	17,5	17,1	17,2	16,8	16,0	15,3					
11	15,3	15,0	15,0	14,8	14,3	14,0	15,0	16,0	17,0	18,5	19,9	21,0	21,0	21,5	21,5	21,1	21,0	20,0	18,8	18,0	18,0	17,2	16,0	16,3					
12	16,5	16,2	15,7	15,2	15,2	15,5	16,7	16,2	19,0	21,0	22,5	23,3	24,0	24,5	23,8	24,0	23,0	21,7	20,0	19,6	19,8	19,5	18,9	18,8					
13	18,9	18,3	18,2	18,2	18,2	18,0	20,0	21,0	21,8	22,0	22,5	23,2	24,0	23,5	24,0	24,0	23,3	23,5	22,0	21,8	21,3	20,3	20,2	20,0					
14	20,0	20,0	19,8	19,5	19,5	19,0	19,4	20,0	21,0	20,7	21,2	21,0	21,0	20,0	19,2	19,9	19,9	19,4	18,7	18,8	19,2	18,2	17,6	18,0					
15	18,2	16,0	15,2	15,4	15,0	14,2	15,0	16,8	17,3	16,0	16,2	17,8	18,3	18,5	18,5	18,0	17,4	16,0	13,5	13,0	12,2	11,0	10,3	9,6					
16	8,8	8,0	6,2	6,4	6,0	5,7	6,0	7,2	8,8	8,8	10,0	11,0	13,5	14,7	13,0	14,0	13,0	13,0	12,8	12,0	12,8	12,8	12,0	12,0					
17	11,8	11,2	10,9	10,2	9,9	9,8	11,5	13,0	14,0	15,2	17,0	17,8	17,8	18,5	18,0	17,0	17,2	16,0	14,7	14,2	14,3	13,7	13,3	13,0					
18	13,0	12,8	12,1	12,0	12,4	12,0	14,0	14,5	16,0	17,2	19,0	18,2	19,0	19,3	20,3	20,0	19,3	18,7	18,0	18,0	18,0	17,4	17,0	16,9					
19	16,8	16,6	16,0	16,0	16,0	15,7	16,0	16,2	17,0	19,2	20,0	21,0	22,0	22,0	23,2	24,0	23,7	22,3	21,0	20,0	18,0	17,2	16,5	15,5					
20	14,0	14,0	14,0	12,0	10,7	10,0	11,2	13,0	13,5	14,0	15,5	16,0	18,0	19,0	19,0	19,5	18,7	17,7	15,8	15,0	14,8	14,2	14,3	13,8					
21	14,0	14,0	13,0	12,8	12,8	13,0	15,2	16,5	18,8	19,2	20,0	21,0	20,8	21,0	21,3	21,0	20,0	20,0	19,3	18,8	18,4	18,2	18,4	18,3					
22	18,0	18,0	17,8	17,8	17,5	17,5	18,0	18,5	19,5	20,5	22,8	23,0	23,3	24,0	23,0	23,5	23,3	23,0	21,8	21,5	21,6	22,1	22,5	22,2					
23	22,0	21,8	21,6	21,8	22,0	22,0	22,0	21,4	22,0	24,5	24,0	24,5	22,0	21,8	22,2	21,6	21,6	21,0	18,1	18,0	16,8	16,6	18,0	18,8					
24	18,4	17,0	16,8	16,1	16,1	15,0	14,0	15,0	17,0	17,0	16,6	16,6	16,4	16,0	15,2	14,8	14,0	14,0	14,0	13,5	14,5	14,0	13,8	13,3					
25	12,0	11,2	11,0	11,0	11,2	11,8	12,2	13,0	14,2	14,2	16,0	17,0	17,0	16,8	16,5	17,8	17,5	17,3	16,9	15,5	14,5	14,4	14,5	14,8					
26	13,2	13,2	13,4	13,4	13,9	13,8	13,8	13,5	16,0	19,0	19,0	20,5	20,0	13,0	14,2	14,5	15,0	15,0	14,4	14,0	12,3	12,0	12,3	13,0					
27	13,0	12,7	12,4	12,0	11,8	12,0	13,2	14,8	15,2	16,6	18,2	18,0	19,9	19,6	19,6	19,2	19,0	18,8	17,0	16,6	16,2	15,8	15,8	15,6					
28	15,0	14,3	14,2	14,0	13,5	13,5	15,0	16,0	16,2	16,6	17,0	19,0	20,0	20,0	20,8	21,0	19,7	18,5	17,0	14,0	13,0	13,0	13,0	13,0					
29	13,9	13,8	13,0	12,8	12,2	12,4	13,3	13,3	15,0	16,2	18,8	19,5	21,0	21,0	21,0	21,0	20,3	19,5	17,5	16,6	16,0	15,5	15,7	15,7					
30	15,8	15,5	15,0	14,7	14,0	14,8	17,0	18,8	19,3	20,0	21,0	21,2	22,0	22,7	22,5	22,5	21,8	20,5	19,0	18,0	17,2	17,0	16,4	16,3					

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

		MAYIS																							
		Saat																							
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	15,0	15,0	14,7	15,0	14,7	14,0	15,2	15,8	17,4	18,2	18,2	20,0	20,0	19,6	19,3	18,7	17,8	17,0	16,1	16,0	16,0	15,5	14,5	14,0	14,0
2	14,2	14,0	12,2	10,2	10,3	8,9	8,4	8,8	10,2	9,1	12,0	13,2	13,2	13,0	10,5	9,0	8,0	8,4	8,0	8,2	8,3	8,0	7,4	7,3	7,8
3	9,7	9,7	9,4	9,3	8,9	7,4	7,9	8,8	9,8	10,0	10,0	12,0	12,5	12,8	7,5	8,0	11,0	12,1	11,3	11,0	10,6	9,8	10,0	9,9	9,2
4	7,4	7,0	7,0	7,1	7,4	8,1	8,4	9,8	11,2	12,5	14,4	15,3	14,8	15,0	16,5	15,3	16,0	15,7	15,4	14,8	13,6	13,2	12,5	11,9	11,4
5	9,9	9,0	8,5	8,3	8,4	8,1	8,4	9,8	11,2	12,5	14,4	15,3	14,8	15,0	16,5	15,3	16,0	15,7	15,4	14,8	13,6	13,2	12,5	11,9	11,4
6	11,0	11,0	12,3	12,0	11,9	11,8	12,0	13,6	14,4	16,0	18,0	18,4	19,0	19,5	20,0	20,0	20,0	19,9	19,0	18,0	17,0	16,6	17,2	16,6	16,0
7	15,9	15,7	16,0	16,0	16,0	16,2	18,0	18,4	18,8	21,0	22,0	22,8	23,7	23,8	24,5	23,8	22,8	22,8	22,0	21,0	20,8	20,2	19,9	19,6	19,2
8	18,9	18,5	18,7	18,7	18,3	19,0	20,0	21,2	22,8	24,0	24,8	25,0	26,1	26,0	26,5	26,9	25,5	24,8	22,0	22,0	22,8	22,4	20,0	20,2	19,0
9	16,8	16,0	13,9	12,5	12,3	11,1	12,7	14,0	13,2	15,0	17,1	18,0	19,8	21,5	22,7	22,8	22,0	21,9	20,3	18,9	18,5	18,2	17,8	18,1	
10	18,0	17,5	17,3	17,3	17,2	17,1	18,4	19,8	21,4	22,1	23,3	24,0	25,1	25,8	26,0	25,0	24,2	23,5	22,0	21,7	21,4	21,0	20,3	20,6	
11	20,2	20,0	19,1	18,8	18,2	19,0	20,0	21,0	23,0	24,2	25,0	26,2	26,5	26,3	27,5	27,0	27,4	26,2	25,0	24,0	23,0	22,3	22,4	22,0	
12	22,0	22,0	21,8	21,7	21,5	22,0	22,5	24,0	26,3	27,5	28,0	28,0	28,2	27,2	26,8	26,5	26,3	24,8	23,7	23,0	22,5	22,1	22,0	21,8	
13	21,8	21,1	21,0	20,7	20,6	21,0	22,0	23,0	24,8	26,0	26,8	27,8	29,9	28,2	27,3	26,8	25,9	26,0	25,0	24,0	23,0	22,0	21,0	20,0	
14	18,2	18,2	17,3	16,9	16,5	16,0	16,0	18,0	19,7	21,0	23,2	24,3	24,7	25,1	25,9	25,2	25,0	24,0	22,0	21,0	20,5	20,0	19,3	18,5	
15	18,3	17,0	17,3	15,9	15,6	17,0	19,3	21,8	23,7	24,0	24,2	25,0	25,3	25,5	26,0	20,0	19,3	18,2	18,5	18,1	17,8	16,3	17,9	16,2	
16	17,0	16,9	15,9	16,0	14,5	14,0	16,0	17,0	20,0	21,0	22,2	24,0	24,8	24,2	25,0	24,0	24,0	23,8	23,4	22,2	21,0	20,7	20,0	19,7	
17	19,7	19,3	19,1	19,8	19,0	19,0	21,2	22,3	23,4	25,0	27,0	26,0	26,3	25,7	25,0	23,0	21,5	20,0	18,8	19,0	19,0	18,7	16,8	16,7	
18	15,3	15,0	16,2	16,0	15,0	15,1	16,8	17,3	19,6	20,9	22,0	23,0	24,2	26,0	26,2	25,3	25,1	22,7	21,4	20,3	20,0	19,6	19,0	18,0	
19	17,8	17,8	17,5	17,0	16,0	16,2	16,6	17,0	19,0	21,0	23,0	24,2	26,0	26,8	27,0	26,6	26,9	26,0	25,0	19,6	18,8	18,2	19,8	19,0	
20	19,0	18,2	17,3	17,0	16,8	17,1	18,4	20,0	22,0	23,5	24,2	25,0	26,0	26,0	27,0	26,6	26,2	25,8	24,0	23,2	22,8	22,8	22,6	22,0	
21	21,4	21,2	21,1	20,9	20,6	21,0	22,5	24,5	26,3	27,0	29,0	28,8	29,9	29,3	29,6	29,3	28,0	27,2	26,0	26,0	25,7	25,2	25,1	25,0	
22	24,7	24,0	22,4	21,8	21,1	21,2	23,0	24,3	26,0	27,5	28,0	29,2	30,0	31,0	31,0	31,0	30,2	29,9	28,7	26,7	26,2	26,0	25,9	25,9	
23	25,4	24,0	24,9	21,0	21,0	23,8	26,6	26,2	27,5	28,4	29,3	30,0	30,8	31,0	31,0	29,0	28,0	27,2	25,0	24,4	23,8	23,5	22,7	22,0	
24	22,0	21,3	20,8	20,4	20,0	20,0	21,1	21,4	23,2	24,5	25,2	26,1	26,9	27,0	26,2	26,0	25,4	23,8	22,0	21,2	21,0	20,0	18,8	18,7	
25	17,5	17,0	17,7	17,6	17,0	17,0	18,2	19,2	20,3	21,4	22,0	23,5	24,1	24,4	24,7	24,2	24,0	23,8	22,5	21,6	21,0	20,0	19,4	19,2	
26	19,4	19,2	19,0	19,0	18,8	19,0	21,0	21,1	22,0	22,5	23,8	24,0	24,5	24,7	25,0	25,0	24,8	24,0	22,5	21,9	22,0	21,5	20,9	20,2	
27	20,0	19,8	19,4	19,4	19,4	20,0	22,0	23,0	24,2	25,2	27,0	27,5	27,0	28,6	29,9	28,9	28,2	27,8	27,0	26,5	26,0	25,0	23,0	23,2	
28	20,5	20,5	20,0	20,1	20,9	21,0	22,5	24,0	26,0	26,0	27,0	28,5	29,0	28,5	27,7	27,5	26,8	25,8	24,2	23,5	21,8	20,0	19,6	19,0	
29	18,3	18,0	17,0	16,0	15,0	16,0	18,1	19,0	20,0	21,5	21,5	23,2	24,0	24,0	24,0	24,3	24,0	23,3	21,8	21,0	21,0	20,2	19,7	19,5	
30	19,4	19,0	18,8	18,8	19,5	21,0	21,0	20,7	21,0	21,0	20,3	22,0	22,8	23,0	22,0	21,8	20,0	18,0	16,0	18,0	19,0	19,4	19,0	18,0	
31	17,5	17,4	17,2	17,3	18,5	19,3	20,0	21,2	23,0	23,4	24,0	24,5	25,0	26,0	25,5	25,0	24,8	24,7	23,3	22,0	20,8	19,1	18,7	18,0	

