



**tmmob**  
**makina mühendisleri odası**

**GÜNEŞ**  
**ENERJİSİ SİSTEMLERİ**  
**SEMPOZYUMU**  
**ve SERGİSİ**

# **BİLDİRİLER** **KİTABI**



**24 - 25 HAZİRAN 2005**  
**KÜLTÜR MERKEZİ**  
**MERSİN**



50.YIL

tmmob  
makina mühendisleri odası



# GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ SEMPOZYUMU VE SERGİSİ

## BİLDİRİLER KİTABI



24-25 Haziran 2005

Yayın No: E / 2005 / 374

## DÜZENLEME KURULU

Ahmet ENİŞ	MMO Genel Merkezi
Bünyamin AYDIN	MMO Genel Merkezi
Hünkar KARAMAN	MMO Genel Merkezi
Serdar ERKAN	MMO Mersin Şubesi
Ahmet Tuncer MUTLU	MMO Mersin Şubesi
Naci ERÇOLAK	MMO Mersin Şubesi
Remzi GÜNAY	MMO Mersin Şubesi
Özlem DOĞAN	MMO Mersin Şubesi
Hüseyin BAĞIŞLAR	MMO Mersin Şubesi
Hatice ATMACA GÜVEN	MMO Mersin Şubesi
Mahmut TEBERİK	MMO Adana Şubesi
Fikri GENCER	MMO Ankara Şubesi
Mustafa KARABAĞIR	MMO Antalya Şubesi
Oğuz Ali AVCI	MMO Denizli Şubesi
Hakan MERTOĞLU	MMO Diyarbakır Şubesi
Yaşar ŞAHİNBAŞ	MMO Edirne Şubesi
İlker GÜRKAN	MMO Eskişehir Şubesi
Gürcan ÜLGEY	MMO Gaziantep Şubesi
Haydar BOYALI	MMO İstanbul Şubesi
İlhami TEZGELEN	MMO İzmir Şubesi
Necdet ALTUNTOP	MMO Kayseri Şubesi
Nurullah BEYDİLLİ	MMO Kayseri Şubesi
İlhan Tekin ÖZTÜRK	MMO Kocaeli Şubesi
Süleyman ALTAY	MMO Konya Şubesi
Recep AYDIN	MMO Samsun Şubesi
Ertan BAYDAR	MMO Trabzon Şubesi
İzzet Göksel ESEN	MMO Zonguldak Şubesi

## YÜRÜTME KURULU

Serdar ERKAN	Erhan KELLEÖZÜ
Ahmet Tuncer MUTLU	Davut SOYLAR
Naci ERÇOLAK	Faruk GÜN
Hüseyin BAĞIŞLAR	Didem TAYLAN
Dr. Hatice ATMACA	Hayati ŞİMŞEK
Ünal YILMAZ	A. Şahin DURAL
Okyay PAYLAR	Rıza DURDU

## KONGRE SEKRETERİ

Erhan KELLEÖZÜ



## DANIŞMANLAR KURULU

Prof. Dr. Mustafa ACAR

Doç. Dr. Necdet ALTINTOP

Yrd. Doç. Dr. Haydar ARAS

Prof. Dr. Ercan ATAER

Doç. Dr. İbrahim ATILGAN

Dr. Hatice ATMACA GÜVEN

Prof. Dr. Ali BAŞÇETİNÇELİK

Prof. Dr. Şefik BİLİR

Prof. Dr. Crhan BÜYÜKALACA

Prof. Dr. Metin ÇOLAK

Prof. Dr. Ahmet ECEVİT

Prof. Dr. Muhammed ELTEZ

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GÜNERHAN

Doç. Dr. Mehmet GÜNEŞ

Doç. Dr. Mustafa GÜNEŞ

Prof. Dr. Ali GÜNGÖR

Prof. Dr. Gazanfer HARZADİN

Prof. Dr. Sıddık İÇLİ

Doç. Dr. Mustafa İLBAŞ

Prof. Dr. Demir İNAN

Prof. Dr. Ruhi KAPLAN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARAKILÇIK

Prof. Dr. Refik KAYALI

Prof. Dr. Gökay KAYNAK

Prof. Dr. Muhsin KILIÇ

Doç. Dr. Günnur KOÇAR

Yusuf KORUCU

Dr. Baha KUBAN

Prof. Dr. Halil KUMBUR

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KURBAN

Doç. Dr. Hayati OLGUN

Prof. Dr. Gül Koçlar ORAL

Prof. Dr. Şener ÖKTİK

Met. Müh. Sabahattin ÖZ

Prof. Dr. Necdet ÖZBALTA

Doç. Dr. Türkan Göksal ÖZBALTA

Prof. Dr. Salim ÖZÇELEBİ

Doç. Dr. Aydoğan ÖZDAMAR

Prof. Dr. Nuri ÖZEK

Doç. Dr. Abdullah ÖZSOY

Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZTAŞ

Mak. Müh. Yusuf ÖZTUNÇ

Prof. Dr. İlhan Tekin ÖZTÜRK

Mak. Müh. Recep ÖZTÜRK

Mak. Müh. Ali PERİ

Mad. ve Mak. Müh. Orhan SEZEROĞLU

Ar. Gör. Hakan SUBAŞI

Prof. Dr. Kemal TANER

Doç. Dr. Mustafa TIRIS

Doç. Dr. Tanay Sıdkı UYAR

Mak. Yük. Müh. Sezai UYSAL

Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÜÇGÜL

Prof. Dr. Ali Kemal YAKUT

Prof. Dr. Cengiz YILDIZ

Prof. Dr. Tuncay YILMAZ

Prof. Dr. Abdulvahap YİĞİT

Prof. Dr. Ertuğrul YÖRÜKOĞULLARI

Yrd. Doç. Dr. Recep YUMRUTAŞ

Prof. Dr. Yusuf ZEREN

## GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ÇALIŞAN TEK KADEMELİ LiBr/H<sub>2</sub>O'LU ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ İÇİN OPTİMUM KOLLEKTÖR ALANININ TESPİTİ

*İsmail HİLALİ, Hüsamettin BULUT, Rafet KARADAĞ*

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Osmanbey Kampusu, Şanlıurfa  
ihilali@harran.edu.tr, hbulut@harran.edu.tr, refetkaradag@yahoo.com

### ÖZET

Güneş enerjisinin en uygun uygulamalarından biri LiBr/H<sub>2</sub>O'lu absorpsiyonlu soğutma sistemleridir. Bu sistemler için gerekli ısı, 70-95 °C ' de bir ısı kaynağı oluşturacak düzlem levhalı veya vakum tüplü güneş kollektörleri ile sağlanır. Sistemin soğutma yükünü karşılayabilmesi için gerekli olan ısı, yeterli miktarlarda seçilen kollektörlerden sağlanır. Güneş enerjisinin yeterli olmadığı durumlarda yedek ısı kaynağı olarak doğal gaz, LPG veya elektrik enerjisi kullanılabilir.

Bu çalışmada, soğutma sezonu boyunca, güneş enerjisi ile çalışan tek kademeli LiBr/H<sub>2</sub>O'lu absorpsiyonlu soğutma sistemi için optimum kollektör alanı tespit edilmiştir. Bu amaç için, TS 825'e uygun tek katlı bir binanın soğutma sezonu boyunca ısı kazancı hesaplanarak sisteminin soğutma yükü belirlenmiştir. Soğutma ihtiyacının olduğu sezon boyunca sistemin termodinamik analizi EES (Engineering Equation Solver) programı kullanılarak yapılmış ve soğutma sisteminde kullanılacak güneş kollektör alanı tespit edilmiştir. Güneş kollektörü olarak piyasada kullanılan düzlem yüzeyli olanlar seçilmiştir.

Soğutma sezonundaki aylara göre hesaplanan kollektör alanları arasında optimizasyon yapılarak optimum kollektör alanı tespit edilmiş ve kollektör maliyeti hesaplanmıştır. Soğutma yükünün tamamının kollektörlerden karşılanamadığı aylar için yardımcı ısı kaynağı kullanılması durumunda toplam maliyete etkisi incelenmiş ve optimizasyon doğrulaması yapılmıştır.

### 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Yaz sezonu boyunca, yoğun olarak klima sistemlerinin kullanımından dolayı, elektrik tüketimi artmaktadır. Bu tüketim, bir şehrin elektrik kapasitesinin önemli bir kısmına karşılık gelir. Türkiye gibi ülkelerde elektrik ihtiyacı çoğunlukla hidroelektrik santrallerden karşılanır. Kurak geçen yıllarda barajlardan elde edilen elektrik enerjisi ihtiyaçları karşılamayabilir.

Türkiye' de konut ve işyerleri soğutma ihtiyaçlarını buhar sıkıştırılmalı sistemlerle karşılamaktadır. Bu nedenle soğutma yükünün maksimum olduğu zamanlarda, güneş enerjisi kullanılabilirliğinin de maksimum olduğu düşünülürse, akla hemen güneş enerjisi ile çalışan sistemler gelmektedir. Bunların en başında konutların soğutulmasında kullanılan LiBr/H<sub>2</sub>O'lu absorpsiyonlu soğutma sistemleri gelmektedir. Bu sistemlerin temiz, çevre dostu akışkanlar kullanması ve yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklenmesi önemli avantajları olarak ortaya çıkmaktadır.