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

HAZİRAN		Saat																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	18,0	18,0	18,0	18,3	18,5	19,0	19,0	20,0	20,5	21,0	22,5	23,0	23,5	24,4	24,5	24,8	23,0	22,0	22,0	20,3	19,5	18,7	16,9	16,8	17,0
2	16,9	16,7	16,2	15,6	15,1	16,1	18,0	19,0	20,0	21,5	22,0	22,0	23,4	24,0	23,2	22,9	23,0	22,2	21,0	20,2	20,2	20,2	18,0	18,0	17,8
3	17,2	17,2	17,0	16,2	16,2	17,0	18,0	20,0	23,0	23,5	23,8	26,0	26,0	26,0	26,6	26,4	25,3	25,0	23,8	22,0	22,0	22,1	22,0	20,0	20,0
4	19,8	19,0	18,7	18,2	18,0	21,0	22,8	23,2	23,0	24,0	22,0	21,0	24,0	24,0	19,3	18,0	16,2	15,6	14,3	14,0	13,2	13,5	14,8	15,4	
5	15,1	16,0	15,4	16,1	14,0	15,4	16,3	18,0	19,5	19,8	20,0	19,2	19,8	20,8	21,1	20,8	20,2	20,0	19,0	18,0	17,2	17,0	16,2	15,5	
6	15,2	14,9	14,1	14,8	14,8	15,0	16,1	17,0	19,0	20,8	22,0	23,0	24,2	25,1	25,7	25,5	26,2	24,5	23,0	21,8	21,1	20,5	19,8	19,3	
7	19,9	18,5	17,7	16,8	15,3	16,3	18,2	19,8	21,8	23,0	23,8	25,2	26,5	27,0	27,8	28,0	27,5	27,0	25,5	24,2	24,0	22,9	22,6	22,0	
8	21,0	20,4	20,0	20,0	20,0	21,8	22,8	23,2	24,6	26,2	27,5	28,6	29,5	30,0	31,0	31,0	30,5	30,3	29,0	27,7	26,2	25,5	25,7	24,4	
9	24,3	23,3	22,9	22,0	21,7	22,0	23,3	25,0	27,0	28,4	30,5	30,8	31,0	32,1	32,9	33,1	32,5	30,3	29,2	28,0	28,5	27,8	28,0	28,0	
10	27,8	27,5	27,0	27,0	26,0	27,0	27,7	28,3	29,5	31,0	31,5	32,0	33,0	33,9	34,0	33,7	33,4	33,0	31,5	30,0	29,2	29,2	28,0	27,7	
11	26,2	26,0	26,8	26,3	26,0	26,8	27,8	28,8	28,0	28,0	29,2	30,0	31,0	32,0	32,0	31,8	31,5	30,0	28,3	27,0	25,5	24,0	21,8	21,0	
12	20,7	21,2	21,0	20,6	20,0	20,3	22,5	22,5	22,2	23,3	24,0	26,5	29,0	29,2	30,0	30,0	29,2	29,0	28,0	24,0	21,8	22,2	23,5	23,5	
13	23,3	23,0	23,5	22,5	22,0	22,0	23,0	24,0	24,3	25,0	27,7	28,5	28,8	29,0	29,8	29,1	28,7	27,6	26,0	25,0	25,0	23,4	23,0	22,4	
14	22,0	21,4	21,4	21,0	20,0	20,6	21,1	21,8	23,4	25,0	26,8	27,2	28,4	29,0	29,0	29,0	28,4	28,0	26,8	26,0	25,0	25,0	25,0	25,0	
15	25,0	25,0	25,0	25,1	25,3	25,8	26,8	27,0	28,4	28,2	29,3	30,9	30,9	31,0	31,0	31,8	31,0	29,7	28,0	26,4	26,1	25,0	23,4	23,0	
16	23,0	23,0	22,8	22,2	22,0	22,2	24,0	25,8	26,2	27,4	28,2	29,0	29,4	29,8	29,8	29,4	29,0	28,2	26,8	25,8	25,6	25,0	24,4	24,0	
17	23,2	21,6	21,0	20,5	20,0	20,2	21,7	22,8	25,0	27,0	28,2	29,0	30,2	30,8	31,8	32,0	31,0	30,2	28,0	27,4	26,5	25,4	24,7	24,1	
18	23,8	22,8	22,0	21,2	20,8	21,0	22,6	23,4	26,0	27,4	30,0	30,2	31,2	32,0	32,8	33,0	32,6	32,2	30,4	29,4	27,8	26,4	25,4	25,0	
19	24,7	24,2	23,4	22,6	21,4	21,4	23,5	24,4	26,4	28,0	30,0	30,8	31,4	32,5	33,0	33,0	32,0	31,0	30,0	28,4	27,4	26,4	26,0	26,0	
20	25,0	25,0	24,0	23,4	23,0	23,0	24,5	25,2	26,0	27,5	28,3	29,1	30,3	30,0	30,0	30,0	30,0	29,0	28,0	27,6	25,0	24,0	23,0	22,3	
21	21,0	20,7	20,0	19,3	19,2	18,5	19,2	21,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	27,4	28,0	27,5	27,0	26,3	25,0	24,0	23,5	22,7	21,8	21,0	
22	20,3	19,8	19,9	20,0	19,9	20,0	21,0	21,2	22,7	23,5	25,0	25,0	26,8	27,8	27,8	28,0	27,8	27,8	24,8	23,7	23,0	21,4	20,4	20,0	
23	19,0	18,0	16,8	16,0	15,0	15,0	16,0	17,0	19,6	21,0	23,0	25,0	26,3	28,0	27,8	28,0	28,0	27,7	26,0	25,0	24,0	23,0	22,2	21,0	
24	20,5	20,0	19,7	19,6	19,2	19,5	21,0	22,0	24,0	25,5	27,7	29,0	30,1	32,0	32,8	33,3	32,8	31,5	30,3	28,7	28,0	27,0	25,4	25,5	
25	25,0	24,0	23,6	23,3	22,8	22,2	23,3	25,0	27,0	29,0	30,0	30,3	31,8	32,2	32,2	32,5	32,8	32,0	30,3	29,0	28,8	28,0	27,0	26,0	
26	25,0	24,0	23,0	22,8	22,2	21,7	22,0	24,0	26,0	27,4	29,0	30,0	30,8	30,4	31,0	30,0	30,3	28,0	25,5	24,2	23,2	21,2	20,7	20,0	
27	19,0	18,5	18,0	17,6	17,1	17,8	19,0	20,0	22,2	25,0	26,9	28,6	29,8	32,0	32,0	31,5	32,2	30,0	29,0	27,8	27,2	26,9	25,2	25,0	
28	24,0	23,0	22,8	21,8	21,6	21,7	23,0	24,0	26,6	28,2	30,8	31,2	33,0	33,2	33,0	32,2	33,0	32,0	30,4	29,6	29,2	28,6	28,1	28,0	
29	27,4	27,0	26,2	25,8	25,7	26,0	28,0	28,5	31,0	32,0	33,2	34,0	34,2	34,0	33,5	32,8	32,0	32,0	31,0	29,8	28,9	28,7	28,1	25,8	
30	25,0	24,7	24,2	24,7	24,8	25,0	27,2	26,0	27,0	28,0	29,0	29,8	30,8	31,0	31,2	31,0	30,9	30,0	28,6	28,2	27,0	26,6	26,1	25,3	

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

		TEMMUZ																							
		Saat																							
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	25,8	26,0	26,2	26,2	25,0	25,0	26,6	27,0	29,0	31,0	32,0	33,0	33,3	33,8	33,3	33,0	32,9	32,9	31,0	30,3	29,6	28,6	28,0	27,2	
2	27,0	26,0	25,4	25,0	24,7	25,0	26,0	27,2	29,0	31,0	33,0	34,0	34,5	35,0	35,0	35,5	35,2	35,0	32,0	31,0	30,4	30,2	29,2	29,5	
3	28,1	28,2	27,9	27,0	26,5	26,2	27,0	28,0	30,0	32,0	34,0	35,0	35,8	35,0	36,0	35,4	35,0	35,0	34,5	33,0	31,2	30,8	30,0	29,4	
4	29,0	28,7	28,1	28,0	28,0	27,5	28,8	30,0	29,0	29,6	31,6	33,0	34,0	34,0	34,6	34,0	33,2	32,6	31,0	30,0	27,4	26,2	25,2	24,6	
5	22,7	22,3	21,9	21,0	20,2	20,0	21,5	22,0	23,0	23,4	24,5	25,8	26,3	27,0	27,1	27,2	27,3	26,7	25,9	25,0	24,0	23,0	22,5	21,9	
6	21,4	21,8	22,0	22,2	22,2	22,0	23,4	24,2	25,2	28,0	28,9	29,4	30,0	30,8	30,9	31,5	31,1	30,2	30,0	29,0	28,0	27,5	26,7	26,7	
7	25,5	24,8	24,0	24,0	23,3	23,1	24,2	25,2	28,5	29,2	31,9	32,0	34,2	34,0	34,3	34,4	34,2	34,5	33,5	31,8	30,2	29,0	28,2	27,4	
8	27,5	27,7	27,7	27,0	27,1	27,0	28,0	29,0	30,5	33,0	35,2	36,0	37,0	37,2	36,5	36,3	36,0	35,0	33,3	31,8	31,5	30,7	30,0	29,0	
9	29,0	28,2	28,0	27,8	27,2	26,7	27,0	27,6	29,0	31,0	33,0	35,0	36,5	37,4	37,5	37,2	37,0	36,0	33,6	33,2	33,0	30,8	30,7	30,0	
10	28,8	28,2	27,8	27,5	26,9	26,7	27,0	28,3	30,0	32,5	34,7	36,0	37,0	38,2	38,8	38,0	36,2	35,8	34,0	33,0	33,0	32,0	30,3	29,7	
11	29,0	28,1	27,0	26,8	26,2	26,0	27,0	27,5	29,8	31,8	33,5	34,8	36,0	37,0	36,0	37,8	37,3	36,8	36,0	33,5	32,5	31,2	30,4	29,5	
12	28,8	28,0	27,3	27,0	26,6	26,0	27,0	29,0	30,4	32,5	34,5	36,0	37,2	37,0	38,2	38,0	37,5	36,8	34,8	33,0	32,2	31,0	30,0	29,8	
13	29,0	28,0	27,5	27,0	26,0	26,2	28,2	29,0	31,8	33,0	34,5	36,2	37,2	37,6	38,8	38,8	38,2	37,2	35,0	34,2	34,0	32,0	31,8	31,0	
14	30,5	29,8	29,4	29,2	28,0	28,0	30,8	30,0	31,0	32,5	34,0	35,2	35,2	35,0	35,2	34,8	34,0	33,0	31,0	29,8	29,0	28,2	27,0	25,0	
15	25,0	24,5	24,2	24,2	24,0	24,2	25,3	25,2	26,0	26,8	28,8	30,0	30,9	31,5	32,0	32,8	32,2	31,0	30,0	28,2	27,5	27,9	26,1	26,1	
16	26,0	25,5	25,0	24,0	23,5	23,1	24,0	25,5	28,0	28,8	29,5	31,0	31,0	32,1	32,2	32,2	32,0	31,3	30,0	29,0	28,9	28,0	27,4	27,0	
17	26,9	26,2	26,4	26,9	26,0	26,5	26,0	26,5	28,0	30,0	32,5	35,0	36,0	35,2	35,0	34,9	34,7	33,8	32,5	31,2	30,0	28,8	27,7	27,7	
18	28,0	27,2	26,2	25,3	24,8	24,0	24,1	25,0	28,0	30,2	32,0	33,0	34,0	34,0	34,2	34,0	33,0	31,8	30,0	29,5	29,3	28,3	28,0	27,8	
19	27,6	27,2	27,0	27,0	25,9	25,9	26,1	27,0	30,0	31,8	32,7	33,8	33,8	34,0	34,7	34,7	34,0	33,0	30,3	29,8	29,8	29,0	28,3	28,0	
20	26,9	25,8	25,8	25,7	25,3	25,8	26,1	28,0	30,0	32,0	33,5	34,8	36,1	36,0	36,0	35,0	34,0	33,0	31,5	31,0	30,5	29,0	28,5	29,0	
21	29,0	28,5	28,0	28,0	27,3	27,0	27,8	29,8	33,0	34,8	36,5	36,8	36,8	37,0	37,4	37,0	36,0	35,0	33,0	31,8	31,0	30,5	30,2	29,8	
22	29,8	29,2	29,0	28,8	29,0	30,0	32,0	32,8	34,2	35,2	37,0	37,3	37,8	37,8	37,4	37,6	36,9	35,2	33,5	32,0	31,2	31,0	30,2	30,0	
23	29,3	29,8	30,0	29,8	29,0	29,5	30,8	31,2	33,0	34,8	37,0	38,0	39,0	38,9	38,5	38,0	37,5	36,8	34,6	33,0	32,8	31,6	31,5	31,5	
24	30,6	30,5	29,8	29,7	29,7	29,1	30,2	30,2	32,1	32,4	33,0	35,0	36,5	37,1	37,0	36,8	36,3	35,0	33,0	32,0	31,8	31,0	30,0	29,5	
25	29,1	28,8	28,8	28,8	28,9	27,0	28,6	29,0	30,0	30,2	31,4	33,5	34,0	34,2	34,6	33,5	32,8	32,0	31,0	30,0	30,0	28,8	28,6	27,0	
26	27,1	27,2	27,0	26,8	26,8	27,1	29,5	30,8	31,0	32,2	33,3	34,2	34,8	35,6	36,2	36,6	35,8	34,1	32,2	31,1	30,2	30,1	30,2	30,1	
27	29,8	29,8	29,9	28,3	27,3	27,0	27,0	28,8	30,7	32,8	35,0	37,2	37,7	39,0	39,4	38,9	38,0	37,1	35,8	35,0	34,2	33,8	33,5	32,8	
28	31,2	31,0	30,6	30,0	30,0	30,1	30,8	32,2	36,0	38,0	38,6	29,8	29,9	40,3	29,5	29,5	39,0	38,5	36,0	35,0	34,2	33,8	33,1	33,0	
29	32,9	30,0	29,2	29,3	29,1	29,1	28,9	29,5	32,0	34,8	38,6	39,5	40,0	40,3	39,3	39,3	38,0	37,0	35,0	34,0	33,2	33,0	31,1	30,7	
30	30,6	30,5	30,1	29,2	29,0	28,0	28,9	29,5	30,7	31,2	32,0	33,8	35,4	35,2	35,5	35,8	35,2	34,8	34,0	32,1	31,8	31,5	29,0	27,8	
31	27,8	27,8	27,9	27,9	28,0	27,8	28,0	29,8	30,8	31,2	32,2	31,2	33,0	34,2	33,6	33,2	32,6	32,0	30,0	29,0	27,3	32,2	31,8	31,6	