Özellikle son zamanlarda uzak doğu yapımı yüksek elektrik sarfiyatlı ucuz klimaların Türkiye pazarına girmesiyle çok yoğun elektrik sorunları yaşanmaya başlamıştır.

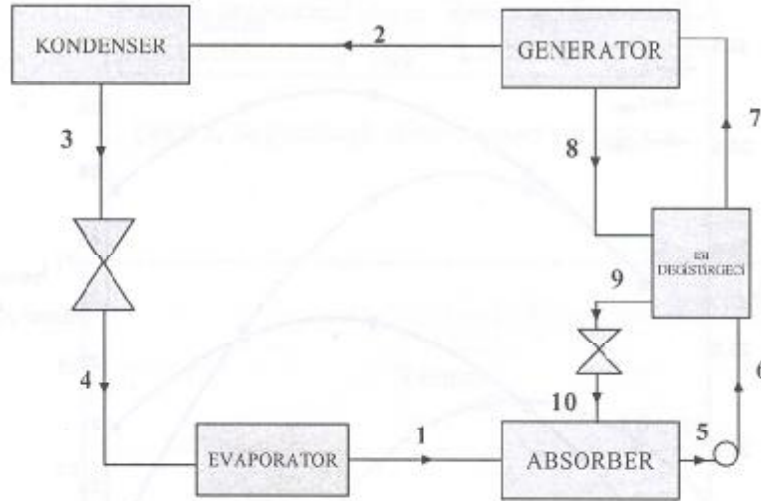


Bu durum beraberinde elektrik alt yapısının güçlendirilmesini ve yeni enerji kaynaklarının araştırılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Türkiye, güneş enerjisi yönünden en şanslı ülkelerden biridir. Güney ve Güneydoğu illerinin birçoğunda yılın yaklaşık üç yüz günü güneşli geçmektedir. Bu nedenle, güneş enerjisi potansiyeli ve soğutma ihtiyacının yüksek olduğu bu bölgelerde, güneş enerjisinden yararlanılabilir.

Bu çalışmada, Mersin ilinde TS 825'e uygun tek katlı bir binanın ısı kazancı soğutma sezonu boyunca hesaplanarak, absorpsiyonlu soğutma sisteminde bu yükü karşılayacak ısı enerjisi miktarı belirlenmiştir. Bu ısı yükünü karşılayacak güneş kolektörü alanı soğutma sezonundaki her ay için tespit edilmiştir. Uygun kolektör alanı, ek enerji maliyetleri ve kolektör maliyeti göz önüne alınarak bulunmuştur.

## 2. ABSORPSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİ

Jeotermal, güneş enerjisi ve çeşitli endüstriyel tesislerde ortaya çıkan atık enerjiyi kullanarak soğutma yapma yeteneğine sahip absorpsiyonlu sistemler uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Özellikle enerji ihtiyacının artan nüfus ve sanayileşmeyle arttığı dünyamızda her geçen gün önemi artmaktadır. Şekil 1'de LiBr/H<sub>2</sub>O akışkan çifti ile çalışan tek kademeli absorpsiyonlu soğutma sistemi görülmektedir [1].