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

		AĞUSTOS																													
		Saat																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
1	25,2	25,6	25,2	25,0	24,8	24,3	25,0	27,0	29,0	30,0	30,6	31,8	32,7	33,2	34,0	33,2	32,8	32,0	30,5	29,0	28,2	28,2	28,0	27,0	27,0						
2	26,3	25,0	24,5	24,9	25,0	25,0	27,2	27,8	27,2	28,5	29,5	31,0	31,8	32,2	32,2	32,5	32,0	30,7	29,6	29,0	28,2	27,5	26,8	26,5	26,5						
3	26,8	26,9	27,0	25,2	24,7	25,0	25,8	27,3	29,2	30,0	31,0	32,2	31,5	31,5	32,0	32,1	31,0	29,4	27,2	27,2	27,2	27,7	27,0	27,0	27,0						
4	26,9	26,9	26,0	25,7	25,4	25,0	26,0	28,0	29,0	30,0	31,9	32,7	33,0	34,4	32,2	33,5	33,5	32,0	30,8	30,0	28,0	27,2	26,8	26,0	26,0						
5	25,2	26,0	26,8	26,7	26,5	27,0	28,0	28,0	30,0	31,2	32,5	33,7	34,4	35,0	35,0	34,0	33,7	33,0	31,0	30,5	30,0	29,7	28,6	28,3	28,3						
6	28,0	28,0	28,0	28,0	27,9	27,9	28,0	29,0	31,0	32,0	32,2	33,0	34,4	35,0	35,0	34,2	34,2	33,0	31,5	30,5	30,2	30,0	28,0	27,8	27,8						
7	27,2	27,8	27,9	27,9	25,0	25,0	26,0	28,5	28,0	28,0	29,0	30,0	32,2	35,0	34,0	34,0	34,0	33,5	32,0	31,0	30,2	28,5	26,5	24,0	24,0						
8	24,8	25,0	24,8	24,7	24,4	25,2	26,3	29,0	30,0	33,0	34,5	35,8	36,0	35,4	34,6	33,8	33,0	32,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	30,7	30,0						
9	29,0	28,2	27,8	27,2	27,0	28,8	29,0	30,0	32,0	35,0	36,3	37,4	38,0	38,0	38,7	38,5	38,0	37,0	35,2	35,0	35,0	34,0	33,5	33,0	33,0						
10	32,5	32,0	31,8	30,0	29,7	30,0	32,5	34,0	35,2	36,3	38,0	38,3	38,3	38,3	37,8	37,2	36,0	35,0	34,0	34,0	34,7	33,3	32,8	32,5	31,0						
11	28,2	27,0	26,8	26,0	26,2	25,5	26,0	26,4	27,0	30,0	32,0	34,4	35,2	32,8	25,0	28,5	30,0	31,2	30,0	28,0	28,0	28,9	27,0	28,2	29,0						
12	28,0	26,2	25,5	24,2	23,7	24,0	25,2	26,2	28,0	30,0	32,5	34,0	34,8	35,2	35,5	35,2	34,3	34,0	32,7	31,8	31,2	30,7	29,5	29,5	29,5						
13	28,2	28,3	28,3	27,8	28,0	26,5	26,5	28,0	30,0	33,0	34,2	35,0	36,0	36,5	36,5	36,5	36,0	35,0	32,8	32,7	32,1	31,8	30,9	30,0	30,0						
14	29,1	29,7	28,2	27,8	27,4	27,0	27,6	28,2	30,0	34,2	35,5	36,8	37,0	38,0	38,0	37,5	37,0	35,5	34,0	33,2	33,0	32,5	31,5	31,0	31,0						
15	30,0	30,0	29,5	29,2	28,8	28,2	28,9	30,0	32,0	35,0	37,0	38,2	37,0	37,0	37,5	37,0	35,0	33,7	32,5	32,2	33,0	32,0	31,7	31,5	31,5						
16	31,3	31,1	31,0	31,0	31,3	31,8	32,8	32,8	34,7	35,5	36,0	36,3	36,5	36,7	35,7	35,0	34,0	33,0	31,2	31,0	31,0	30,0	29,0	28,3	28,3						
17	28,7	27,0	27,8	27,7	27,4	27,0	29,1	31,2	32,5	32,5	34,0	35,0	35,8	36,0	36,0	35,0	34,0	33,0	31,0	30,7	30,1	29,9	28,8	28,5	28,5						
18	28,0	28,0	28,0	28,6	28,8	28,0	29,2	30,0	32,0	32,2	33,0	34,0	34,4	34,7	34,2	34,0	33,0	31,8	30,0	29,6	29,4	29,0	28,0	28,0	28,0						
19	27,4	28,5	28,5	28,0	28,8	29,0	31,3	33,8	33,0	33,5	35,0	36,0	36,5	36,3	36,0	35,8	34,0	32,7	30,8	30,3	30,0	30,0	29,0	29,0	29,0						
20	29,3	30,0	30,0	30,0	29,4	29,0	29,2	30,0	33,0	35,0	36,2	37,0	37,0	37,5	37,0	36,0	35,0	34,0	32,7	32,0	31,4	31,0	30,5	29,8	29,8						
21	28,8	28,2	28,0	28,0	28,2	28,0	28,0	29,0	29,0	30,0	31,0	32,0	32,0	32,3	32,0	32,0	31,0	30,0	28,2	27,8	27,5	28,0	27,5	27,0	27,0						
22	26,0	25,7	25,0	25,0	25,0	23,8	24,0	26,0	27,0	29,2	31,5	33,0	33,2	34,0	34,0	33,0	32,0	31,0	29,5	29,0	28,5	28,0	27,0	27,0	27,0						
23	26,8	26,2	26,7	26,8	25,2	25,0	26,0	27,0	29,0	32,2	33,8	34,0	35,7	36,0	35,2	35,0	33,5	32,5	31,0	30,2	30,0	29,5	28,8	28,4	28,4						
24	28,0	28,0	28,0	28,0	27,6	27,6	30,0	30,2	31,0	31,2	32,8	32,5	33,8	34,3	34,3	33,8	32,8	31,5	30,0	28,8	29,4	28,8	28,0	28,0	28,0						
25	27,4	27,2	26,8	26,0	26,8	26,8	26,5	28,2	29,0	29,0	29,0	30,5	31,2	32,0	31,8	31,5	30,5	29,4	27,5	27,0	26,5	25,6	25,0	24,2	24,2						
26	23,3	23,0	23,5	23,0	22,0	23,8	23,5	24,0	25,0	26,0	27,5	28,2	30,0	30,5	31,5	31,0	31,0	29,7	27,5	26,3	25,5	25,0	25,0	24,7	24,7						
27	23,8	23,5	23,0	23,0	22,8	23,0	22,7	25,2	27,0	28,8	29,7	30,0	31,0	32,2	32,5	31,0	30,5	30,0	28,0	27,5	26,2	26,0	25,2	25,0	25,0						
28	24,0	23,7	22,8	23,0	23,0	22,2	22,2	24,0	26,0	26,5	27,5	28,6	29,7	30,7	30,5	30,0	29,0	28,0	26,0	25,7	25,7	25,4	25,8	26,0	26,0						
29	25,8	25,7	25,0	24,2	24,0	23,6	23,9	24,4	27,0	29,0	31,0	32,0	32,8	33,0	34,0	34,0	33,5	31,8	31,0	29,5	29,0	27,8	27,1	26,4	26,4						
30	26,0	25,4	24,7	24,0	23,3	23,3	23,6	24,5	26,3	28,2	30,0	31,2	32,2	32,2	33,8	32,8	32,0	31,0	29,5	28,6	28,0	27,0	26,3	25,8	25,8						
31	24,3	24,0	23,2	23,0	23,2	22,8	23,2	23,1	23,3	25,1	27,0	31,0	31,8	30,8	29,6	29,7	30,0	29,7	28,6	28,4	28,3	28,0	28,0	28,0	28,0						

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

EYLÜL																													
Gün	Saat																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
1	28,0	28,0	27,0	26,8	26,7	26,5	26,9	29,0	31,3	32,0	33,0	33,2	33,0	32,7	32,8	32,2	31,0	30,0	29,0	28,3	27,5	27,0	26,8	25,7					
2	25,3	24,1	23,0	21,3	21,3	19,0	20,8	22,8	24,6	25,5	28,1	29,0	29,0	29,5	30,0	29,8	29,0	27,8	27,0	26,2	25,2	25,2	25,0	24,6					
3	24,3	23,7	23,0	23,0	21,5	21,2	22,0	23,2	25,0	26,2	27,5	28,8	29,2	29,4	28,6	28,8	28,4	27,5	26,5	25,2	25,2	24,2	23,7	22,8					
4	22,4	22,0	19,3	18,8	18,0	18,0	20,0	21,5	22,0	23,2	25,0	25,8	26,8	27,0	26,8	26,2	26,8	26,0	24,5	23,8	22,7	22,0	20,8	20,0					
5	19,0	18,5	18,2	17,7	16,8	16,8	16,0	16,8	20,2	22,2	23,0	24,0	25,0	25,2	25,0	24,7	23,8	23,0	22,0	20,7	20,8	18,8	17,7	17,2					
6	17,0	16,1	15,7	15,3	15,1	15,0	16,5	18,0	20,0	21,7	23,5	25,2	26,8	27,0	27,0	27,0	26,0	25,0	23,8	23,2	23,5	22,0	21,0	20,7					
7	20,0	19,3	19,5	20,0	19,0	20,0	21,6	22,6	24,1	25,8	29,0	30,0	31,0	31,4	31,0	30,5	28,8	27,0	26,0	24,8	24,2	24,7	24,6	24,5					
8	24,1	24,0	23,1	23,0	22,2	21,9	21,8	24,0	26,0	28,0	29,8	31,0	32,0	31,3	31,7	31,0	30,0	28,5	27,4	27,0	26,5	25,4	25,2	25,0					
9	24,0	23,8	23,7	23,3	23,0	22,0	23,2	24,8	26,8	28,0	28,8	29,0	28,0	27,7	28,0	27,5	26,7	26,0	25,0	24,4	25,4	24,2	24,1	24,6					
10	24,8	24,7	24,0	24,0	24,5	24,6	26,3	28,7	30,0	30,6	30,9	31,0	31,1	31,0	31,0	30,2	29,3	27,5	25,5	25,5	25,0	23,5	23,0	22,0					
11	21,8	21,7	21,7	21,0	19,8	19,8	21,0	21,5	23,0	25,0	26,7	27,2	29,0	29,0	28,8	28,5	27,0	25,7	24,6	24,2	24,2	23,0	22,3	22,3					
12	22,1	21,7	21,0	20,6	20,0	19,6	20,0	20,8	24,0	25,0	28,0	28,0	29,3	29,5	30,0	29,0	28,0	26,6	25,4	24,7	24,0	23,8	23,8	22,8					
13	22,1	22,0	21,0	21,0	20,6	20,3	21,0	22,0	24,0	27,0	29,0	30,0	30,5	30,3	30,7	30,5	29,6	27,5	26,7	26,0	25,2	25,0	24,4	24,0					
14	23,0	22,8	22,5	22,0	21,8	21,0	21,7	24,0	26,0	28,5	29,0	31,0	31,9	31,7	31,2	31,0	30,0	28,4	27,2	27,0	26,2	25,0	25,7	25,0					
15	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	25,2	26,0	28,0	30,0	30,5	31,8	31,0	30,8	30,8	30,7	29,8	28,0	26,8	26,0	25,6	25,0	24,4	24,0	23,6					
16	23,9	23,5	23,2	23,0	22,1	22,2	23,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	30,0	30,0	30,3	29,7	28,0	26,8	25,4	25,0	25,0	24,5	24,8	24,0					
17	23,5	23,0	23,0	23,0	22,8	22,8	23,6	27,0	28,5	29,2	30,0	31,0	31,8	32,0	31,8	31,2	30,0	28,4	28,0	27,0	27,0	26,0	26,0	26,0					
18	25,8	25,9	25,7	25,2	25,2	25,4	25,5	26,2	28,0	30,0	32,0	33,0	32,0	31,8	33,0	32,5	30,5	29,5	28,6	28,0	28,0	27,2	26,5	26,1					
19	26,0	26,0	25,6	25,2	24,4	24,0	24,3	25,2	27,0	28,3	30,8	32,2	32,5	32,6	32,4	32,2	31,5	29,6	29,0	27,8	27,6	27,0	26,9	26,0					
20	25,8	26,0	24,2	24,0	23,3	23,3	24,0	25,0	27,0	30,0	31,4	31,7	32,0	31,6	32,0	32,0	31,6	30,3	28,5	27,8	27,0	26,0	25,8	25,6					
21	25,0	26,0	25,0	24,3	23,8	23,0	24,2	25,2	27,0	29,3	30,3	31,0	31,5	31,8	32,0	31,0	30,0	28,2	26,8	26,5	26,6	25,0	25,0	24,5					
22	23,8	24,0	24,0	24,3	24,6	24,2	25,0	25,7	26,8	27,0	27,7	29,3	30,0	30,4	30,7	30,2	29,0	27,5	27,0	27,0	25,8	25,6	24,0	23,2					
23	23,2	23,0	23,0	22,5	22,0	21,6	22,6	23,5	25,0	26,0	26,4	26,8	27,9	27,8	27,8	26,6	25,5	24,2	23,0	22,5	21,6	21,5	21,0	20,5					
24	20,0	19,8	19,7	19,3	19,0	19,0	18,6	20,0	22,0	23,0	25,0	25,8	26,0	26,0	25,0	24,2	23,7	22,8	22,0	21,8	21,6	21,0	20,7	20,0					
25	19,1	19,0	19,0	19,0	18,8	18,8	19,5	20,5	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	25,0	24,8	24,0	23,0	21,8	21,2	21,0	20,5	20,0	19,4	18,9					
26	18,2	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,7	20,0	20,0	22,0	23,0	24,0	25,2	25,0	25,0	24,5	23,5	22,0	21,7	21,2	21,0	20,5	20,3	20,0					
27	20,0	20,0	20,0	19,9	19,5	19,5	19,8	21,5	24,0	24,5	25,3	26,8	27,0	27,0	27,0	26,8	25,4	23,7	22,6	22,4	22,1	21,7	21,2	20,7					
28	20,0	19,3	19,3	19,3	19,2	19,3	21,2	23,0	23,5	23,5	25,0	26,0	26,2	27,0	26,3	26,0	25,2	23,5	22,0	21,0	21,0	21,0	20,3	20,0					
29	19,9	19,8	19,0	18,8	18,0	18,0	19,0	19,7	21,5	22,5	23,2	23,0	24,8	23,4	24,8	24,0	23,0	21,8	19,4	19,0	16,8	12,4	12,0	14,0					
30	14,8	14,0	13,3	14,0	14,0	14,0	15,3	15,8	17,5	18,2	19,7	20,0	21,0	21,7	21,5	21,0	20,0	19,0	18,3	18,0	17,7	17,5	17,2	17,0					

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

		EKİM																							
		Saat																							
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	17,0	17,0	16,5	16,2	16,4	16,2	16,8	18,3	19,4	21,0	21,2	22,4	23,0	24,0	24,0	23,3	22,0	20,7	19,8	19,7	19,5	19,5	19,3	18,3	
2	18,4	18,5	18,0	17,9	18,0	17,7	18,7	20,0	21,5	22,5	24,0	25,0	25,5	25,3	24,7	24,3	23,0	22,0	21,7	21,2	21,5	20,6	20,4	20,0	
3	19,7	19,6	19,3	19,0	18,2	18,3	18,5	20,2	22,0	22,2	23,0	23,7	23,5	24,8	23,2	22,0	21,4	20,0	19,4	19,2	18,6	16,3	15,4	14,9	
4	14,0	13,2	13,0	12,4	12,0	11,8	13,2	12,5	15,0	16,2	18,0	19,4	21,0	21,6	21,1	21,0	20,6	19,8	19,2	19,2	19,8	19,0	17,8	17,2	
5	16,7	16,6	16,0	16,0	15,0	15,0	16,0	16,0	18,0	19,1	21,0	22,0	23,3	24,4	22,7	22,6	23,2	21,8	20,9	20,2	20,4	18,0	17,4	16,9	
6	15,9	16,0	15,5	15,3	14,6	14,4	15,0	15,0	17,5	18,8	21,0	22,0	23,2	23,2	23,0	23,0	22,4	21,2	20,4	19,8	19,6	19,4	19,3	19,0	
7	18,5	18,5	17,2	17,0	15,9	16,0	15,8	16,0	17,5	20,0	22,0	23,0	24,2	25,2	24,5	24,0	23,7	22,4	20,5	20,0	19,2	17,5	17,1	16,9	
8	15,9	15,5	14,7	14,0	13,0	12,7	13,4	12,4	13,0	15,0	16,8	17,8	19,0	19,6	20,0	20,0	20,0	19,1	18,0	17,2	16,0	15,3	14,4	13,7	
9	13,0	13,0	12,0	11,8	12,0	11,5	10,8	11,2	14,4	16,0	18,2	20,0	21,0	22,5	23,2	23,7	23,4	22,0	20,0	19,7	19,0	18,4	18,0	17,6	
10	17,8	18,0	18,2	18,2	18,2	19,0	19,0	19,0	24,0	25,0	25,8	26,4	26,0	26,3	25,4	25,1	24,0	22,0	21,5	21,5	21,6	21,5	21,9	22,0	
11	22,0	21,9	21,2	21,0	20,8	20,8	21,7	25,0	27,1	28,3	29,1	29,9	29,5	29,8	29,0	29,0	28,0	27,0	26,7	26,1	25,8	25,5	23,5	23,1	
12	23,0	21,5	21,2	21,3	22,0	22,0	22,4	21,0	24,0	26,0	26,4	28,0	27,0	27,9	27,8	27,0	25,3	24,8	24,3	24,0	23,2	22,4	22,0	21,8	
13	21,6	21,2	21,0	20,7	20,1	20,5	20,8	21,5	23,0	26,0	28,0	29,0	30,4	29,8	30,3	29,5	27,5	26,5	25,6	25,2	25,2	25,0	25,0	24,8	
14	24,7	24,6	24,3	23,6	23,0	23,0	24,0	24,2	26,0	27,0	28,0	27,0	27,8	28,8	29,2	27,0	26,7	26,0	25,7	24,6	23,8	24,0	22,2	22,3	
15	21,2	20,6	20,1	18,9	18,0	18,0	18,2	18,0	20,0	20,5	21,0	22,5	23,2	23,3	24,1	24,0	23,0	21,0	20,0	19,6	19,2	18,5	18,0	18,0	
16	18,0	18,0	17,8	17,5	16,3	16,5	16,6	18,0	20,0	20,8	22,2	23,3	22,5	22,3	20,5	21,2	21,0	20,9	20,8	21,0	19,5	18,0	18,0	16,0	
17	15,2	17,0	16,0	14,2	12,0	12,2	11,0	10,0	9,2	10,8	12,1	12,3	15,0	16,8	16,0	16,0	15,2	14,0	13,5	13,2	14,0	13,2	13,2	13,0	
18	13,2	13,3	13,9	13,6	13,0	13,0	13,8	14,0	15,0	18,0	19,1	19,2	20,0	20,7	20,0	19,5	18,5	18,0	17,2	17,0	17,1	16,8	16,6	16,6	
19	16,1	16,0	16,0	15,9	15,2	15,4	15,0	14,7	16,1	16,0	17,2	17,5	16,2	16,0	11,0	9,4	10,0	9,8	8,0	8,0	8,8	8,0	8,0	7,4	
20	6,8	6,3	6,2	6,1	6,0	6,0	6,3	7,0	8,1	8,9	10,0	11,0	11,6	12,0	11,7	12,0	11,0	10,0	9,2	8,4	7,4	7,1	7,0	6,0	
21	5,4	5,0	5,0	4,8	4,8	5,1	5,2	6,5	8,3	10,0	12,0	13,3	13,2	15,7	15,3	15,2	14,5	12,5	11,4	10,4	10,5	10,5	10,0	10,0	
22	10,0	9,7	9,2	8,5	7,8	8,5	8,5	9,8	10,8	11,8	12,5	13,4	14,2	14,7	15,0	14,9	14,2	13,5	12,8	12,5	12,4	12,2	12,7	12,2	
23	11,6	11,5	11,0	10,4	10,2	10,2	11,0	11,1	12,4	13,1	14,6	15,2	16,5	16,8	17,0	16,9	16,0	14,7	13,7	13,2	13,2	14,0	13,5	13,2	
24	13,0	12,7	12,4	13,0	13,0	13,0	13,4	14,0	16,0	17,0	20,0	20,0	20,0	20,6	20,0	19,6	17,0	15,9	14,9	14,7	14,8	13,8	13,2	13,2	
25	13,0	12,8	12,2	12,0	11,4	10,7	11,4	11,4	13,5	15,6	17,2	18,2	18,7	19,2	18,7	18,2	17,0	15,9	15,1	15,4	16,2	15,2	14,4	14,0	
26	14,3	14,4	14,6	13,1	13,3	13,0	13,2	15,0	16,0	17,4	19,0	21,0	23,5	23,0	23,0	22,5	20,0	18,3	17,4	17,0	17,2	17,2	16,8	17,0	
27	16,8	16,3	16,4	16,8	16,6	15,7	16,2	17,5	20,0	21,2	21,7	22,0	22,5	22,7	22,9	22,0	20,0	18,7	18,3	18,1	17,9	16,9	16,3	17,0	
28	16,0	16,0	15,4	15,1	15,1	14,2	13,5	14,8	16,2	17,0	18,2	18,8	19,3	19,8	19,8	19,7	18,0	16,8	15,7	15,2	15,0	14,0	13,8	13,7	
29	13,0	12,9	12,7	12,6	12,4	12,0	12,0	14,0	15,0	16,3	18,0	18,0	18,7	18,8	17,3	16,0	14,0	12,4	12,3	12,5	13,4	14,0	12,2	12,6	
30	12,7	12,8	12,7	12,5	13,0	13,0	15,8	15,3	16,3	16,2	19,0	19,8	19,5	18,5	18,0	17,4	16,3	16,0	15,0	14,2	14,0	13,9	13,2	14,0	
31	13,3	13,0	12,9	12,2	12,6	12,8	12,0	12,3	13,0	14,0	14,7	15,0	16,2	17,0	17,2	15,8	14,0	12,9	12,0	10,5	10,2	9,0	8,0	7,9	

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

		KASIM																							
		Saat																							
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	7,8	7,0	6,8	6,3	6,2	6,0	5,5	5,7	7,0	9,0	10,0	11,5	12,8	13,8	14,0	14,0	12,0	10,6	9,8	9,2	9,4	9,0	8,7	8,6	
2	7,8	7,3	7,4	7,5	7,8	7,8	7,8	10,0	12,0	12,5	14,1	14,0	14,0	14,3	12,8	12,3	11,8	11,0	10,4	10,0	10,0	9,4	9,3	9,1	
3	9,2	9,3	9,9	9,4	9,3	9,6	9,5	10,0	12,9	14,0	14,8	14,3	15,4	15,8	15,9	14,8	13,2	12,8	12,3	11,0	10,8	10,9	10,2	10,0	
4	10,2	10,8	11,0	10,9	10,5	10,2	10,8	12,0	14,2	15,0	16,0	17,0	17,4	17,4	16,8	16,0	15,4	14,7	14,6	14,0	11,4	10,8	10,4	11,0	
5	11,4	11,0	10,8	10,0	9,2	9,0	8,2	7,0	6,6	6,1	9,8	9,1	9,8	10,5	9,6	9,0	7,8	7,4	7,1	7,0	7,2	6,8	6,1	6,1	
6	6,8	7,0	7,0	8,0	8,3	8,0	7,6	10,0	10,2	11,0	12,0	12,2	12,6	13,2	12,7	12,2	11,1	10,7	10,0	9,8	9,6	9,5	9,0	9,1	
7	9,1	9,1	9,4	9,3	9,2	8,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,8	9,0	10,6	10,0	9,6	9,9	9,6	9,2	9,2	9,2	9,2	9,0	9,0	
8	8,4	8,3	8,6	8,6	8,0	8,0	8,0	7,8	7,7	8,0	10,7	11,4	12,0	13,7	14,8	14,8	14,3	13,5	12,0	11,3	10,3	9,3	8,6	8,0	
9	7,2	7,2	7,4	7,2	7,5	8,5	7,4	7,3	9,0	10,2	13,0	14,8	14,0	13,7	14,9	13,8	12,8	11,8	11,1	11,0	11,3	10,6	10,2	10,0	
10	9,2	8,7	8,5	8,3	8,0	8,1	8,4	8,8	10,0	11,0	13,0	13,3	15,2	15,8	15,3	14,8	13,3	12,2	12,2	12,0	12,0	12,5	11,1	10,7	
11	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,1	10,0	10,0	13,2	13,9	15,0	14,8	15,0	15,7	15,1	15,0	14,0	12,0	10,7	10,4	10,4	10,0	9,0	8,9	
12	8,4	8,1	7,5	7,2	7,0	8,0	8,3	9,2	10,1	13,5	14,0	15,0	15,7	16,0	15,0	14,8	13,0	12,0	10,8	10,0	9,6	9,7	9,3	9,1	
13	8,9	8,2	8,0	8,3	9,0	8,9	8,4	8,8	11,5	12,8	13,4	14,2	15,0	14,0	13,8	13,2	12,0	11,0	10,0	10,0	10,4	9,9	9,8	9,5	
14	9,2	9,4	9,9	9,4	9,2	9,0	9,2	9,3	12,0	12,2	14,0	14,8	15,1	14,8	14,8	14,0	13,7	11,4	11,0	10,5	10,6	10,0	9,8	9,6	
15	9,4	9,2	9,4	9,3	9,4	9,4	9,5	11,0	11,1	14,0	15,8	15,7	16,0	15,4	15,0	14,4	11,2	10,9	10,9	10,7	11,0	10,5	10,7	10,0	
16	10,2	10,0	10,0	9,9	9,0	9,4	8,7	9,0	12,0	12,3	12,7	12,8	13,0	14,4	13,0	12,2	10,3	9,8	9,2	9,0	9,6	8,8	8,5	8,4	
17	8,4	8,4	8,4	8,7	8,6	8,4	8,6	9,0	11,0	12,4	13,5	13,3	14,0	15,0	13,3	13,0	11,0	10,2	9,3	9,3	9,6	9,0	8,0	8,2	
18	7,8	7,5	7,8	7,4	6,2	6,2	7,2	7,5	10,3	11,0	10,6	12,0	13,0	12,8	11,0	10,4	10,0	10,0	9,3	9,2	9,4	8,7	8,0	7,4	
19	6,3	6,5	6,8	6,9	6,8	6,9	7,0	7,0	8,2	9,0	10,0	9,2	9,7	9,7	9,7	9,8	9,0	8,6	8,0	8,0	8,3	8,0	8,1	8,5	
20	8,5	8,5	8,4	8,4	8,4	8,5	9,3	8,2	8,0	7,8	7,0	6,6	7,0	7,7	8,6	8,7	8,8	9,0	9,0	9,0	9,2	9,0	9,0	9,0	
21	8,6	8,3	8,3	8,5	8,0	8,1	7,6	6,8	7,0	7,0	6,6	6,6	6,8	6,8	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	6,8	6,4	6,4	
22	6,2	6,2	6,4	6,4	6,2	6,4	5,0	5,4	6,0	7,0	7,4	7,2	7,6	7,8	7,0	5,0	4,6	5,0	5,0	4,8	5,0	4,4	4,0	3,2	
23	3,4	3,2	3,0	3,0	2,0	2,8	2,0	3,0	2,0	3,0	5,0	5,4	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	4,2	4,4	4,2	4,3	4,5	4,3	4,1	
24	4,2	5,0	6,0	4,8	3,8	5,0	6,0	6,0	7,0	7,2	8,0	9,0	9,4	10,2	10,2	10,0	9,6	9,2	9,2	9,0	7,4	8,0	10,0	8,0	
25	8,6	8,8	9,2	9,0	8,4	8,4	8,6	12,0	13,0	13,8	13,2	14,0	14,0	13,8	13,0	12,0	11,8	12,0	12,2	12,0	11,0	11,0	10,2	10,6	
26	10,4	11,4	11,4	11,6	10,2	10,2	10,7	11,0	14,0	16,0	14,4	14,4	15,0	15,0	15,0	14,0	14,0	13,0	14,0	13,4	14,0	14,0	14,4	14,4	
27	12,2	13,0	14,2	13,0	12,0	14,8	14,8	14,0	16,0	15,4	17,0	18,0	17,6	18,0	18,6	17,0	15,0	15,4	16,0	16,0	16,7	18,0	17,0	17,0	
28	16,4	16,0	16,0	15,0	15,6	16,0	15,8	16,5	22,0	22,0	22,4	22,4	22,0	20,6	19,4	19,0	18,0	18,0	17,0	16,0	15,8	15,0	14,6	14,0	
29	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,4	15,0	16,0	17,3	17,5	19,6	18,0	18,0	16,3	16,0	16,0	15,7	15,4	15,0	15,3	14,2	14,3	14,2	
30	13,8	13,6	13,0	12,7	12,5	12,5	12,9	13,8	15,8	16,2	17,0	17,2	17,7	18,0	18,0	17,5	14,0	13,0	13,0	12,9	13,0	11,0	10,7	10,5	