Şekil 1. Tek kademeli absorpsiyonlu soğutma sistemi

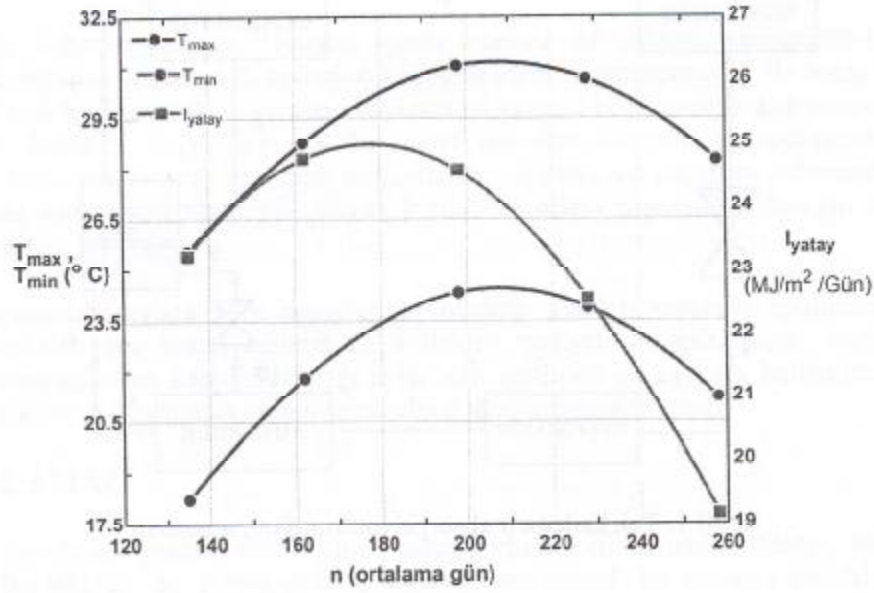
Sistemde LiBr/H<sub>2</sub>O karışımı generatörde verilen ısıyla su buharı ve zengin LiBr/H<sub>2</sub>O eriyiği olarak ayrışır. Soğutucu akışkan (Su buharı), generatörden kondensere girer (2) ve burada ısı vererek yoğunlaşır. Sıvı fazda ve yüksek basınçta kondenserden çıkan sıvı akışkan (3) kısılma vanasından geçerek (4) basıncı düşürülür ve sıvı fazda ve düşük basınçta evaporatöre girer. Evaporatörde ısı alarak buharlaşır ve absorbere girer (1). Generatörden zengin karışım olarak dönen LiBr/H<sub>2</sub>O eriyiği (8) ısı değiştirgeciye girer ve biraz soğuyarak kısılma vanasına girer (9). Basıncı düşürülen zengin karışım absorbere girer (10) ve evaporatörden gelen su buharı ile karışır. Bu sırada açığa çıkan ısı absorpsiyon işleminin daha iyi olması için dışarı atılır. Absorberden çıkan fakir LiBr/H<sub>2</sub>O karışımını (5), pompa ile basınçlandırılarak ısı değiştirgeciye girer (6) ve oradan generatöre girer (7).

### 3. MATERYAL ve METOD

Güneş enerjisi ile çalışan tek kademeli LiBr/H<sub>2</sub>O'lu absorpsiyonlu soğutma sisteminin analizi Mersin iklim şartları için yapılmıştır. Soğutma sezonu olarak Mayıs- Eylül ayları seçilmiştir. Tablo 1'de Mersin iline ait meteorolojik veriler gösterilmiştir. Verilerin hesaplanmasında son 15 yıllık bir veri periyodu göz önüne alınmıştır [2,3]. İklim verilerinin değişimi Şekil 2' de gösterilmiştir.

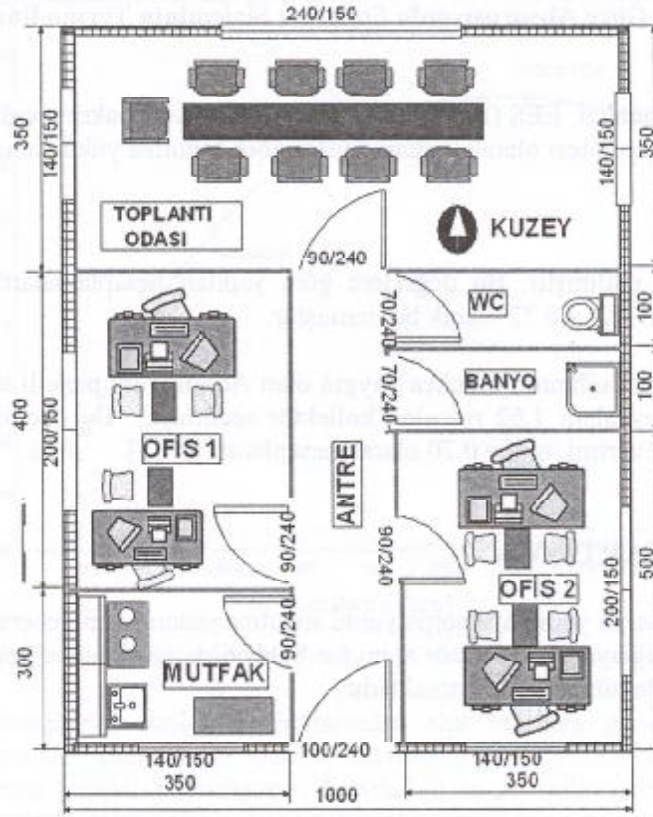
Tablo 1. Mersin ili için Meteorolojik Veriler

Aylar	T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>min</sub> (°C)	I <sub>yatay</sub> (MJ/m <sup>2</sup> /Gün)
Mayıs	25.58	18.24	23.24
Haziran	28.78	21.81	24.76
Temmuz	31.06	24.35	24.58
Ağustos	30.67	23.91	22.55
Eylül	28.27	21.23	19.15