Ek 1 Mardin için saatlik hava sıcaklıkları (DMİGM) [°C] (devam)

		ARALIK																														
		Saat																														
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
1	10,0	10,0	9,7	9,4	9,5	9,0	10,0	11,0	12,0	12,1	13,8	14,4	15,0	16,0	14,7	13,5	12,6	11,8	11,0	11,0	11,0	11,6	11,0	10,2	11,0							
2	9,2	9,2	8,9	9,3	11,0	10,5	11,2	11,0	13,0	14,4	16,1	16,3	17,2	18,0	17,5	16,5	16,0	16,0	15,8	15,2	15,2	15,2	15,0	14,8	15,1							
3	15,4	15,3	14,0	13,7	13,4	13,2	13,0	13,5	14,8	15,9	15,6	15,8	15,4	15,5	15,2	14,1	14,0	13,8	15,0	14,2	15,0	15,0	15,0	15,0	14,5							
4	14,1	14,4	14,0	14,1	14,1	14,2	14,3	15,2	17,0	18,2	19,0	19,7	20,0	20,2	19,6	18,5	16,6	15,8	15,0	15,0	14,8	14,8	14,8	14,6	14,6							
5	14,1	13,8	13,0	12,8	12,2	12,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,2	16,8	16,8	17,0	15,6	14,6	13,0	13,0	12,8	12,8	12,8	13,0	12,4	12,0	12,0							
6	12,0	12,0	12,8	12,8	12,6	11,6	11,8	12,6	14,0	15,0	16,6	18,0	18,0	18,4	18,4	16,4	14,0	14,0	13,8	13,4	13,4	13,6	13,0	13,0	12,4							
7	12,0	12,0	11,8	11,6	11,4	11,0	12,2	13,4	16,0	17,0	18,2	19,0	19,2	19,7	19,0	18,0	17,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,6	14,0	13,8	14,0							
8	13,4	13,4	13,4	13,6	13,6	14,0	15,0	14,4	15,0	16,0	18,0	18,0	19,4	19,6	19,8	19,0	18,0	15,0	14,4	14,0	14,0	14,8	14,2	13,8	13,4							
9	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	12,0	13,0	15,0	18,0	18,4	19,6	19,8	20,3	19,0	18,8	17,0	15,0	15,0	15,0	14,8	14,8	14,0	13,8	13,6							
10	14,0	14,0	14,0	14,2	14,0	14,0	13,5	14,0	16,0	18,0	19,2	19,4	19,4	19,1	18,0	17,4	16,4	15,4	15,6	15,6	15,6	15,5	15,0	15,0	14,8							
11	14,8	14,8	14,8	14,2	14,4	14,6	14,8	15,2	15,8	18,0	17,8	16,8	17,4	17,8	17,6	16,0	15,8	15,0	14,8	14,8	14,8	14,5	14,0	13,0	13,0							
12	12,4	12,0	12,0	11,4	11,2	11,4	11,8	10,0	11,0	12,0	14,0	15,0	16,3	16,8	14,0	12,2	10,4	10,4	11,8	11,0	11,0	11,0	11,5	10,5	10,3							
13	11,0	11,0	10,4	10,3	9,8	10,0	10,0	11,0	13,5	14,8	16,0	16,5	17,0	17,6	16,2	15,0	12,7	12,0	11,6	11,2	11,2	11,6	11,6	11,3	11,0							
14	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	12,5	15,0	16,2	17,0	17,2	17,2	16,0	15,0	13,0	12,5	12,3	12,3	12,2	12,0	11,5	11,1	10,5							
15	10,3	10,5	10,4	10,3	10,3	10,3	10,2	11,0	11,4	12,2	12,8	12,0	11,4	10,7	11,0	11,0	11,2	8,0	8,2	8,2	7,8	8,0	8,0	8,0	8,0							
16	8,2	8,0	7,7	7,3	7,0	7,0	7,0	6,9	6,2	6,2	6,5	6,5	7,9	8,2	7,8	7,4	7,0	6,3	6,2	6,2	6,2	6,4	6,3	6,4	6,5							
17	6,5	6,0	5,7	5,5	5,3	5,2	5,4	5,4	5,4	5,7	5,9	6,0	6,0	6,2	6,7	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0							
18	6,8	6,8	6,6	6,3	6,2	6,2	6,3	6,2	6,5	6,8	9,5	10,0	10,0	10,8	10,0	9,0	8,3	8,2	8,2	8,0	8,0	8,0	7,3	7,2	7,0							
19	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5	6,3	6,5	7,0	7,5	7,6	7,6	8,0	8,5	9,0	9,0	9,0	8,6	8,3	8,0	8,0	8,0	8,2	8,0	8,0	8,0							
20	8,0	8,0	7,4	7,8	7,9	7,5	7,0	6,4	6,4	6,4	7,0	7,0	7,8	8,0	7,5	7,3	7,3	7,0	6,8	6,4	6,4	6,4	6,2	6,5	7,0							
21	7,0	6,8	6,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,2	6,2	7,5	8,0	7,2	7,5	7,7	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5	6,5	6,8	6,2	6,0	6,0							
22	5,4	5,8	5,1	5,2	6,0	5,8	5,8	5,5	6,5	7,3	7,9	7,0	6,8	6,8	6,8	6,9	7,0	6,4	6,0	5,8	5,8	6,2	6,0	5,9	5,7							
23	5,5	5,3	5,3	5,0	4,0	3,8	4,2	4,2	4,5	4,4	4,0	4,0	3,0	3,2	3,2	3,2	3,5	3,6	3,7	3,7	3,7	3,2	3,2	3,0	3,0							
24	2,8	2,0	1,9	1,0	0,8	0,4	0,4	0,5	1,0	1,0	1,4	1,7	1,5	1,5	1,9	1,7	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3	2,5	2,5	2,0	1,8							
25	1,4	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,5	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,2	0,0	0,0	-0,2							
26	-0,7	-1,0	-1,1	-1,3	-1,8	-1,8	-2,5	-2,8	-2,0	-1,0	-0,6	0,0	0,4	1,2	1,0	0,0	-1,0	-1,4	-1,7	-1,5	-1,5	-1,0	-1,7	-1,6	-1,4							
27	-1,6	-1,9	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,2	-1,0	0,0	1,1	2,2	1,2	1,0	1,4	1,5	1,0	0,0	-0,9	-1,2	-1,1	-1,1	-1,0	-1,1	-2,0	-2,7							
28	-2,7	-2,7	-3,0	-2,7	-3,2	-3,0	-2,6	-2,4	-1,0	0,0	1,2	2,2	2,8	3,0	2,2	2,0	0,0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,6	0,0	-0,8	0,0	0,0							
29	0,0	0,0	0,1	1,0	0,6	1,0	1,8	2,8	3,0	3,2	4,0	4,0	4,0	4,3	4,1	3,6	2,2	1,8	2,6	3,8	3,8	2,8	2,8	2,4								
30	3,0	3,4	4,0	2,6	1,8	2,2	1,6	1,0	2,0	4,4	4,6	5,4	6,8	7,0	6,0	5,0	4,4	4,4	3,9	3,8	3,8	3,4	3,2	3,0	3,0							
31	3,0	4,0	5,0	5,4	6,0	6,0	6,3	5,8	6,0	7,0	6,4	7,0	6,7	7,5	6,6	6,2	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	5,7	5,8	5,8	5,5							

Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışımmı değerleri (DMİGM) [cal/cm².h]

		15 MAYIS - 14 HAZİRAN																							
		Saat																							
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	22,8	41,4	55,8	66,6	65,4	70,8	78,0	53,4	57,0	35,4	9,0	7,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,2	8,4	24,0	42,0	57,0	66,6	73,2	77,4	78,6	68,4	55,2	48,0	32,4	19,8	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
17	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	18,0	24,6	28,8	57,0	64,2	51,0	16,2	49,8	58,2	42,6	19,2	19,2	14,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
18	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	20,4	39,6	55,8	67,2	74,4	79,2	81,6	79,2	60,0	64,8	33,0	18,6	6,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
19	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	22,2	40,8	55,8	66,0	73,8	79,2	80,4	77,4	63,6	59,4	45,0	22,8	5,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
20	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	16,2	34,2	50,4	61,8	71,4	76,8	79,2	78,0	72,0	61,2	47,4	31,8	13,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
21	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	19,2	36,6	52,2	63,0	70,2	75,6	74,4	70,8	61,8	41,4	33,0	22,8	4,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
22	0,0	0,0	0,0	0,3	6,6	20,4	37,8	53,4	65,4	72,6	76,2	76,2	72,0	62,4	50,4	36,6	18,6	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	17,4	36,6	54,0	58,2	54,6	68,4	73,2	64,8	60,0	40,8	36,6	21,6	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
24	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	19,2	35,4	48,0	43,8	51,6	72,6	59,4	55,2	39,6	42,6	40,8	24,0	8,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
25	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	18,0	36,0	51,0	62,4	69,6	55,2	45,6	66,0	48,0	49,8	36,0	12,0	4,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
26	0,0	0,0	0,0	0,3	7,8	23,4	41,4	55,2	64,2	72,0	75,6	75,0	71,4	65,4	55,8	42,0	19,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
27	0,0	0,0	0,0	0,3	8,4	24,0	40,8	54,0	64,8	59,4	52,2	52,2	49,2	52,8	42,6	20,4	6,0	3,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
28	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	23,4	40,2	52,2	62,4	69,6	72,6	58,8	65,4	57,0	42,0	25,2	8,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
29	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	20,4	37,8	49,8	61,2	70,2	75,0	76,2	74,4	70,8	61,2	43,8	27,6	10,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
30	0,0	0,0	0,0	0,3	4,8	16,8	27,0	7,8	11,4	20,4	38,4	56,4	75,0	41,4	9,0	10,8	18,6	13,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
31	0,0	0,0	0,0	0,6	8,4	23,4	39,6	54,6	66,6	73,8	76,8	57,0	53,4	54,6	45,6	30,6	20,4	6,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	0,0	0,0	0,0	0,3	5,4	13,8	27,0	39,6	21,0	58,8	63,6	52,2	52,8	54,0	24,6	20,4	9,6	6,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2	0,0	0,0	0,0	0,1	4,8	21,0	33,6	51,0	63,6	74,4	75,6	67,8	64,8	49,2	25,8	28,2	10,8	2,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	0,0	0,0	0,0	0,6	9,0	25,8	42,6	57,0	66,6	70,8	66,0	52,2	47,4	46,2	33,0	37,2	16,2	3,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
4	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	21,6	38,4	56,4	54,6	61,2	57,6	4,2	9,0	27,6	30,0	5,4	3,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	9,0	12,0	13,8	34,2	28,8	56,4	60,6	52,8	49,8	37,8	22,2	10,8	4,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
6	0,0	0,0	0,0	0,1	7,2	24,0	39,6	57,6	68,4	75,6	79,8	80,4	76,2	69,6	62,4	50,4	33,6	15,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
7	0,0	0,0	0,0	0,2	9,0	26,4	44,4	58,8	68,4	73,8	78,0	78,6	74,4	69,0	61,2	48,6	34,8	15,6	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
8	0,0	0,0	0,0	0,6	9,6	25,8	43,8	59,4	68,4	73,2	76,8	76,8	72,6	66,6	52,2	45,0	25,8	11,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
9	0,0	0,0	0,0	0,3	10,8	27,6	45,0	58,2	67,2	73,2	76,2	75,0	70,8	64,8	55,8	43,2	23,4	6,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
10	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	21,0	38,4	58,2	63,0	70,8	75,0	76,2	72,0	63,6	57,0	45,6	18,0	12,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
11	0,0	0,0	0,0	0,3	7,8	24,0	40,2	52,8	63,0	69,6	70,2	73,8	70,2	64,8	57,6	45,6	28,8	10,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
12	0,0	0,0	0,0	0,2	8,4	24,6	42,6	57,6	67,2	72,6	76,2	75,6	71,4	50,4	47,4	41,4	23,4	5,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
13	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	23,4	41,4	55,8	65,4	71,4	75,0	52,8	55,8	52,8	44,4	38,4	15,6	3,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
14	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	22,8	40,8	55,8	66,0	71,4	73,8	70,2	64,8	56,4	43,8	28,8	12,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışınımı değerleri (DMİGM) [cal/cm².h] (devam)