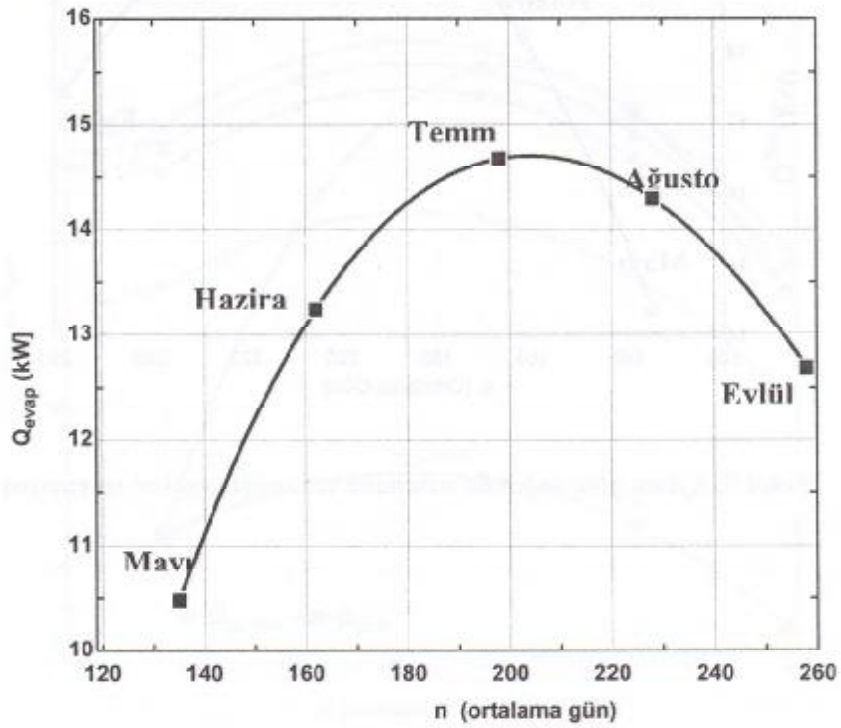


Şekil 2. Aylara göre meteorolojik veriler

Soğutma yükünün hesaplanacağı bina, Şekil 3'te görüldüğü gibi tek katlı, altında garaj olan ve teraslı bir bürodur. Soğutma yükü soğutma sezonu boyunca bilgisayar programıyla hesaplanmıştır. Soğutma yükünün aylara göre değişimi Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Soğutulacak ofisin mimari kat planı



Şekil 4. Soğutma yükünün aylara göre değişimi



### 3. 1. Soğutma Yüküne Göre Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Termodinamik Analizi

Sistemin termodinamik analizi, EES (Engineering Equation Solver) paket programıyla [4] yapılmıştır. Analizlerde evaporatör kapasitesi olarak binanın aylara göre soğutma yükü kabul edilmiştir. Ayrıca :

$$T_{\text{absorber}} = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{kondense r}} = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

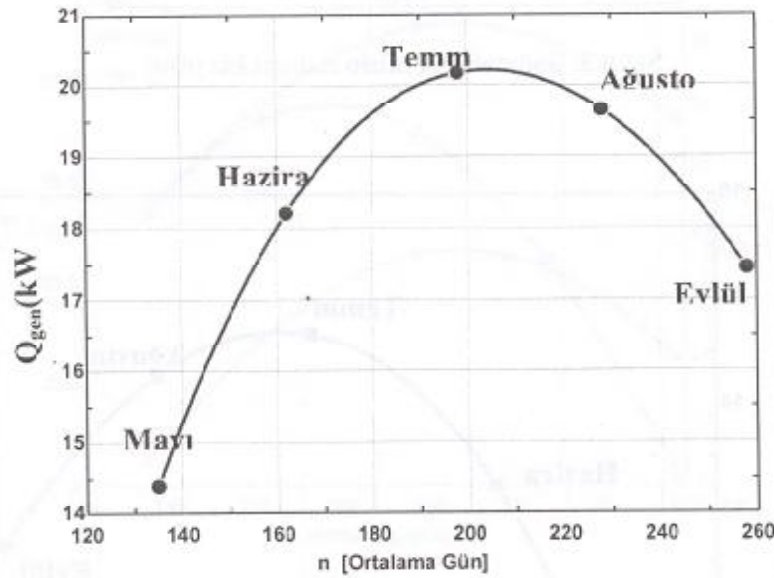
$$T_{\text{evaporatör}} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$T_{\text{genaratör}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$  kabul edilmiştir. Bu değerlere göre yapılan hesaplamalarda soğutma sisteminin soğutma tesir katsayısı (STK) = 0.72 olarak bulunmuştur.