		15 HAZİRAN - 15 TEMMUZ																							
		Saat																							
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,0	19,2	35,4	50,4	62,4	68,4	66,0	70,8	52,8	50,4	51,0	39,0	23,4	9,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,4	24,6	40,8	55,8	67,2	73,8	77,4	76,8	72,0	66,0	58,8	46,8	30,0	12,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	23,4	42,0	57,6	67,8	73,8	76,8	78,0	75,0	69,6	48,0	39,0	34,2	13,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	22,8	42,0	57,6	68,4	73,8	76,8	77,4	74,4	69,6	62,4	51,0	36,0	18,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	9,0	27,0	45,6	61,2	72,6	79,2	82,2	83,4	80,4	73,8	56,4	45,6	30,6	12,6	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	4,8	19,8	42,6	55,8	55,8	60,6	60,6	70,8	74,4	63,0	48,6	40,2	26,4	15,6	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	9,6	28,2	46,2	60,6	72,0	79,8	84,6	85,2	81,0	72,6	60,6	46,2	30,0	12,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	22,2	43,2	41,4	57,0	70,2	84,0	84,6	81,0	70,2	61,2	47,4	31,8	13,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	19,2	37,8	54,6	67,8	76,8	82,8	85,8	85,2	79,2	69,6	56,4	40,8	23,4	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	9,0	27,0	45,6	61,2	73,2	80,4	83,4	84,0	81,0	73,8	63,0	48,6	32,4	13,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	10,2	28,8	46,8	61,2	71,4	77,4	79,2	79,8	77,4	69,0	57,6	44,4	28,8	11,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,8	24,0	42,0	57,6	69,0	77,4	80,4	81,6	79,8	73,2	55,2	37,2	22,2	11,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,4	25,2	43,2	58,2	60,6	76,2	79,8	80,4	77,4	48,6	55,8	42,6	23,4	11,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,8	24,0	41,4	56,4	67,2	74,4	79,2	79,8	76,2	69,6	56,4	42,6	31,2	13,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	12,0	24,6	42,6	59,4	67,8	75,0	66,6	73,8	54,0	43,8	42,0	15,0	6,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	19,8	37,2	52,2	65,4	74,4	78,6	80,4	78,6	65,4	46,8	30,6	24,6	13,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	21,6	39,6	55,2	66,6	74,4	79,2	80,4	78,0	69,6	57,6	44,4	29,4	12,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	6,6	22,2	40,2	55,2	65,4	71,4	75,6	76,8	73,8	66,6	49,8	24,0	12,6	6,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	21,6	39,6	55,2	66,0	71,4	75,0	77,4	76,2	60,0	46,8	30,0	18,6	9,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	15,0	27,0	42,0	56,4	66,0	70,8	49,2	54,6	63,0	49,2	43,8	27,0	10,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,8	24,6	42,0	57,0	67,8	73,2	76,8	79,2	61,2	51,0	51,0	33,0	19,8	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	21,0	39,0	55,2	65,4	72,0	76,2	78,6	58,8	63,0	57,0	41,4	26,4	13,2	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	9,0	25,8	43,2	58,2	67,8	73,8	76,8	77,4	74,4	66,6	55,2	41,4	25,2	9,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	21,0	37,2	52,8	64,2	70,2	73,2	75,6	74,4	68,4	57,6	45,0	30,0	12,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,0	21,6	39,6	55,2	66,0	72,0	75,0	77,4	76,2	68,4	56,4	43,8	28,8	12,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	20,4	38,4	54,6	64,8	70,2	73,8	76,2	74,4	67,8	56,4	43,2	28,2	9,6	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	20,4	37,8	57,0	67,8	70,8	74,4	76,8	75,6	70,2	60,0	45,6	31,2	13,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	22,2	40,8	56,4	67,8	73,8	77,4	79,2	77,4	73,8	63,0	46,8	30,0	10,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	7,8	24,0	42,0	57,6	67,8	73,8	78,0	80,4	78,0	70,8	59,4	45,6	29,4	11,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	12,6	29,4	45,6	58,2	67,2	72,6	75,6	76,8	73,8	64,8	51,6	36,6	12,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	19,2	36,6	52,2	64,2	70,8	76,2	79,2	77,4	70,2	58,2	45,0	28,8	10,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışınımı değerleri (DMİGM) [cal/cm².h] (devam)

16 TEMMUZ - 15 AĞUSTOS																								
Saat																								
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
16	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	17,4	34,2	49,8	61,2	67,8	73,2	76,2	74,4	67,8	57,0	43,2	27,0	12,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	18,6	36,0	51,0	62,4	69,0	73,2	75,0	58,8	46,2	43,2	27,6	19,2	10,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	20,4	39,0	55,2	66,0	72,0	75,0	77,4	76,2	67,8	58,8	45,6	30,6	13,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	21,0	39,6	28,8	39,6	72,6	76,2	77,4	76,2	69,6	58,2	43,8	27,6	10,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	22,8	41,4	55,8	64,8	70,2	73,2	76,2	73,8	65,4	54,0	39,0	21,6	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	20,4	38,4	53,4	64,2	69,6	72,6	75,0	73,2	66,0	54,0	39,6	23,4	7,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	16,8	33,6	49,2	60,0	66,6	70,8	74,4	73,2	66,6	55,8	42,0	25,2	9,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	17,4	35,4	51,0	61,8	67,8	71,4	74,4	73,2	66,0	54,6	40,2	21,0	6,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	10,8	27,0	43,2	55,8	63,0	68,4	72,0	73,2	68,4	59,4	46,8	30,6	12,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	17,4	35,4	49,8	59,4	67,2	71,4	74,4	75,0	68,4	56,4	43,8	26,4	39,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	16,8	33,0	48,0	59,4	67,8	72,6	74,4	73,2	66,6	55,2	40,8	25,2	9,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	15,6	32,4	48,0	59,4	66,6	72,0	75,0	73,2	64,8	52,2	37,8	22,2	7,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	13,8	26,4	48,0	57,6	64,2	69,0	72,0	70,8	62,4	49,8	36,0	20,4	6,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	16,2	34,2	49,2	58,8	64,8	69,0	72,0	70,8	63,6	52,8	39,0	22,8	7,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	16,8	33,6	48,0	58,8	64,8	69,0	71,4	67,2	61,2	50,4	34,8	18,0	5,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	17,4	33,6	45,6	57,6	65,4	69,6	73,8	73,8	67,8	57,0	43,2	27,6	10,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	23,4	42,6	52,2	61,8	66,6	73,2	75,6	64,8	61,2	49,8	30,0	16,2	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	18,0	34,8	48,0	58,8	65,4	69,0	67,2	56,4	58,8	42,6	21,6	10,2	4,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	15,0	31,8	45,6	57,0	59,4	58,8	71,4	57,0	57,0	43,2	9,6	6,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	15,0	32,4	45,0	56,4	48,0	60,0	62,4	45,6	34,8	28,2	11,4	4,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	16,2	32,4	46,2	56,4	63,0	67,8	73,2	54,0	40,8	31,2	10,2	12,6	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,2	30,0	44,4	55,2	61,2	66,6	70,8	72,0	65,4	53,4	33,0	17,4	3,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	17,4	33,0	46,2	55,2	63,0	67,8	70,2	66,0	39,0	33,6	21,6	13,2	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	17,4	35,4	48,6	57,0	62,4	66,6	70,2	69,6	61,2	49,2	34,8	18,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	16,2	33,6	48,6	57,6	63,0	67,2	71,4	72,0	64,8	52,2	37,8	22,2	7,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,2	31,8	45,6	54,6	60,6	65,4	70,2	66,0	44,4	36,6	27,6	13,8	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	14,4	31,2	43,2	54,6	61,8	66,6	71,4	70,8	63,0	51,6	31,2	21,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	15,0	28,8	43,2	55,2	60,6	65,4	69,6	70,2	63,6	52,2	39,0	22,2	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	29,4	46,2	45,6	54,6	60,6	65,4	69,6	69,6	63,6	52,8	37,8	20,4	6,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	16,8	34,2	48,6	56,4	61,8	66,6	71,4	70,2	62,4	51,0	36,0	17,4	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	15,6	34,2	48,0	55,8	62,4	67,8	72,6	72,6	64,8	52,2	36,6	18,6	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ek 2 Diyarbakır için saatlik güneş ışınımı değerleri (DMİGM) [cal/cm².h] (devam)

		16 AĞUSTOS - 15 EYLÜL																							
		Saat																							
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	18,0	33,6	46,2	55,8	64,2	71,4	75,0	70,8	61,2	49,2	34,2	16,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	15,0	33,0	46,2	54,6	61,2	67,2	73,2	73,8	73,8	65,4	51,6	37,2	19,8	5,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,8	31,8	45,6	54,0	60,6	66,6	71,4	71,4	71,4	63,0	51,0	35,4	18,6	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,8	30,0	42,6	52,2	60,0	66,0	71,4	72,0	72,0	64,8	52,2	37,2	20,4	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,8	30,6	44,4	54,0	61,2	66,6	71,4	72,0	72,0	64,2	51,6	36,6	19,2	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	9,0	25,8	39,6	48,6	55,8	61,8	67,8	70,8	70,8	65,4	53,4	38,4	22,2	7,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,8	31,8	45,6	54,6	60,6	66,0	71,4	71,4	71,4	63,6	51,6	36,6	19,8	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	13,8	31,8	45,6	54,0	60,6	67,2	72,6	71,4	71,4	64,2	53,4	37,8	21,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	13,2	30,0	42,6	48,0	55,2	65,4	71,4	70,8	70,8	63,0	50,4	31,2	14,4	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	15,6	33,6	46,2	54,0	61,2	67,8	72,0	70,2	70,2	62,4	49,8	33,0	15,6	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	16,2	33,0	45,0	52,8	60,6	67,2	70,8	70,8	70,8	63,0	50,4	34,8	15,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	13,2	32,4	45,6	52,2	60,6	68,4	73,8	72,6	72,6	63,0	49,8	33,0	15,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	14,4	31,2	43,8	52,8	61,2	67,2	71,4	70,2	70,2	62,4	49,2	32,4	14,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,8	31,2	42,0	51,0	60,6	66,6	70,2	59,4	59,4	53,4	49,8	33,6	16,2	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	13,8	31,8	44,4	52,8	60,6	67,2	72,0	70,2	70,2	61,8	49,8	34,8	16,8	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	11,4	26,4	43,2	52,2	56,4	65,4	68,4	66,6	66,6	58,2	37,2	31,2	14,4	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,6	15,0	38,4	49,8	58,2	63,6	60,6	52,8	52,8	43,2	15,0	10,2	6,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	9,0	24,6	37,8	48,0	57,0	51,0	50,4	57,0	57,0	61,2	49,2	33,6	13,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	12,0	29,4	42,6	52,2	60,0	49,8	54,6	36,6	36,6	37,2	40,8	16,8	4,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	10,2	27,0	37,8	52,8	61,2	68,4	67,8	52,2	52,2	50,4	37,2	16,8	13,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	9,6	28,2	43,2	52,8	61,2	67,8	73,2	72,6	72,6	65,4	53,4	37,8	19,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	13,2	31,8	46,2	56,4	64,2	69,6	75,0	73,8	73,8	63,0	50,4	35,4	17,4	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	13,8	31,8	45,6	54,0	61,2	66,6	70,2	67,8	67,8	59,4	47,4	31,2	12,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	10,8	29,4	43,2	53,4	61,2	66,6	70,2	67,8	67,8	60,0	48,6	33,0	15,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	12,0	28,8	43,2	51,0	60,0	64,2	61,2	59,4	59,4	42,6	45,0	24,0	6,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,8	23,4	37,8	48,6	58,2	63,6	66,6	66,0	66,0	58,2	46,2	34,8	16,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	12,0	29,4	43,8	54,0	61,8	66,6	69,6	67,2	67,2	58,2	45,0	29,4	12,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	11,4	28,8	43,8	54,0	61,8	67,2	69,6	66,6	66,6	57,6	45,6	30,0	12,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	12,6	30,0	43,8	54,0	62,4	67,2	68,4	64,2	64,2	55,2	43,2	28,2	10,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	27,0	40,8	51,0	58,8	63,0	75,6	72,0	72,0	54,0	43,2	31,8	12,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	12,6	28,2	41,4	52,2	60,6	66,0	67,2	63,0	63,0	52,8	39,6	20,4	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM)

		15 MAYIS - 14 HAZİRAN																							
		Saat																							
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
15	0	0	0	0	0	0,4	0,8	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,9	0,6	0,5	1	0,3	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,6	0,7	0,2	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,1	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0,3	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0,2	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0,6	1	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0,4	0,1	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	0,7	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0,6	1	0,1	0,6	0	0,3	1	1	0,4	0,2	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0,8	0,6	0,7	1	0,7	0,8	1	0,9	1	0,8	1	1	0,7	0,4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,9	0,7	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0,8	0,9	1	1	0,8	1	0,6	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	1	0,8	0,4	0,4	0	0,3	0,9	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	1	1	1	1	1	1	0,6	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0

Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM) (devam)

		15 HAZİRAN - 15 TEMMUZ																							
		Saat																							
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
15	0	0	0	0	0	0	0,3	0,7	0,8	0,9	1	1	0,4	0	0	0	0	0,3	0,9	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0,4	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,7	0,5	0,6	0,9	0,9	0,4	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	1	1	0,6	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,4	1	1	0,7	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,6	0,7	1	0,8	0,5	0,6	0,6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0