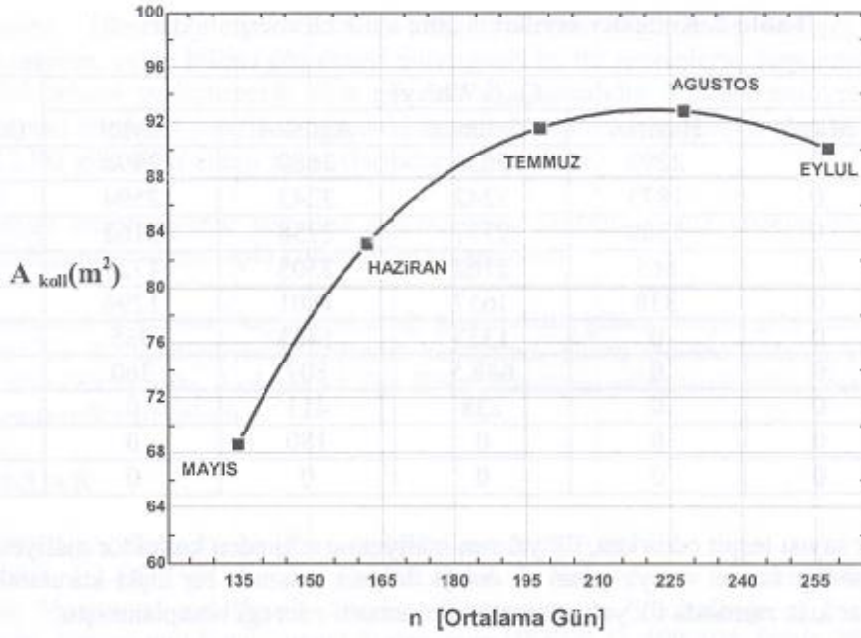
Kollektör olarak piyasada kullanımı oldukça yaygın olan Alüminyum panelli, tek camlı ve brüt alanı  $2.0 \text{ m}^2$ , net emici yüzey alanı  $1.62 \text{ m}^2$  olan kollektör seçilmiştir. Bu özelliklere ve Mersin iklim şartlarına göre, kollektör verimi,  $\eta_{\text{koll}} = 0.70$  olarak hesaplanmıştır [5].

### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Soğutma yüküne göre analizi yapılan absorpsiyonlu soğutma sistemi için generatöre verilmesi gereken ısı Şekil 5'te, bu ısıyı sağlayacak kollektör alanı ise Şekil 6'da verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi ısı yükü arttıkça kollektör alanı da artmaktadır.

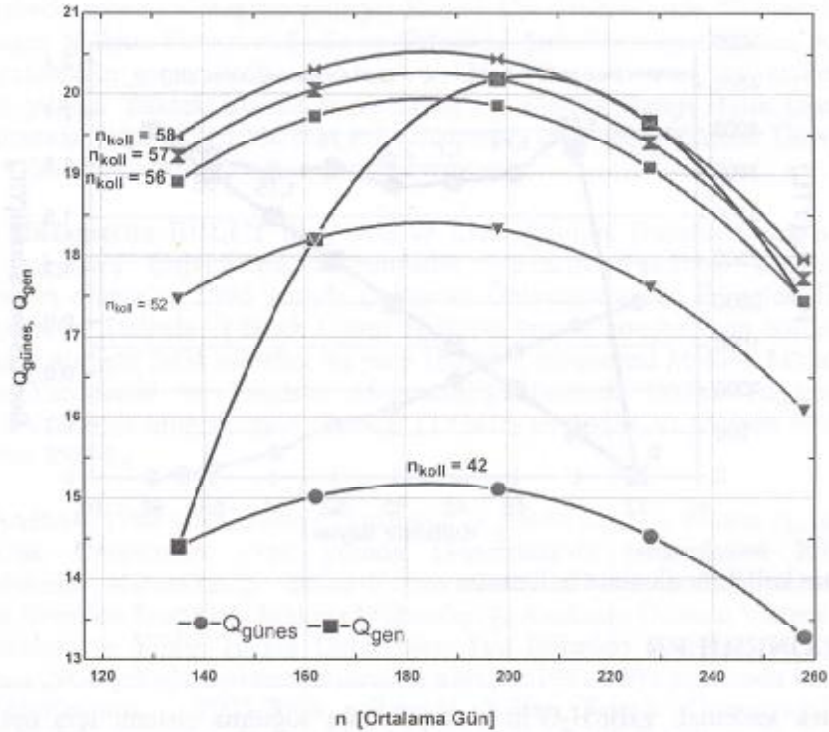


Şekil 5. Aylara göre soğutma sistemine verilmesi gereken ısı enerjisi



Şekil 6. Aylara göre soğutma yükünün tamamını karşılayacak kolektör alanı

Şekil 7 aylara göre hesaplanan kolektör alanlarından elde edilecek güneş enerjisinin, soğutma yükünün diğer aylar için ne kadarlık bir kısmını karşıladığını göstermektedir. 58 adet kolektörün soğutma sezonu boyunca gerekli ısı miktarını karşıladığı tespit edilmiştir. Tablo 2'de kolektör sayısına göre aylık ve yıllık ek enerji miktarları verilmiştir.



Şekil 7. Aylara ve kolektör sayılarına göre elde edilecek Güneş enerjisi miktarı

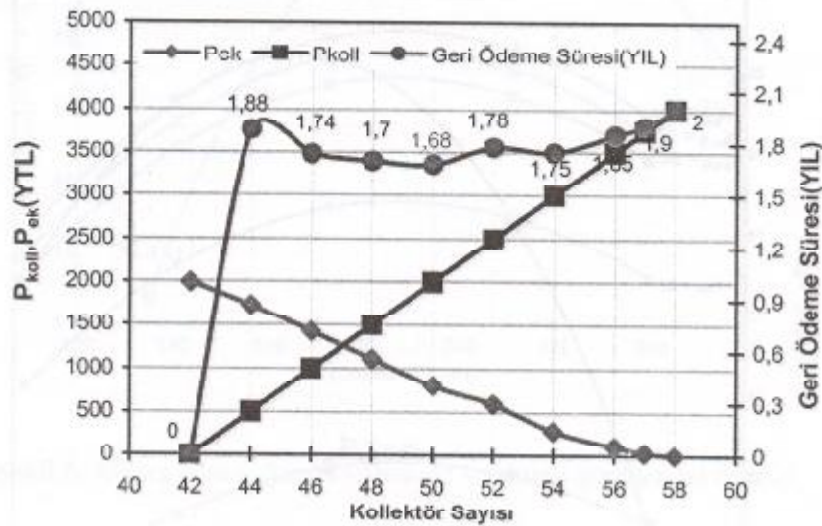


**Tablo 2.** Kollektör sayılarına göre aylık ek enerji miktarı

Kollektör Sayısı, $n_{koll}$	$Q_{ek}$ (kWh/ay)					$Q_{ek}$ (kWh/yıl)
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Agustos	Eylül	
42	0	2299	3653	3689	2998	12639
44	0	1873	3242	3243	2594	10952
46	0	1369	2737	2738	2162	9006
48	0	865	2162	2305	1729	7061
50	0	338	1657	1801	1296	5092
52	0	0	1333	1463	965	3761
54	0	0	648,5	807	360	1816
56	0	0	238	411	0	649
57	0	0	0	180	0	180
58	0	0	0	0	0	0

Optimum kollektör sayısı tespit edilirken, ilk yatırım maliyetine etki eden kollektör maliyeti ile yeterli kollektör kullanılmadığı zaman ortaya çıkan ek enerji ihtiyacı arasında bir ilişki kurularak, kaç tane kollektörün ne kadar kısa zamanda ilk yatırım maliyetini amorti edeceği hesaplanmıştır.

Maliyet analizi için kollektör fiyatı 250 YTL/adet ve elektrik birim fiyatı 0.158 YTL/kWh [6] kabul edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde sistem için gerekli optimum kollektör sayısı Şekil 8'de görüldüğü gibi 50 olarak tespit edilmiştir. Oysa bu tür sistemlerde, maksimum soğutma yükünün bulunduğu Temmuz ayına göre hesaplanan kollektör alanına göre maliyet analizi yapılmaktadır. Şekil 7'den de görüldüğü gibi çok büyük bir fark görülmemesine rağmen seçtiğimiz binayı göz önüne alırsak; problemin, ilk yatırım maliyeti yanında teras alanının yetersiz olduğu da görülecektir. Optimizasyon yapılırkenken bu durumda göz önünde bulundurulmuştur. Böylelikle optimizasyon doğrulaması yapılarak, güneş enerjili sistemlerde ortaya çıkan kollektörün yerleştirileceği alan problemi seçilen konut için çözülmüştür.

**Şekil 8.** Optimum kollektör alanının bulunması

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Güneş enerjili tek kademeli LiBr/H<sub>2</sub>O'lu absorpsiyonlu soğutma sistemi için optimum kollektör alanının tespiti yapılmıştır. Sistem için binanın soğutma yükünü karşılayacak kollektör sayısı 42-58 arasında değişmesine rağmen, optimum kollektör sayısı 50 olarak hesaplanmıştır. Optimum kollektör sayısına göre geri ödeme süresi, minimum kollektör sayısı baz alındığında yaklaşık 2 yıl olarak



hesaplanmıştır. Tüm soğutma yükünün kolektörlerden sağlanması maliyet açısından yüksek çıkmasına rağmen, çevre bilinci göz önüne alındığında bu tür sistemlerin uygulanabileceği görülebilir. Fakat kolektörlerin yerleştireceği alan göz önüne alınmalıdır. Yüksek maliyet, alan sıkıntısı veya güneşten alınan enerjinin yeterli olmaması durumunda, sistem için gerekli olan ısı ihtiyacı elektrik ve doğal gaz, LPG gibi diğer enerji kaynaklarından sağlanabilir.

Güneş enerjili absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde kullanılan düz yüzeyli kolektörler için alan problemi olduğunda vakum tüplü kolektörler kullanılabilir.

Enerji sıkıntısının ve çevresel kaygıların arttığı günümüzde, güneş enerjisi gibi temiz enerji kullanan ve çevre dostu bu tür absorpsiyonlu soğutma sistemleri, güneş enerjisi potansiyeli açısından iyi bir konumda olan Güneydoğu, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde ısı yalıtımı iyi olan ticari ve ayrık binalarda kullanılması teşvik edilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] ÇENGEL; A. Termodinamiğe giriş, MC-Graw Hill, 2001
- [2] BULUT, H., BÜYÜKALACA, O., YILMAZ, T. New Models for Simulating Daily Minimum, Daily Maximum and Hourly Outdoor Temperatures, Proceedings of the First International Exergy, Energy and Environment Symposium (IEEES-1), 499-504, İzmir, 2003.
- [3] BULUT, H., BÜYÜKALACA, O., YILMAZ, T. Akdeniz Bölgesinde Yatay Düzleme Gelen Güneş Işınımının Modellenmesi, III. Güneş enerjisi sempozyumu ve sergisi, 2005.
- [4] EES Software, F-Chart Software, [www.f-chart.com](http://www.f-chart.com), Nisan 2005.
- [5] HSIEH; J. S. Solar Energy Engineering, Prentice-Hall, 1986.
- [6] DOSİDER, <http://www.dosider.org/tablo/konutyakitu.htm>, Nisan 2005.-

## YAZARLAR :

**Öğr. Gör. İsmail HİLALİ\*** 1972 Şanlıurfa'da doğumludur , ilkokulu ve ortaokulu Gaziantep'te , Lise'yi Şanlıurfa'da bitirmiştir.1989 yılında Fırat Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümüne girerek. 1993 yılında mezun olmuş ve aynı yıl Harran Üniversitesi'nde Yüksek Lisans Eğitimine başlamıştır. Ertekin Makina Sanayi A.Ş. de ve Ortadoğu Şirketler Topluluğunda Ar-Ge Mühendisi olarak 1 yıl çalıştıktan sonra. 1994 yılında Arş. Gör. olarak Harran Üniversitesi'nde göreve başlamıştır.1995 yılında Yüksek Lisans tamamlamış ve Atatürk Barajı Balık Üretim Tesisleri Isı Merkezi kurulumunda Şantiye Şefi olarak 1 yıl çalışmıştır. 1996 yılında tekrar Üniversiteye dönmüş olup halen Öğr. Gör. olarak çalışmalarına devam etmektedir.

**Yrd. Doç. Dr. Hüsamettin BULUT** İlk , Orta ve Lise eğitimini Batman'da tamamlayan BULUT 1993 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun olmuş ve 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır. Aynı bölümde 2001 yılında Doktora derecesini almıştır.2004 yılından bu yana Harran Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Bölüm Başkan Yardımcısı ve Endüstri Mühendisliği Bölümü Bölüm Başkanı olarak görev yapmaktadır. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği (TTMD) ve TMMOB Makina Mühendisleri Odası üyesidir (Sicil No: 39384)

**Dr. Refet KARADAĞ** 1968 yılı Çermik / Diyarbakır doğumlu olup ilk ve orta öğrenimini Çermik'te tamamlamıştır. Lise Öğrenimini 1988 yılında Diyarbakır'da tamamlayan KARADAĞ Fırat Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden 1993 yılında mezun olmuştur. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimini 1996 yılında bitirmiş ve Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında 2004 yılında Doktora derecesini almıştır. 1993-2003 yıllarında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde , 2003-2004 yıllarında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde ve 2004 ten bu yana Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

\* Bildiri sunumunu yapan yazar