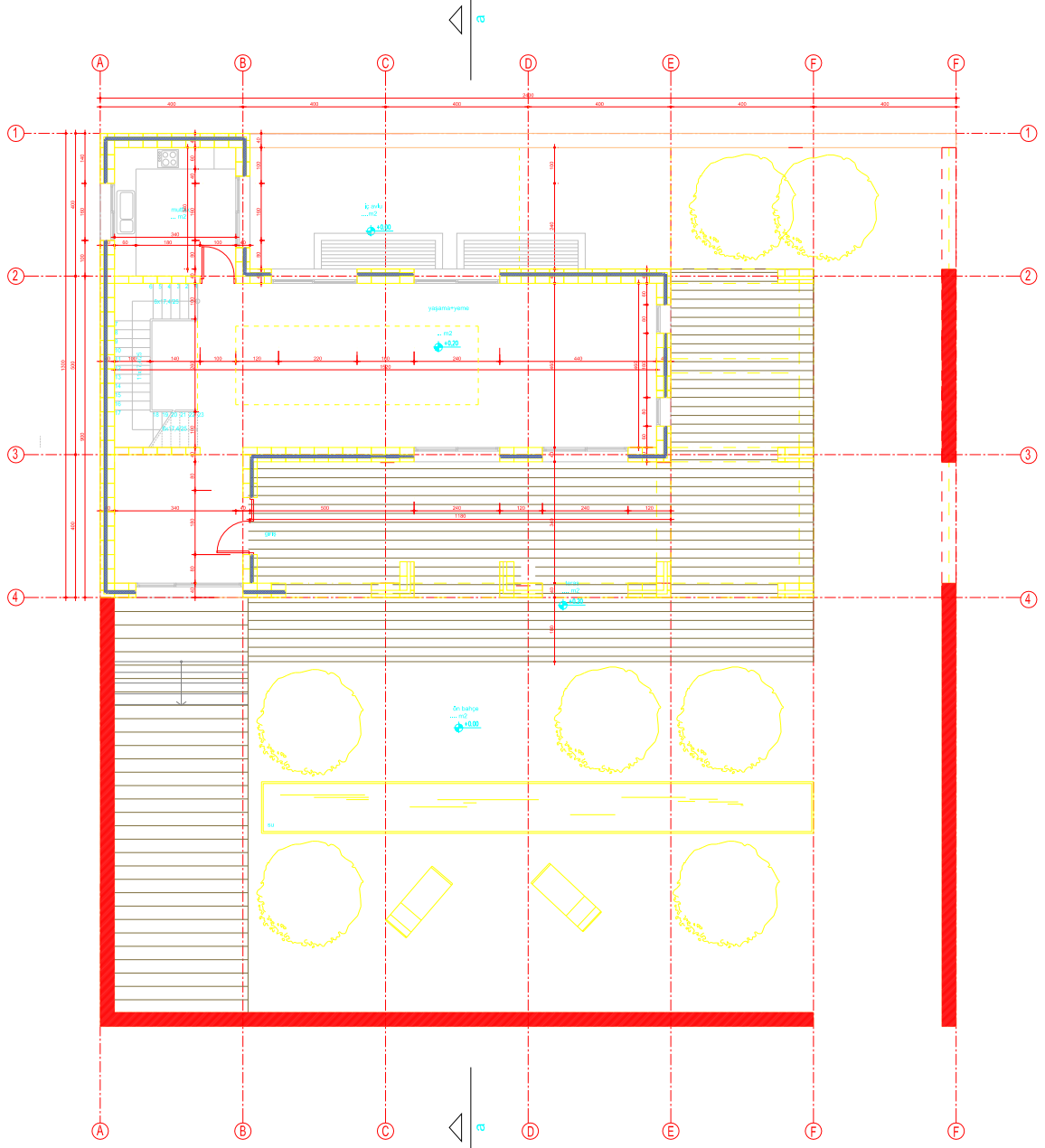
Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM) (devam)

		16 TEMMUZ - 15 AĞUSTOS																							
		Saat																							
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
16	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,1	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0,2	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0,4	0,3	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	0,3	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0,2	0,7	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0,1	0,9	1	1	1	1	1	1	1	0,4	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0

Ek 3 Mardin için günlük güneşlenme süreleri (DMİGM) (devam)

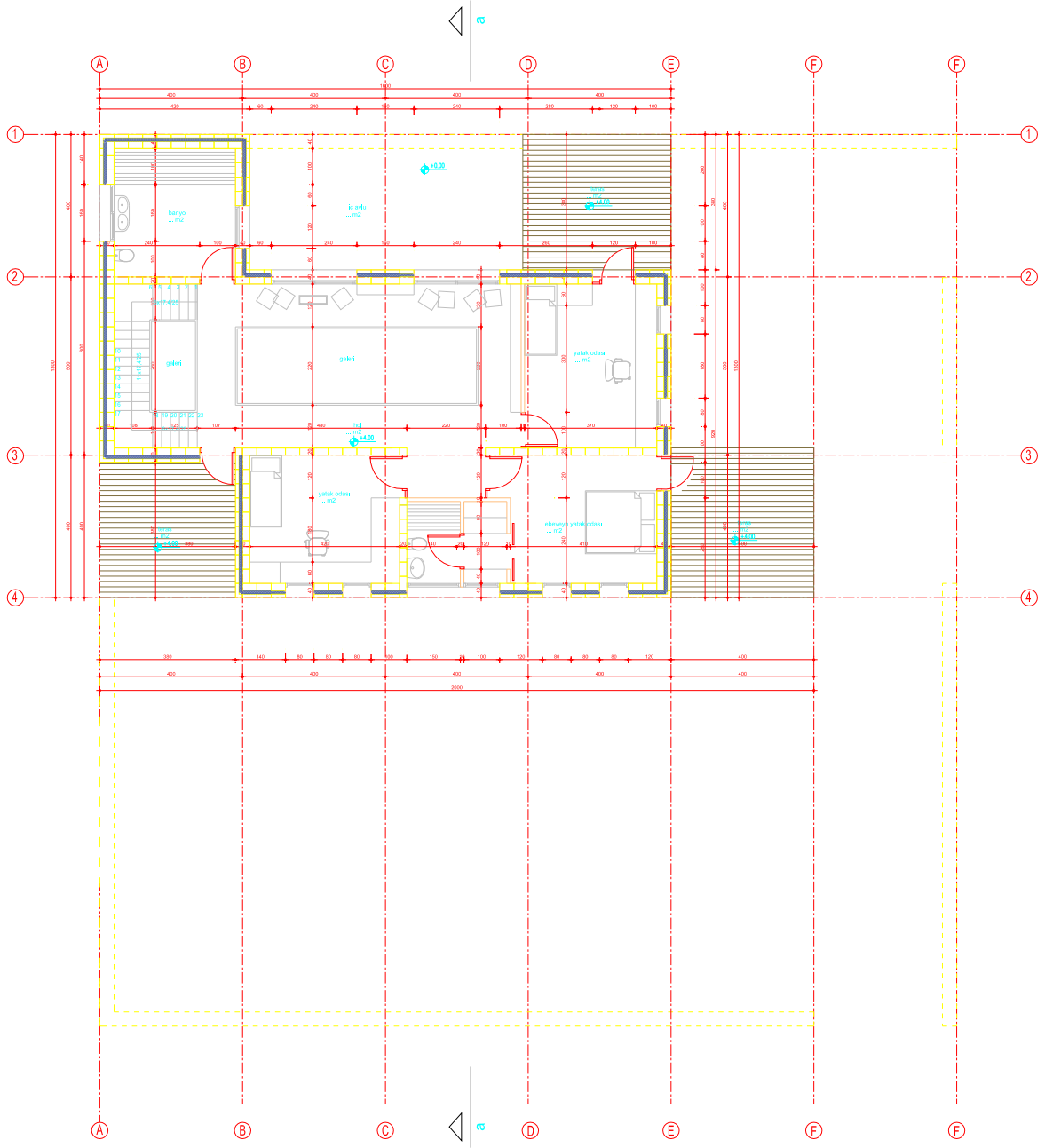
		16 AĞUSTOS - 15 EYLÜL																							
		Saat																							
Gün		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
16	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,4	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0,6	0,3	0,5	0,7	1	1	1	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,9	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	0,7	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0,9	1	1	1	1	1	1	0,5	0,1	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0

Ek 4 Isıtma ve soğutma uygulaması yapılan villanın mimari çizimi



Zemin Kat

Ek 4 Isıtma ve soğutma uygulaması yapılan villanın mimari çizimi (devam)



1. Kat

Ek 5 LiBr-su çözeltisinin denge diyagramı (Ashrae,1997)

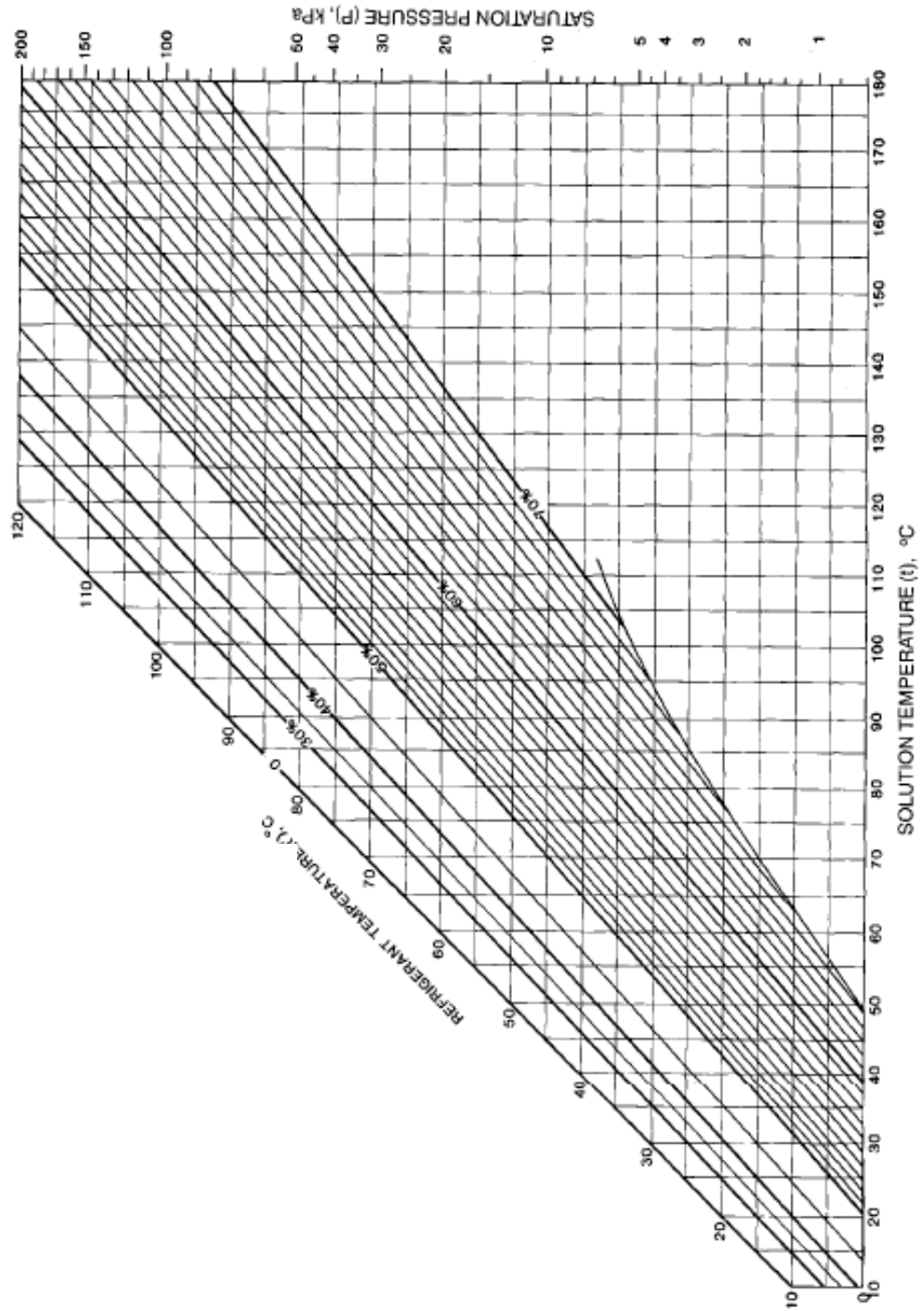
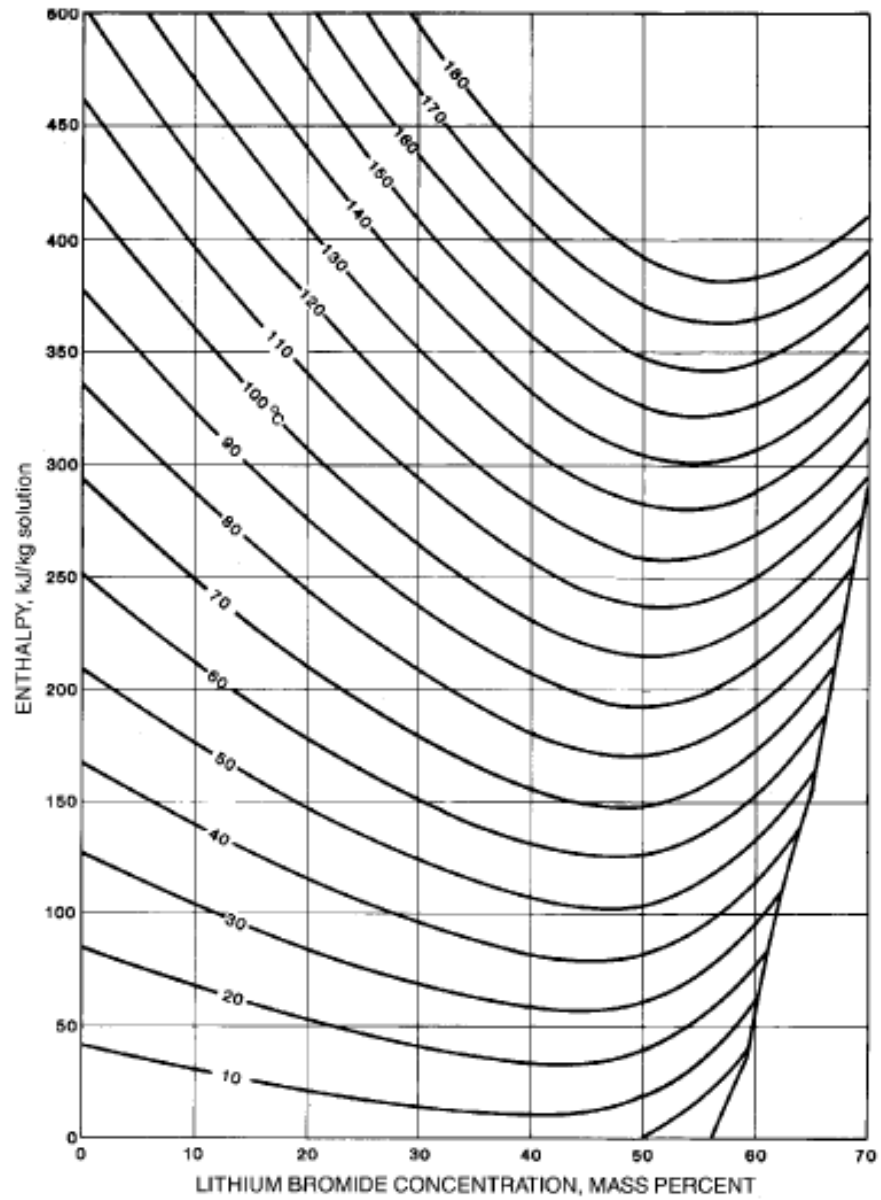


Fig.41 Equilibrium Chart for Aqueous Lithium Bromide Solutions

Ek 6 LiBr-su çözeltisinin entalpi-konsantrasyon diyagramı (Ashrae,1997)

19.84

1997 ASHRAE Fundamentals Handbook



EQUATIONS CONCENTRATION RANGE 40 < X < 70% LiBr TEMPERATURE RANGE 15 < t < 165°C

$h = \sum_0^3 A_n X^n + 1.2 \sum_0^3 B_n X^n + t^2 \sum_0^3 C_n X^n$ in kJ/kg, where t = °C and X = %LiBr

$$A_0 = -2024.33$$

$$A_1 = 163.309$$

$$A_2 = -4.88161$$

$$A_3 = 6.302948 \text{ E-2}$$

$$A_4 = -2.913705 \text{ E-4}$$

$$B_0 = 18.2829$$

$$B_1 = -1.1691757$$

$$B_2 = 3.248041 \text{ E-2}$$

$$B_3 = -4.034184 \text{ E-4}$$

$$B_4 = 1.8520569 \text{ E-6}$$

$$C_0 = -3.7008214 \text{ E-2}$$

$$C_1 = 2.8877666 \text{ E-3}$$

$$C_2 = -8.1313015 \text{ E-5}$$

$$C_3 = 9.9116628 \text{ E-7}$$

$$C_4 = -4.4441207 \text{ E-9}$$

Ek 7 Suyun fiziksel özellikleri tablosu

TABLO A-4
Doymuş su - Sıcaklık tablosu

Sıcak. °C T_{doyma}	Doyma basıncı kPa P	Özgül hacim m^3/kg		İç enerji kJ/kg			Entalpi kJ/kg			Entropi kJ/(kg · K)		
		Doymuş sıvı v_f	Doymuş buhar v_g	Doymuş sıvı u_f	Doymuş buhar u_g	Doymuş sıvı u_g	Doymuş sıvı h_f	Doymuş buhar h_g	Doymuş buhar h_g	Doymuş sıvı s_f	Doymuş buhar s_g	Doymuş buhar s_g
0.01	0.6113	0.001 000	206.14	0.0	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.000	9.1562	9.1562
5	0.8721	0.001 000	147.12	20.97	2361.3	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	0.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	0.001 000	106.38	42.00	2347.2	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	0.1510	8.7498	8.9008
15	1.7051	0.001 001	77.93	62.99	2333.1	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	0.2245	8.5569	8.7814
20	2.339	0.001 002	57.79	83.95	2319.0	2402.9	83.96	2454.1	2538.1	0.2966	8.3706	8.6672
25	3.169	0.001 003	43.36	104.88	2304.9	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	0.3674	8.1905	8.5580
30	4.246	0.001 004	32.89	125.78	2290.8	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	0.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	0.001 006	25.22	146.67	2276.7	2423.4	146.68	2418.6	2565.3	0.5053	7.8478	8.3531
40	7.384	0.001 008	19.52	167.56	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	0.5725	7.6845	8.2570
45	9.593	0.001 010	15.26	188.44	2248.4	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	0.6387	7.5261	8.1648
50	12.349	0.001 012	12.03	209.32	2234.2	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	0.7038	7.3725	8.0763
55	15.758	0.001 015	9.568	230.21	2219.9	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	0.7679	7.2234	7.9913
60	19.940	0.001 017	7.671	251.11	2205.5	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	0.8312	7.0784	7.9096
65	25.03	0.001 020	6.197	272.02	2191.1	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	0.8935	6.9375	7.8310
70	31.19	0.001 023	5.042	292.95	2176.6	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	0.9549	6.8004	7.7553
75	38.58	0.001 026	4.131	313.90	2162.0	2475.9	313.93	2321.4	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824
80	47.39	0.001 029	3.407	334.86	2147.4	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001 033	2.828	355.84	2132.6	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	6.4102	7.5445
90	70.14	0.001 036	2.361	376.85	2117.7	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	6.2866	7.4791
95	84.55	0.001 040	1.982	397.88	2102.7	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	6.1659	7.4159
100	0.101 35	0.001 044	1.6729	418.94	2087.6	2506.5	419.04	2257.0	2676.1	1.3069	6.0480	7.3549
105	0.120 82	0.001 048	1.4194	440.02	2072.3	2512.4	440.15	2243.7	2683.8	1.3630	5.9328	7.2958
110	0.143 27	0.001 052	1.2102	461.14	2057.0	2518.1	461.30	2230.2	2691.5	1.4185	5.8202	7.2387
115	0.169 06	0.001 056	1.0366	482.30	2041.4	2523.7	482.48	2216.5	2699.0	1.4734	5.7100	7.1833
120	0.198 53	0.001 060	0.8919	503.50	2025.8	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5276	5.6020	7.1296
125	0.232 1	0.001 065	0.7706	524.74	2009.9	2534.6	524.99	2188.5	2713.5	1.5813	5.4962	7.0775
130	0.270 1	0.001 070	0.6685	546.02	1993.9	2539.9	546.31	2174.2	2720.5	1.6344	5.3925	7.0269
135	0.313 0	0.001 075	0.5822	567.35	1977.7	2545.0	567.69	2159.6	2727.3	1.6870	5.2907	6.9777
140	0.361 3	0.001 080	0.5089	588.74	1961.3	2550.0	589.13	2144.7	2733.9	1.7391	5.1908	6.9299
145	0.415 4	0.001 085	0.4463	610.18	1944.7	2554.9	610.63	2129.6	2740.3	1.7907	5.0926	6.8833
150	0.475 8	0.001 091	0.3928	631.68	1927.9	2559.5	632.20	2114.3	2746.5	1.8418	4.9960	6.8379
155	0.543 1	0.001 096	0.3468	653.24	1910.8	2564.1	653.84	2098.6	2752.4	1.8925	4.9010	6.7935
160	0.617 8	0.001 102	0.3071	674.87	1893.5	2568.4	675.55	2082.6	2758.1	1.9427	4.8075	6.7502
165	0.700 5	0.001 108	0.2727	696.56	1876.0	2572.5	697.34	2066.2	2763.5	1.9925	4.7153	6.7078
170	0.791 7	0.001 114	0.2428	718.33	1858.1	2576.5	719.21	2049.5	2768.7	2.0419	4.6244	6.6663
175	0.892 0	0.001 121	0.2168	740.17	1840.0	2580.2	741.17	2032.4	2773.6	2.0909	4.5347	6.6256
180	1.002 1	0.001 127	0.194 05	762.09	1821.6	2583.7	763.22	2015.0	2778.2	2.1396	4.4461	6.5857
185	1.122 7	0.001 134	0.174 09	784.10	1802.9	2587.0	785.37	1997.1	2782.4	2.1879	4.3586	6.5465
190	1.254 4	0.001 141	0.156 54	806.19	1783.8	2590.0	807.62	1978.8	2786.4	2.2359	4.2720	6.5079
195	1.397 8	0.001 149	0.141 05	828.37	1764.4	2592.8	829.98	1960.0	2790.0	2.2835	4.1863	6.4698

Ek 8 Mardin ilinde bulunan villanın özgül ısı kaybı hesabı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı elemanının kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_b (W/mK)	$d/\lambda, 1/\alpha$ (m ² K/W)	Isı iletkenlik katsayısı U (W/m ² K)	Isı kaybedilen yüzey A m ²	Isı kaybı $A \times U$ (W/K)
DUVAR (dış havaya açık) DUVAR /	$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
	10.2.2.2	Blok tuğla	0,090	1,064	0,085			
		Yüzeysel düzgün (ciltli) levhalar	0,050	0,028	1,786			
		Blok tuğla	0,190	1,064	0,179			
	6.5	Alçı karton plâkalar (TS 452'ye uygun)	0,015	0,210	0,071			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04				
TOPLAM					2,29	0,436	383,06	167,01
DUVAR (toprağa temas eden) DUVAR /	$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
	10.2.2.2	Blok tuğla	0,090	1,064	0,085			
		Yüzeysel düzgün (ciltli) levhalar	0,050	0,028	1,786			
		Blok tuğla	0,190	1,064	0,179			
	6.5	Alçı karton plâkalar (TS 452'ye uygun)	0,015	0,210	0,071			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04				
TOPLAM					2,25	0,5 x 0,436	124,56	27,15
TAVAN (üzeri açık) TAVAN /	$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021			
	10.2.2.2	Yüzeysel düzgün (ciltli) levhalar	0,060	0,028	2,143			
		Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,120	2,100	0,057			
	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04				
TOPLAM					2,41	0,414	148,64	61,54

Ek 8 Mardin ilinde bulunan villanın özgül ısı kaybı hesabı (devam)

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı elemanının kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_h	$d/\lambda, 1/\alpha$	Isı iletkenlik katsayısı	Isı kaybedilen yüzey	Isı kaybı
			d (m)	(W/mK)	(m ² K/W)	U (W/m ² K)	A m ²	A x U (W/K)
TABAN (toprağa oturan/iç ortam)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
TABAN /	8.1.2	Kayın, meşe, dişbudak	0,030	0,200	0,150			
	5.3.1	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0,030	1,400	0,021			
	10.2.2.2	Yüzeyi düzgün (ciltli) levhalar	0,100	0,028	3,571			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,120	2,100	0,057			
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)						
TOPLAM					3,95	0,5 x 0,250	118,08	14,76
TABAN(açılı geçit üzeri)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
TABAN /	8.1.2	Kayın, meşe, dişbudak	0,030	0,200	0,150			
	5.3.1	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0,030	1,400	0,021			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,120	2,100	0,057			
	10.2.2.2	Yüzeyi düzgün (ciltli) levhalar	0,050	0,028	1,786			
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)			0,04			
TOPLAM					2,21	0,445	48,00	21,36
PENCERE						2,600	74,62	194,01
KAPI						3,500	13,96	48,86
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı :							594,48	W/K

$$H = H_i + H_h$$

$$H_i = 594,48 \quad W/K$$

$$H_h = 365,9 \quad W/K$$

$$H = 960,36 \quad W/K$$

Ek 9 Mardin ilinde bulunan villanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_b$ (W/K)	$T_i - T_d$ (K,C)	$H(T_i - T_d)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_g (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_g$ (W)			
OCAK	960.36	15,7	15.077	2.218	1 756	3.974	0,26	0,98	28.984.988
ŞUBAT		14,5	13.925		2 191	4.409	0,32	0,96	25.122.597
MART		11,8	11.332		2 712	4.930	0,44	0,90	17.871.840
NİSAN		6,4	6.146		2 822	5.040	0,82	0,70	6.785.856
MAYIS		1,2	1.152		3 324	5.542	4,81	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		3 487	5.705	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		3 398	5.616	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		3 195	5.413	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		2 721	4.939	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	4.705		2 216	4.434	0,94	0,65	4.724.956
KASIM		9,9	9.507		1 677	3.895	0,41	0,91	15.454.929
ARALIK		14,1	13.541		1 536	3.754	0,28	0,97	25.659.815
$Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$									124.604.981

$$Q_{yıl} = 0,278 \times 1/1000 \times 124.604.981 = 34.640 \text{ kWh}$$

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı $Q' = 25.02$ kWh/m³

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı $Q = 24.99$ kWh/m³

$Q < Q'$ olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi standarda uygundur

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 19.11.1983

Doğum yeri İstanbul

Lise 1994-1999 Gölcük Anadolu Lisesi
1999-2001 Kadıköy Osmangazi Anadolu Lisesi

Lisans 2001-2005 Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fak.
Makine Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı kurum(lar)

2005- Devam
ediyor

YTÜ Makine Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi