

**ÇUKUROVA BÖLGESİ İKLİM ŞARTLARINDA EDİLEN
GÜNES EVİNİN İNCELENMESİ**

**HİKMET MARAŞLI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA

NİSAN-1984

Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından FİZİK Anabilim
Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yard. Doç. Dr. İlhami YEĞİNGİL

Üye : Prof. Dr. Gülsen ÖNENGÜT *gönençüt*

Üye : Doç. Dr. Remzi ENGIN *R. Engin*

Kod No : 84-1

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait
olduğunu onaylarım.

Mehmet DİNÇ
Prof. Dr. Ural DİNÇ
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÇİZELGE LİSTESİ	I
ŞEKİL LİSTESİ	II
RESİM LİSTESİ	III
EKLER LİSTESİ	IV
ÖZ	V
ABSTRACT	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
2.1. Edilgen Güneş Evi Çalışmaları	6
2.2. Güneş Evleri Modelleme Kavramı	9
2.3. Güneş Evlerinin Modellenmesinde Bilgisayar- ların Kullanılması	10
2.4. Ülkemizde Konut Isıtmasında Güneş Enerjisi Kullanımı	11
3. MATERİYAL VE METOD	14
3.1. Materyal	14
3.2. Metod	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	36
5. SONUÇLAR	50
ÖZET	53
SUMMARY	54
KAYNAKLAR	55
TEŞEKKÜR	58
ÖZGEÇMİŞ	59
EKLER	

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1. Çukurova Üniversitesi Güneş Evi I ...	15
Çizelge 2. Güneş Evinin EGEM Programı ile saptanın parametre değerleri	37
Çizelge 3. Isıl duvar kanallarından geçen ısının evin ısı kazancına etkisi	42
Çizelge 4. Güneş evinin aylara göre verimi ve GIY	48
Çizelge 5. Güneş evlerinin verimlerinin karşılaştırılması	49

Şekil Listesi

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Güneş evinin yerleşim planı	16
Şekil 2. Molytek kaydediciden alınan bir günlük örnek veri	19
Şekil 3. Isıl duvarın yapı sistemi ve çalışma prensibi	22
Şekil 4. Güneş evindeki ısı akımı	24
Şekil 5. Güneş evinin modellenmesinde kullanılan elektrik devre benzetimi	33
Şekil 6. EGEM programının genel akış şeması ...	34
Şekil 7. 19-28 Ocak 1982 tarihleri arasında alınan deneysel veriler ve modelden hesaplanan sıcaklıklar.....	39
Şekil 8. 6-16 Şubat 1982 tarihleri arasında alınan deneysel veriler ve modelden hesaplanan sıcaklıklar	40
Şekil 9. Isıl duvarda kullanılan tek ve çift cam için sıcaklık profili	43
Şekil 10. Havanın açık ve kapalı olduğu ikiünde tek ve çift cam için GIY değerleri.	44
Şekil 11. 6-14 Şubat 1982 tarihlerinde tek ve çift camın isıl kazanca etkisi	46
Şekil 12. Güneş evinin ısıtma dönemi boyunca elde edilen GIY değerleri	47

RESİM LISTESİ

Sayfa

Resim 1. Cukurova Üniversitesinde yaptırılan
gunes evinin güney cephesinden görü-
nümü ,.....

4



EKLER LISTESİ

EK I : EGEM programı işlem sırası.

EK II : EGEM programının Fortran dilinde
yazılımı.

EK III : Güneş evinin ısıtma döneminde ölçülen
güneş enerjisi; rüzgar hızı ve dış hava
sıcaklığı verileri kullanılarak hesap-
lanan GIY, $Q_{\text{kazanç}}$ ve $Q_{\text{kayıp}}$ değerleri.

ÖZ

incelenmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Edilgen güneş enerjisi sistemleri yardımıyla, güneş enerjisinin konut ısıtılmasında kullanımını incelemektir. Amaca uygun olarak 1981 yılında, Çukurova Üniversitesi arazisinde 100 m^2 kullanım alanı olan bir güneş evi yaptırıldı. 1 Kasım 1981-31 Mart 1982 tarihleri arasında alınan veriler bilgisayar yardımıyla analiz edildi. Sonuçta, evin kanzang ve kaçak parametreleri saptandı. Bu parametreler kullanılarak ısıtma mevsimi süresinde (Kasım-Mart) evin ortalama verimi %25 olarak saptandı. Buna göre güneşevinde, ısıtma için kullanılan enerjinin %83'ünün güneş enerjisinden karşılandığı belirlendi.

ABSTRACT

The aim ~~of this work~~ is to use passive solar energy systems for heating residential buildings. For this purpose, in 1981, a passive solar house was constructed on Çukurova University Campus with 100 m^2 living area. The data taken during the period 1 November 1981 to 31 March 1982 have been analyzed by means of a computer evaluation model. As a result, the loss and the gain parameters have been calculated. ~~We have also~~ determined the average efficiency of the solar house as 25%, for this heating season. It has been also confirmed that solar energy contributes about 83% of the total energy needed for heating of the solar house during the above mentioned period.

1. GİRİŞ

Güneşin insan yaşamındaki önemi ilk çağlardan beri bilinen bir gerçektir. Güneşin yüzey sıcaklığı 5762°K 'dir. Güneş, uzaya bu sıcaklıkta bir karacisim gibi enerji yayar. Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin $0.3\text{-}0.4 \mu\text{m}$ (Mor ötesi) arasında kalan kısmı yaklaşık %3, $0.4\text{-}0.7 \mu\text{m}$ (Görünür bölge) arası yaklaşık %44 ve $0.7 \mu\text{m}$ 'den büyük (Kızıl ötesi) olan kısmı da yaklaşık %53 civarındadır (DUFFIE ve BECKMAN, 1974; ZEREN ve diğerleri, 1978).

Dünyamızda yaşayan canlılar doğal olarak güneş enerjisini kullanırlar. Bunun yanısıra soğuktan korunmak için özellikle insanların güneş enerjisi dışında kaynaklara da gereksinimleri vardır. Günümüzde yalnız ısıtma amacıyla, güneş enerjisinin dışında, toplam tüketilen enerjinin yaklaşık %35'i kullanılmaktadır. Gün geçtikçe yükselen enerji kullanım yüzdesi büyük bir sorun olmaktadır. Enerji sorununun giderilmesine katkıda bulunabilmek için güneş enerjisinden aşağıdaki şekillerde faydalananmak büyük yarar sağlayacaktır.

1. Konutlarda ısıtma amacı ile faydalanılması.
2. Sıcak su temin edilmesi.
3. Tarımda faydalanılması.
4. Güneş pilleri vasıtasyyla elektrik enerjisi üretilmesi.

Çalışmamızın amacı konutlarda güneş enerjisinden yararlanma olduğu için, yukarıda saydığımız güneş enerjisi kullanım şekillerinden yalnız birincisi üzerinde durulacaktır.

Güneş enerjisinden konutlarda ısıtma amacı ile faydalananma konusunda yapılan çalışmalar, genelde etken ve edilgen sistemler adı altında iki ana dalda toplanmaktadır. Etken sistem, ısıtma amacına uygun olarak, güneş enerjisini toplamak ve gerekli hacimlere dağıtmak için gerekli mekanik ve elektronik kontrolü igerir. Etken sisteme, güneş enerjisi toplağında ısı enerjisine çevrilir ve taşıyıcı ile depoya taşınır. Taşıyıcı su ve hava olabilir. Depodaki ısı pompalarla kullanım alanına taşınır. Edilgen sisteme ise, eklenen teknik sistemlere gerek duyulmaz. Güneş enerjisinden yararlanma yapının kendi elemanları olan duvar ve pencereler aracılığı ile olur. Bu sistemlerde ısı, doğal taşınım, iletim ve ışınım ile yaşam alanına aktarılır. Edilgen sistemin başlıca zorluğu, güneş enerjisini toplama ve depolama işlevlerinin, yapının mimari tasarımını ile bütünlüğünü sürdürmesidir. Böylece sistem yapının tamamlayıcı bir parçası haline gelir (VEZIROĞLU, 1980; DICKINSON ve CHEREMISINOFF, 1980; ALTUN, 1982).

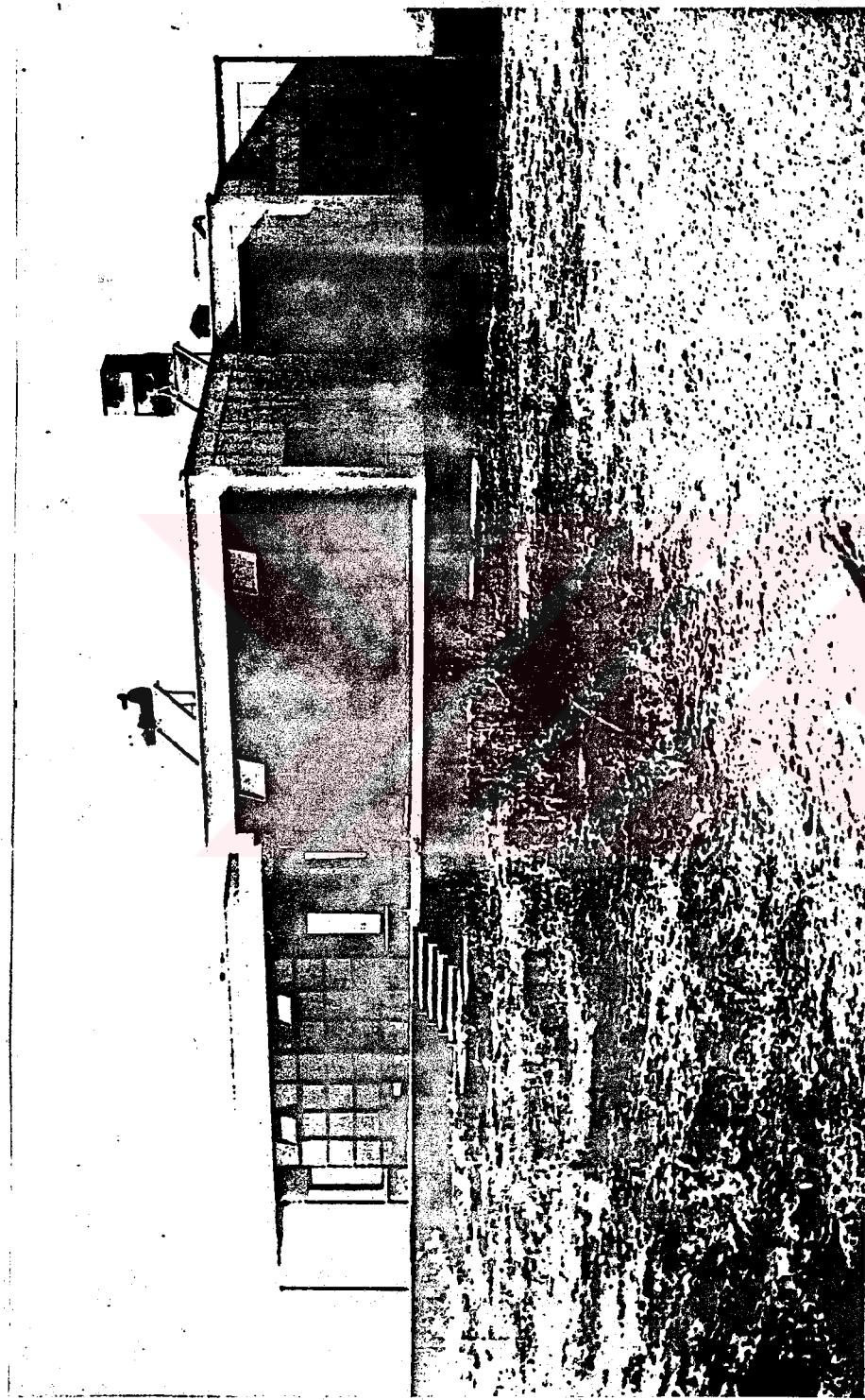
Etken ve edilgen güneş sistemlerinde toplayıcıların güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürmesi ve tutabilmesi "Sera" etkisi ile olur. Sera etkisi : Güneşten gelen, $0.3\text{--}3\mu\text{m}$ dalga boyları arasındaki görünür ve yakın kızıl ötesi bölgede yayılan ışınım, bir cam örtüden geçerek toplayıcı yüzey tarafından emilir. Güneş ışınımının emilmesiyle ısınan toplayıcı yüzey yaklaşık 100°C sıcaklıkta ve dalga boyu $4\mu\text{m}$ üzerinde olan kızıl ötesi bölgesinde enerji yayar. Bu dalga boylarındaki güneş enerjisi cam örtü tarafından geriye yansıtılır. Böylece yansıtılan enerji toplayıcı yüzey ve cam örtü arasında ısı enerjisine dönüşür ve değişik sistemlerle depo edilir. Depo edilen ısı da çeşitli yollarla

kullanım alanına aktarılır.

Ülkemizde güneş enerjisinden, daha çok düzlem toplaçlar ile sıcak su elde etme ve ~~az da~~ olsa konut ısıtma alanında faydalанılmaktadır. Ancak, güneş enerjisi ile konut ısıtma konusunda yapılan çalışmalar oldukça azdır. Oysa ülkemizde tüketilen toplam enerjinin üçte birinden fazlası konut ısıtilmasında kullanılmaktadır. 1977 yılı verilerine göre kullanılan tüm yakıtın %28'i sanayiye, %35'i konut ısıtmasına, %10'u santralleme, %15'i ulaşımı, %6'sı da tarıma gitmektedir (ÇELİK, 1980). Konut ısıtması için, sanayi'nin tükettiği enerjiye eşit miktarın tüketildiği gözönüne alınırsa, güneş enerjisinin konut ısıtmasındaki önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Bu durumda binalarda yalıtım sorunları yanısıra, ısıtma için güneş enerjisine yönelik, ülkemizin enerji gereksinimi düşünüldüğünde bir zorunluluk olarak belirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, güneş enerjisinin konutların ısıtilmasında kullanılmasının incelenmesi, elde edilen sonuçların ve deneyimlerin, bu konuda yapılacak çalışmalarla katkıda bulunmasıdır. Bu amaca uygun olarak Haziran-1981 tarihinde Çukurova Üniversitesi arazisinde bir edilgen güneş evi inşa ettirildi. Resim 1'de güney cephesinden görünüsü verilen güneş evi $37^{\circ}04'$ Kuzey enlemi ve $35^{\circ}22'$ Doğu boylamında 125 m^2 'lik alan üzerine inşa edilmiştir. Güneş enerjisini toplayıcı yüzey olarak yapılan, ısil duvar alanının toplam alana oranı %30 civarındadır.

Yapılan çalışmada, güneş evinin ısıtma dönemi boyunca alınan beş aylık (1 Kasım 1981-31 Mart 1982) sıcaklık ve enerji verileri kullanılarak evin gerçek



Resim 1. Çukurova Üniversitesi'nde yaptırılan güney evinin güney cephesinden görünümü. Damda görülen düzlem toplaglar evin sıcak su gereksinimi karşılamak ıigin kullanılmıştır.

kazanç ve kaçak parametrelerinin belirlenmesine galisılmıştır. Ayrıca, bu dönemde alınan verilerle güneş ısıtma yüzdesi (GIY) ve verim hesaplanmıştır. Bu hesaplamaları yapabilmek için Fortran dilinde, Edilgen Güneş Evi Modeli (EGEM) adını verdığımız bilgisayar programı geliştirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Edilgen Güneş Evi Çalışmaları

İnsanlar, bina yapmaya başladıklarından beri güneşle ilgilenmişlerdir. Bina-güneş ilişkileri konusunda, bilingüli ve yazılı bilgiler oldukça eskidir. SOCRATES (M.Ö. 470-399) "Memorabilia" adlı kitabında, konutlar hakkında şu sözleri söylemiştir; "Güneye bakan evlerde, güneş ışınları kışın evlerin içine kadar istediği halde, yazın güneşin yörüngesi yüksekte olduğu için, güneş ışınları doğrudan doğruya çatıların ve başlarımızın üzerine gelir ve burada gölge olur. Bu sebeple, güney duvarını yüksek yaparak kış güneşini yakalamak ve kuzey duvarını alçak tutarak da soğuk rüzgarları içeri almamak, en iyi uygulama olacaktır".

Güneş evleri konusunda ilk bilimsel çalışmalar yaklaşık 100 yıl önce Amerika'da başlamıştır. 1880 yılında SALEM ve MORSE tarafından güneşeye bakan duvar ve cam arasında ışınan havanın doğal taşınım yoluyla odayı ısıtması kavramı ortaya atılmıştır. 1881 yılında aynı yerde E.L. MORSE, siyaha boyanmış kütle duvar, hava boşluğu, cam, cam ve duvar arasındaki havanın odaya girmesini sağlayan hava kanalları ve kontrol kapaklarından oluşan, güneş evi sisteminin patentini almıştır. Bu sistemi evinin bir odasına uygulamış, fakat bu çalışma literatürde yer almamıştır (PROWLER ve diğerleri, 1978). Güneş evleri ile ilgili bilinen ilk bilgiler, 1903 yılında Amerika'da POPE tarafından "Convective self-flow" adı altında toplanmıştır (POPE, 1903).

Güneş enerjisi ile konut ısıtma araştırmaları 1939-1940 yılında Amerika'da "MIT (Massachusetts

Institute of Technology) Solar House I" ile başlamıştır. Bu ev etken sistem olarak yapılmıştır. Toplayıcı yüzey olarak siyaha boyanmış bakır plaka ve plakayı örten üç cam düzlem kullanılmıştır. 1947-1948 yıllarında "MIT Solar House II" yapılmıştır. Yapılan ikinci güneş evi ise edilgen sistemdir. Toplayıcı yüzey olarak güneşe bakan dik duvar ve duvari örten çift cam kullanılmıştır (STEADMAN, 1976). 1950 ile 1960 arasında bu konuda daha çok Üniversitelere ve araştırma kurumlarına bağlı, araştırma niteliğinde çalışmalar yapılmıştır. 1970'lerde ise, güneş enerjisinden faydalananma çalışmaları hızla artmıştır.

1970 yılında Fransa'da FELIX TROMBE, 1881'de MORSE'un ortaya attığı güneş evi kavramını pratik olarak uygulamak için, "Isıl duvar" kavramını geliştirdi. TROMBE'un geliştirdiği isıl duvar kavramına adına ithafen Trombe duvarı denildi. TROMBE'un geliştirdiği isıl duvar kavramını Fransız mimar Joques Michel, Fransa'nın Montlouis, Chauvency-le-Chateau ve Odeillo sehirlerinde güneş evleri inşa ederek uyguladı (STEADMAN, 1976).

İsıl duvar sisteminin yapısı, dış yüzeyi siyaha boyanmış güneşe bakan dik beton duvar, duvarın önünden örtü olarak tek veya çift cam, duvar ve cam arasında isınan havanın odada dolaşmasını sağlayan hava kanalları ve hava akımını kontrol eden kaparlardan oluşmuştur. Isıl duvar güneş enerjisini toplamakta ve depolamaktadır.

FELIX TROMBE'un geliştirdiği "isıl duvar" sistemine, Trombe duvarı, Trombe-Michel duvarı, toplayıcı ve depolayıcı duvar adları da verilmektedir. Edilgen isıl sistemlerin, M.Ö.469 tarihinden başlayarak 1977 yılına

kadar yapılan değişik tip ve modeller VEZİROĞLU tarafından geniş tablolar halinde verilmistir (VEZİROĞLU, 1980).

Edilgen sistemlerin genellikle beş değişik tipi vardır.

- a) Doğrudan kazançlı sistem
- b) Taşınım-dolaşım sistemi
- c) Isıl duvar (Trombe duvarı) sistemi
- d) Havuz tabanlı sistem
- e) Sera bağlantılı sistem

Yukarıdaki edilgen sistem tipleri birçok yanında geniş şekilde anlatılmıştır (DICKINSON ve CHEREMISINOFF, 1980; PROWLER ve diğerleri, 1978; ALTUN, 1982). Aşağıda bu sistemler kısaca açıklanmıştır.

Doğrudan kazançlı sistemde güneş enerjisinden faydalananma doğu, batı ve güneyden, güneş enerjisinin doğrudan yapının içine geniş cam örtü aracılığı ile alınması ve enerjinin geri plandaki bir depo duvarda, yerlerde, eşyalarda vb., depolanması ile olur. Taşınım-dolaşım sistemi, bir kapalı devre güneş toplaqları ve ısil depo bileşimidir. Toplaçta ısının akışkan, enerjisi ısil depoda bırakarak doğal dolaşımla hareketini sürdürür. Isıl duvar sisteminde ise, ısil duvar toplaç tarafından toplanan güneş enerjisi iki ayrı yoldan yaşam alanına iletilir. Birinci yol taşınım ile, cam örtü ve duvar arasındaki havanın ısınması ve yapıya geri dönmesidir. İkinci yol ise enerjinin duvar kalınlığı boyunca iletilmesi ve bir süre sonra duvarın iç yüzeyi aracılığı ile taşınım ve yayınımla konuta dağılmasıdır. Havuz tabanlı sistemde dış ortamdan iyi yalıtılmış hareketli

kapağın amaca uygun açılması ve kapatılmasıyla gündüzleri depolanan enerji bütün gün boyu kullanılmaktadır. Havuz tabanlı sistemde yazın soğutma, kışın ise ısıtma yapılmaktadır. Yazın soğutma için gündüz kapaklar kapalı tutulmakta gece açılmakta, kışın ısıtma için ise, gündüz kapak açık tutulmakta, gece ise kapatılmaktadır. Bu sistem çalışmamızda incelenen güneş evinin bir odasında uygulanmıştır. Sera bağlantılı sisteme, ısıl depolama ve doğrudan kazanç işlevleri birleştirilmiştir. Doğrudan kazanç sağlayan cam bölme ile yaşam alanı ısıl depolama duvarları ile ayrılmıştır. Bu tezde incelenen edilgen sistem, ısıl duvar sistemidir.

2.2. Güneş Evleri Modelleme Kavramı

Binaların ısı kazancı ve kaçağının hesaplanmasıında ısı denge eşitliklerinden ve ısı transfer denklemlerinden yararlanılmaktadır. Edilgen güneş evlerinin modellemesi yapılırken genel metod "Elektrik Devre Benzetimi"dir. Bu metoda göre bina belli sıcaklık noktalarına bölünmektedir. Böyle bir devrede materyal boyunca geçen ısıl akım Q , elektrik devresindeki akıma (I), T sıcaklıklarını elektriksel potansiyele (V), R ısıl dirençleri ($U=1/R$ ısıl iletkenlik) ise elektriksel dirençlerde (R) benzetilmektedir. Bu benzetimle yapılan modeldeki ısıl devrede elektrikteki Ohm ve Kirchoff kuralları aynen kullanılabilir (CARTER, 1978).

Modelleme yapabilmek için saatlik dış hava sıcaklığı, güneş enerjisi, rüzgar hızı ve bölünen sıcaklık noktalarındaki verilere gereksinme vardır. Güneş evi modellerinde, deneysel olarak elde edilen eşitlikler veya Fourier analiz yöntemi kullanılmaktadır. GOLDSTEIN,

1978 yılında Fourier analiz yöntemiyle direk kazançlı ve ıslı duvar sistemlerinin modellerini yapmıştır. Yapılan çalışmada deneysel sonuçlar ile modelden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Güneş evleri modellerinde genellikle bir boyutlu ısı transfer denklemleri kullanılmaktadır. Aslında ısı transferi hacimsel olmaktadır. Fakat böyle bir mekanizmayı incelemek oldukça güçtür. Bu nedenle kolay olması yönünden tek boyutlu ısı taransferi modelleri çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların iyi sonuç verdiği deneysel olarak gözlenmiştir (UTZINGER ve diğerleri, 1980; BÖER ve FRANTA, 1978; HALL ve MORTON, 1981; CARTER, 1978).

2.3. Güneş Evlerinin Modellenmesinde Bilgisayarların Kullanılması

Konutların güneş enerjisi ile ısıtılması konusunda yapılan çalışmalarda bilgisayarlardan büyük ölçülerde yararlanılmaktadır. Yapılan bilgisayar simulasyonları ile güneş evlerinin verimi hassas bir biçimde saptanabilmektedir. Şurası açıktır ki binaların incelenmesinde bilgisayar simulasyon tekniklerinin uygulanması başka araçlarla sağlanamayan olanaklar ortaya koymaktadır. Bir dizi alternatifin üretilmesine ve aynı ayrıntı düzeyinde analiz edilmesine ne yerinde yapılan ölçümle, ne de fiziksel veya benzer model çalışmaları ile ulaşma olanağı vardır. Bu nedenle güneş evi modelleri için bilgisayar programları geliştirilmesi zorunludur.

Yapılan bilgisayar simulasyon programlarında genellikle sayısal yaklaşım yöntemleri kullanılmaktadır. Bilgisayar sayısal simulasyon teknikleri, araştırcılara

ve mühendislere yapılacak binanın en iyi ve en verimli şekilde yapılması için karar vermede büyük ölçüde yardımçı olmaktadır.

Genel olarak simulasyon çalışmaları aşağıda sıralanan dört adımda yapılmaktadır;

- a) Bölgesel hava şartlarının simulasyonu
- b) Binanın ısıtma ihtiyacının belirlenmesi
(Binanın Tasarım yükü)
- c) Güneş sistemlerinin bileşenlerinin modellenmesi
- d) Sistem bileşenleri arasında bağlantı kırularak tüm sistemin simulasyonuna gidilmesi.

Bu adımlara uygun olarak, değişik tipte bilgisayar simulasyon programları geliştirilmiştir (GÜÇERİ, 1979).

Güneş evi simulasyonuna en iyi örnek PASOLE Edilgen Güneş Enerjisi adıyla bilinen Genel Simulasyon Programıdır. Bu programda iki tip güneş evi modellenmektedir. Bu modellerde elektrik devre benzetimi kullanılmış, modellerden birisi su duvarlı edilgen sistem, diğer ise ısıl duvarlı edilgen sistemdir. Bu program Fortran dilinde yazılmış bilgisayar simulasyon programıdır (McFARLAND, 1978).

2.4. Ülkemizde Konut Isıtmasında Güneş Enerjisi Kullanımı

Ülkemizde güneş enerjisinden yararlanma çalışmaları daha çok sıcak su elde etmek amacıyla düzlem

toplaçlar kullanılarak yapılmaktadır. Güneş enerjisinden konut ısıtılmasında yararlanılması konusunda yapılan çalışmalar ise oldukça azdır. Ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar Üniversiteler ve araştırma kurumlarında araştırma amacı ile yapılmaktadır. 1980 yılında O.D.T.Ü. Ankara'da etken ve edilgen sistemleri bir arada kullanan bir güneş evi yaptırmıştır. Evin yaşam alanı 81 m^2 'dir, toplam hacmi ise 319 m^3 'dür. Binada özel yalıtım malzemesi kullanılmamıştır. Güneş evinin edilgen kısımları pencereler ve seradır. Etken kısım ise üç ana elemandan oluşmuştur: Güneş enerjisini toplayan düzlem toplaçlar, toplaçlarda ısınan suyu depolayan silindirik bir depo ve evin içinde ısı dağıtımını sağlayan radyatör dizisi. Toplaçların net alanı 25.2 m^2 'dir. Yapılan hesaplamalar sonucu birim hacim için ısı kağığı $2.43 \text{ W/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$, tasarım yükü 14.9 kw, yıllık enerji gereksinmesi 208060 kwh'tir. Evin verimi ise %22.4 olarak bulunmuştur (TURAN ve diğerleri, 1981).

1977 yılında M.T.A. (Maden Tetkik ve Araştırma) Kurumu, Marmaris'te "Trombe Isıl Depo Duvarlı Güneş Evi" adı verilen güneş evini yaptırmıştır. Güneş evinin yanına, verimi karşılaştırabilmek amacıyla, aynı büyük ölçüde normal bir ev inşa edilmiştir. Isıl duvarlı evin ve referans olarak yapılan normal evin sıcaklık verileri ve parametreleri bilgisayar simulasyon programı ile incelenmiştir. Isıl duvarlı ve referans evin verimleri hesaplanarak birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonunda isıl duvarlı evin normal eve göre daha verimli çalıştığı gözlenmiştir. Güneş evi isıl duvarının alt ve üst kısmında, altışar tane, kapaklarla kontrol edilen hava kanalları bulunmaktadır. Evin içine sıcak havanın girmesi bu kanallarla sağlanmaktadır. Elde

edilen sonuçlara göre ısil duvarlı evin veriminin yıllık ortalaması %25, normal evin ise %12 olarak bulunmaktadır (TAŞDEMİROĞLU ve diğerleri, 1983).

1981 yılında, Çukurova Üniversitesi arazisinde yapılmış olan güneş evinin günlük ortalama verileriyle güneş evinin tek boyutlu kararlı ısı transferi modeli yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda, binanın toplam ısı kayıp katsayısı $332.03 \text{ W}/^{\circ}\text{C}$ olarak bulunmuştur. Evin ekonomik analizi yapılarak maaliyeti hesaplanmıştır. 1980 yılı birim fiyatlarına göre, evin toplam maliyeti 3.430.000.-TL'dir. Normal evden farklı olarak güneş evi olma özelliğinin bu maliyete katkısı %10 olarak hesaplanmıştır (ALTUN, 1982).

3. MATERİYAL VE METOD

3.1. Materyal

I. Güneş Evinin Yapısı

Çukurova Üniversitesi'nden arazisinde inşa edilmiş olan güneş evi doğu-batı yönünde yerleştirilmiş, böylece güney cephesinden mümkün olan en çok enerjiyi alması planlanmıştır. Güneş evi $37^{\circ} 4'$ Kuzey enlemi ve $35^{\circ} 21'$ Doğu boylamında, deniz seviyesinden 130 m yükseklikte, Çamlıtepe mevkiiindedir. Çizelge 1'de güneş evinin genel yapısı ve bölgenin iklim koşulları verilmiştir. 100.7 m^2 yaşam alanından ve 24 m^2 laboratuvarдан oluşan güneş evinin yerleşim planı Şekil 1'de verilmiştir. Güneş evinin 102 m^2 'lik alanı kuzey, doğu ve batı duvarları, iki sıra tuğladan inşa edilmiştir. Yalıtım sağlamak amacıyla duvarların arası patlatılmış perlit dolgusu ile doldurulmuştur. Doğu ve batıdaki toplam cam alanı 17.7 m^2 'dir. Güneyde ısil duvar cam örtüsü dışındaki pencere alanı 12.5 m^2 'si seraya ait olmak üzere, toplam 14.9 m^2 'dir. Taban temel dolgu toprağı üzerine dökülen temel betonu ve onun üzerine döşenen blok yer tuğlasından oluşmaktadır. Tavan, salon ve iki yatak odasının tavanı tek kat olup, yalıtımı sağlayabilmek için perlit karıştırılmış tesviye betonuyla yapılmış, perlitle çimento karışımı olan bir gesit şap ile kaplanmıştır. Banyo, WC ve hol üzerinde tavan iki katmandan oluşmuş, bunların üzerini kapatan kısım beton ve sıvadan oluşmuştur. 0.6 m hava boşluğu bırakıldıktan sonra diğer odalar üzerindeki tavan yapısı aynen inşa edilmiştir.

Çizelge 1. Çukurova Üniversitesi Güneş Evi I

YERLESİM $37^{\circ}04'$ Kuzey Enlemi
 $35^{\circ}21'$ Doğu Boylamı
 Denizden Yüksekliği 130 m.

ALANLAR

TABAN : 100.7 m^2 yaşam - 24 m^2 laboratuvar
CAM : Kuzey : 1.65 m^2
 Doğu : 4 m^2
 Batı : 12 m^2
 Güney : 1.97 m^2 - 33.17 m^2 toplam
HACİM : 306 m^3 (yaşam) - 73 m^3 (lab.).

İSİL SİSTEM

0.40 m kalınlıkta beton Isıl Duvar
(Trombe Duvarı) 39 m^2 , net ışınlanan alan
 33.17 m^2

YALITIM MALZEMESİ : Perlit ($k = 0.0485 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$)

BÖLGENİN İKLİM KOŞULLARI :

ISITMA DÖNEMİ : Kasım-Nisan

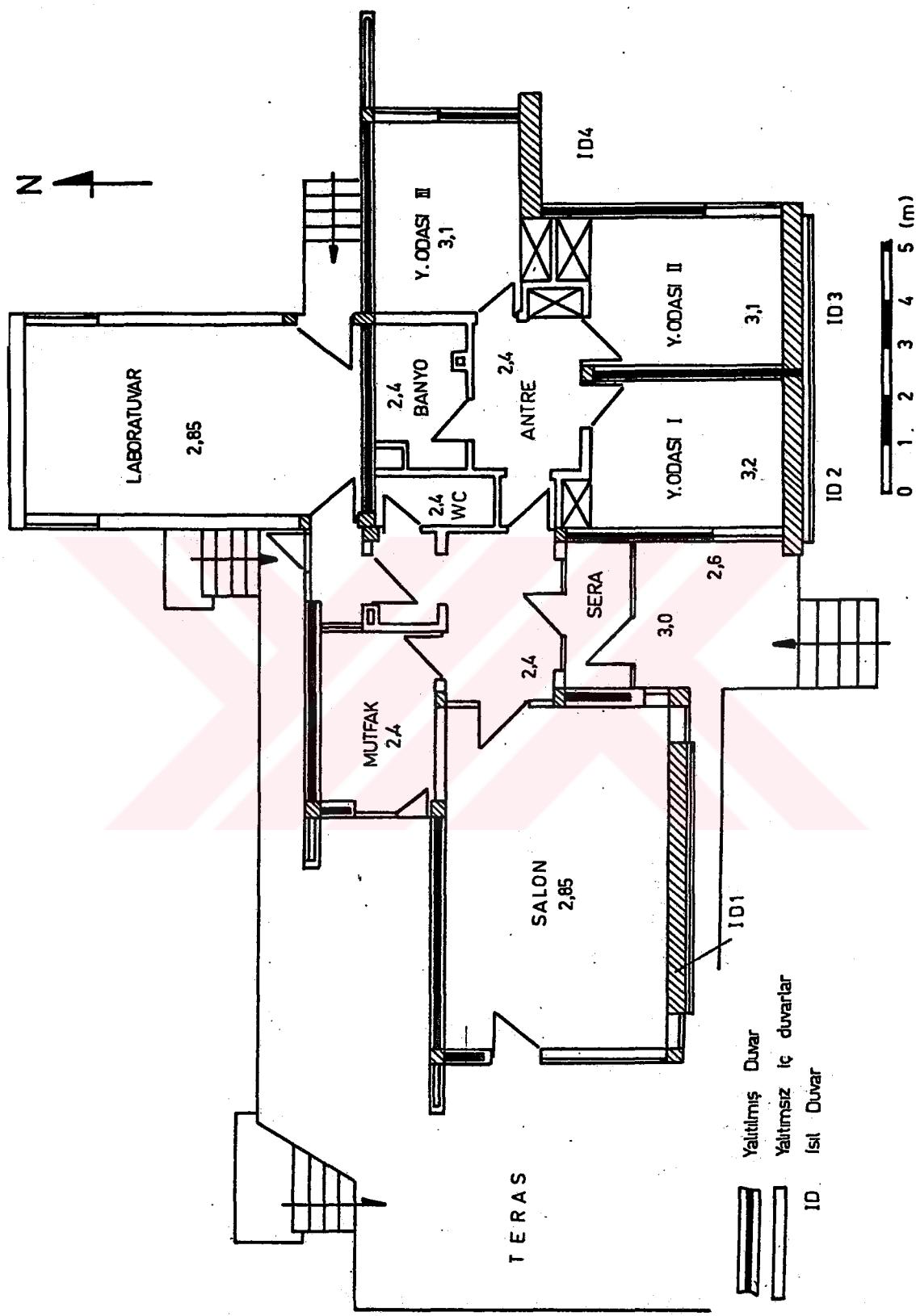
ORTALAMA SICAKLIK : Yıllık 18° (42 yıl ortalaması)

GECE-GÜNDÜZ SICAKLIK FARKI : Ortalama 10°C

HAKİM RÜZGAR YÖNÜ : YAZ : Güneydoğu-kuzeybatı
 KIŞ : Kuzeydoğu-Güneybatı

ORTALAMA GÜNEŞ ENERJİSİ ŞİDDETİ : (Yatay düzleme): $16.04 \text{ MJ/m}^2 \text{ gün}$

Not : İklim verileri Adana Meteoroloji İstasyonundan alınmıştır.



Sekil 1. Güneş evinin yerlesim planı.

Girişteki antrenin üzerinde bulunan hava boşluğu 1.2 m yüksekliktedir. Bütün odalardan ve laboratuvarдан hava akımını sağlamak amacıyla yukarıda anlatılan hava boşluklarına açılan ahşap kapaklar vardır. Birinci yatak odası damında 0.12 m derinliğinde kapaklı bir havuz inşa edilmiş ve bu oda tek başına kontrol edilebilmesi için diğer odalardan yalıtılmıştır.

Güneş evini ısıtma amacıyla kullanılan edilgen sistem ısil duvar sistemidir. İsil duvar 0.40 m kalınlıkta beton bloktan oluşmuştur. İsil duvarın iç yüzü sıvalı, dış yüzü ise mat siyah boyayla boyanmıştır. İsil duvarlar üzerinde, merkez çizgileri taban ve tavan dan 0.30 m uzaklıkta, değişik ende ve sayıda 0.2 m yüksekliğinde kanallar vardır. Bu kanalların odayla bağlantısı tahta kapaklar aracılığı ile sağlanmaktadır. İsil duvarın 0.10 m önünde tahta çerçeveler içine yerleştirilmiş cam örtü bulunmaktadır. Her cam örtü, gerektiğinde temizlik yapabilmek amacıyla tamamen dışarı alınabilecek çerçevelerden oluşmaktadır.

II. Veri Alma Sistemi

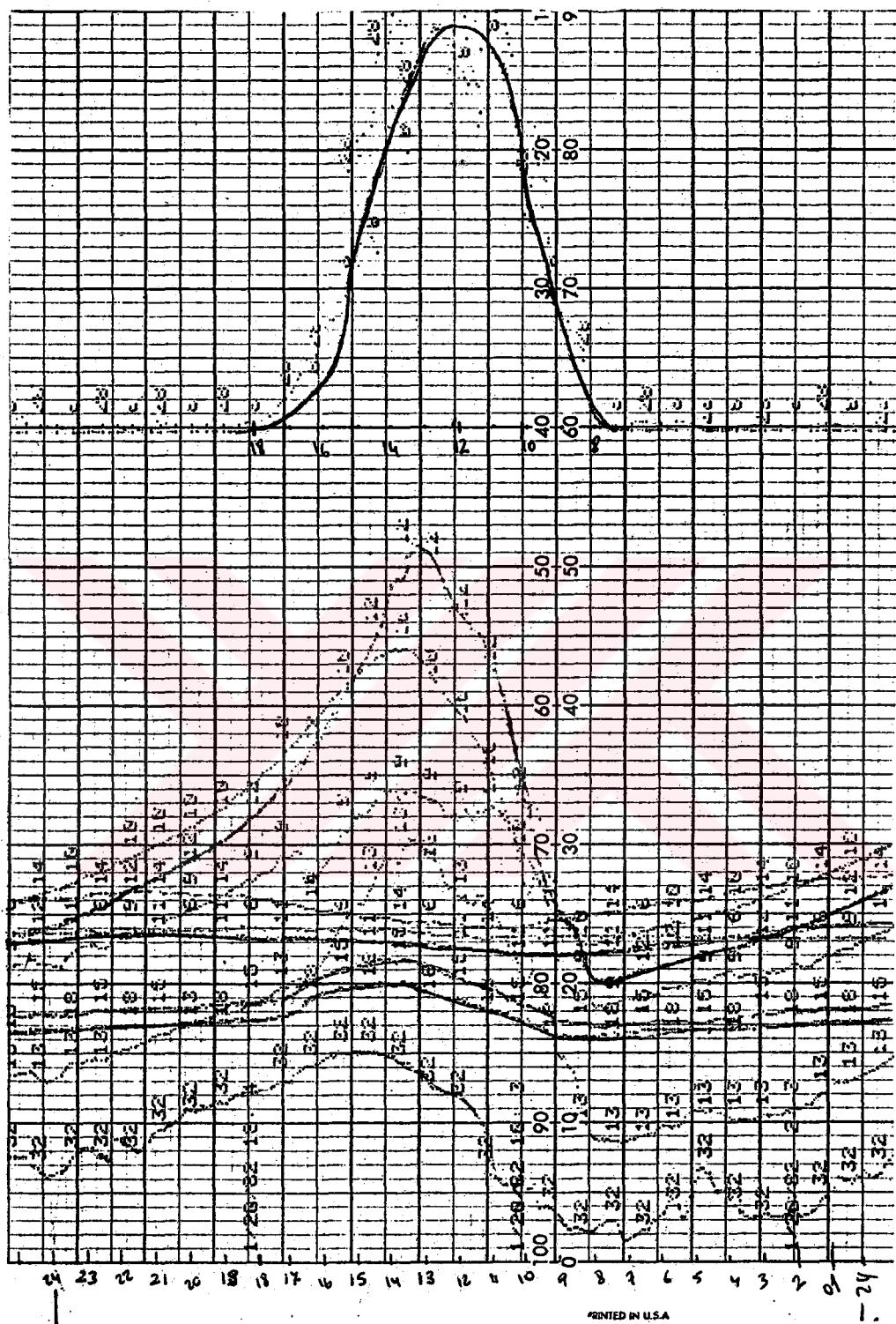
Güneş evinde veri alma işlemi Kasım-1981 tarihinde başladı. Genel ısı akış seması deneysel olarak gözlenebilecek şekilde güneş evinin belirlenen noktalara, sıcaklık ölçmek için ısil çiftler yerleştirildi. İsil duvarın yüzeyine gelen güneş enerjisini ölçmek için, dış yüzeye silikon güneş pili yerleştirildi. Yerleştirilen bu ısil çiftler ve güneş pili laboratuvara bulunan 32 kanallı Molytek kaydediciye bağlanarak

sıcaklık ve güneş enerjisi değerleri bu kaydedici tarafından kaydedildi. Kaydedilen veriler aşağıda verilmiştir. Dik yüzeye gelen güneş enerjisi II nolu yatak odasının ısil duvarında ölçüldü. Oturma odasının iki ayrı yerinde, serada, antre'de, I nolu yatak odasında, II nolu yatak odasında, mutfakta, banyoda toplam 22 ayrı noktada sıcaklık ölçümleri yapıldı. Gelen güneş enerjisinin iletimini ve depolanmasını gözleyebilmek için, II nolu yatak odasındaki ısil duvarın iç ve dış yüzeyleri ile duvar içinde dört ayrı noktada sıcaklık ölçüldü.

Şekil 2'de Molytek kaydedicinin verilerinden bir örnek görülmektedir. Şeklin üstündeki eğri güneş enerjisini, alttaki eğriler ise evin değişik noktalarında ölçülen sıcaklıklarını göstermektedir.

3.2. Metod

Güneş evinin kaçak ve kazanç parametrelerini hesaplayan EGEM programı, veri olarak dış hava sıcaklığını, güneş enerjisini ve rüzgar hızını kullanmaktadır. Bu verilerin yanında, bir defaya mahsus olmak üzere, ısil duvar ve oda sıcaklığının tahmini veya gerçek değerini başlangıç değeri olarak vermek gerekmektedir. Program verilen parametre değerleriyle oda sıcaklığını ve ısil duvar sıcaklıklarını hesaplamaktadır. Sonuçta en küçük kareler yöntemini kullanarak modele uygun parametreleri saptamaktadır. Tüm bu işlemler için temel ısı iletim eşitlikleri kullanılmıştır.



Sekil 2. Molytek kaydediciden alınan bir günlük örnek veri. Üstteki eğri güneş enerjisini alttakiler ise sıcaklık verilerini göstermektedir.

I. Edilgen Güneş Evinin Çalışma Prensibi

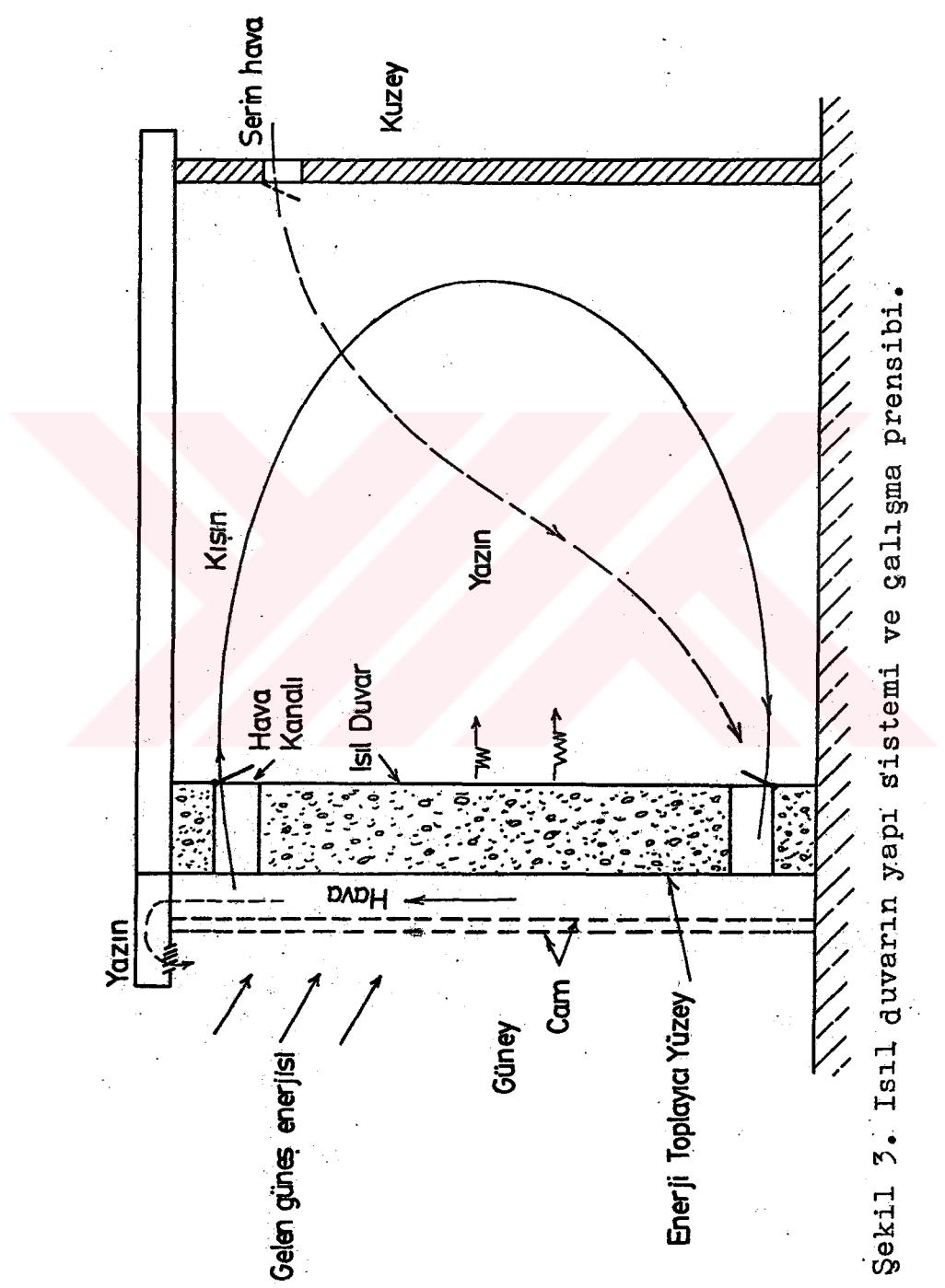
Bir binaya gelen güneş enerjisi, dışarıya kayıplar azaltılarak, bina içi, sıcaklığını dış hava sıcaklığından yüksekte tutmak için kullanılabilir. Bu kavram, gevreden yalıtılmış bir binanın edilgen bir sistem olduğu kanısını uyandırmaktadır. Gergekte sadece yalıtılmış bir bina edilgen bir sistem değildir. Fakat yalıtım ısı kaybını azaltır. Dolayısıyla enerji tasarrufu sağlar. Bu yüzden yalıtım sistemi tasarımının en önemli kavramıdır.

Edilgen güneş evi sisteminin ana tasarım elemanları şöyle sıralanabilir;

- a) Binanın Isı Yalıtımı : Güneş enerjisi ile ısıtılan herhangi bir binanın tasarımında yalıtımla ısıl yükün azaltılması ve hava değişiminin kontrolü sağlanmalıdır.
- b) Güneş Enerjisinin Toplanması : Bir binanın yapı tasarımında toplanan güneş enerjisi miktarı ile yapının ısıl ihtiyaçları arasında iyi bir ilişki kurulmalıdır.
- c) Isı Depolaması : Gündüz toplanan enerji, genellikle yapının gündüz ısı ihtiyaçlarını fazlası ile karşıladığından, bu fazla enerjinin geceleri veya güneşsiz günlerdeki ihtiyaci karşılayabilmesi için depolanması gereklidir.
- d) Isı Aktarma Düzeni : ısıl duvar ve cam arasında ısınan havanın odaya aktarılması gerekmektedir.

İkinci ve üçüncü şıkların gerçekleşmesi için güneş enerjisinden kazancın belirlenmesi gereklidir. Kuzey yarımkürede güneşe yönelik bir cam örtüsü, güneş enerjisinin kışın en fazla alınmasını, yaz döneminde ise bunun en aza indirgenmesini kendiliğinden sağlar. Isıtma gereksinmenin en fazla olduğu aylarda güney'e gelen güneş enerjisi, yatay düzlemlerden fazladır. Bunun için güney duvarının toplayıcı yüzey olarak kullanılması en uygundur.

Edilgen güneş evi sistemleri "sera" etkisi prensibine göre çalışmaktadır. Isıl duvarlı edilgen güneş evinin ısı ihtiyacı isıl duvar aracılığı ile sağlanmaktadır. Isıl duvar hem depolayıcı ve hem de enerji toplayıcı yüzey olarak kullanılmaktadır. Isıl duvar, dış yüzeyinde toplanan enerjinin binaya dağılmasında bir sığa gibi davranışarak zaman gecikmesi sağlayıp, sıcaklık değişimlerini azaltır. Isıl duvarlı yapı sistemi ve çalışma prensibi Şekil 3'de verilmüştür. Bu prensibe göre, isıl duvar yüzeyine gelen güneş enerjisinin bir kısmı camdan geçerken yansımaya uğramaktadır. Camdan geçerek duvar yüzeyine gelen güneş enerjisinin bir kısmı ısırma, bir kısmı ise rüzgar etkisi ile kaçmaktadır. Cam ve isıl duvar arasında kalan güneş enerjisi sera etkisi ile ısırma dönüşür, cam ve duvar arasındaki havayı isitir. Isınan hava kendi kendine yükselir ve duvarın tavana yakın kısmındaki kanallardan evin içine girer. Duvarın altındaki kanallardan ise evin içindeki serin hava, basıncı düşen duvar-cam arasına girerek hareketi sürdürür. Bu yolla oda içindeki sıcaklık yükselir, ayrıca isıl duvar külesi depoladığı ısı enerjisini gece saatlerinde ısırma yoluyla odanın içine yayırlar. Isıl duvar sistemi ile



doğal havalandırma ve soğutma olanaklarında sağlanabilecektir. Bu çalışmada yalnız ısıtma döneminde veri alınıldığı için ısıtma durumu incelenmektedir.

II. Edilgen Güneş Evi Modeli

Binalarda ısı kazancı ve kaybı transfer edilen ısı miktarı (Q) ile tanımlanır. Örneğin ıslı duvarda iki nokta arasındaki ısı alışverisi, noktalar arasındaki sıcaklık farkı ΔT , ve ıslı duvarın alanı, A ise,

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

3.1.

dir. Burada U ıslı duvarın ısıl iletkenliğidir. Isı transferi daima yüksek sıcaklıktan alçak sıcaklığa doğru olmaktadır. Isı duvarlı güneş evi ve gevre arasındaki ısı büyülüklükleri Şekil 4'de gösterilmüştür. Şekilde gösterilen ısı miktarları sırasıyla aşağıda verilmektedir (verilen ısı miktarlarında A , birim alan olarak seçilmiştir).

QE ıslı duvar yüzeyine gelen güneş enerjisinin soğurulan miktarını göstermektedir. Yüzeyin soğurma katsayısı α olarak alındığında,

$$QE = \alpha \times H$$

3.2.

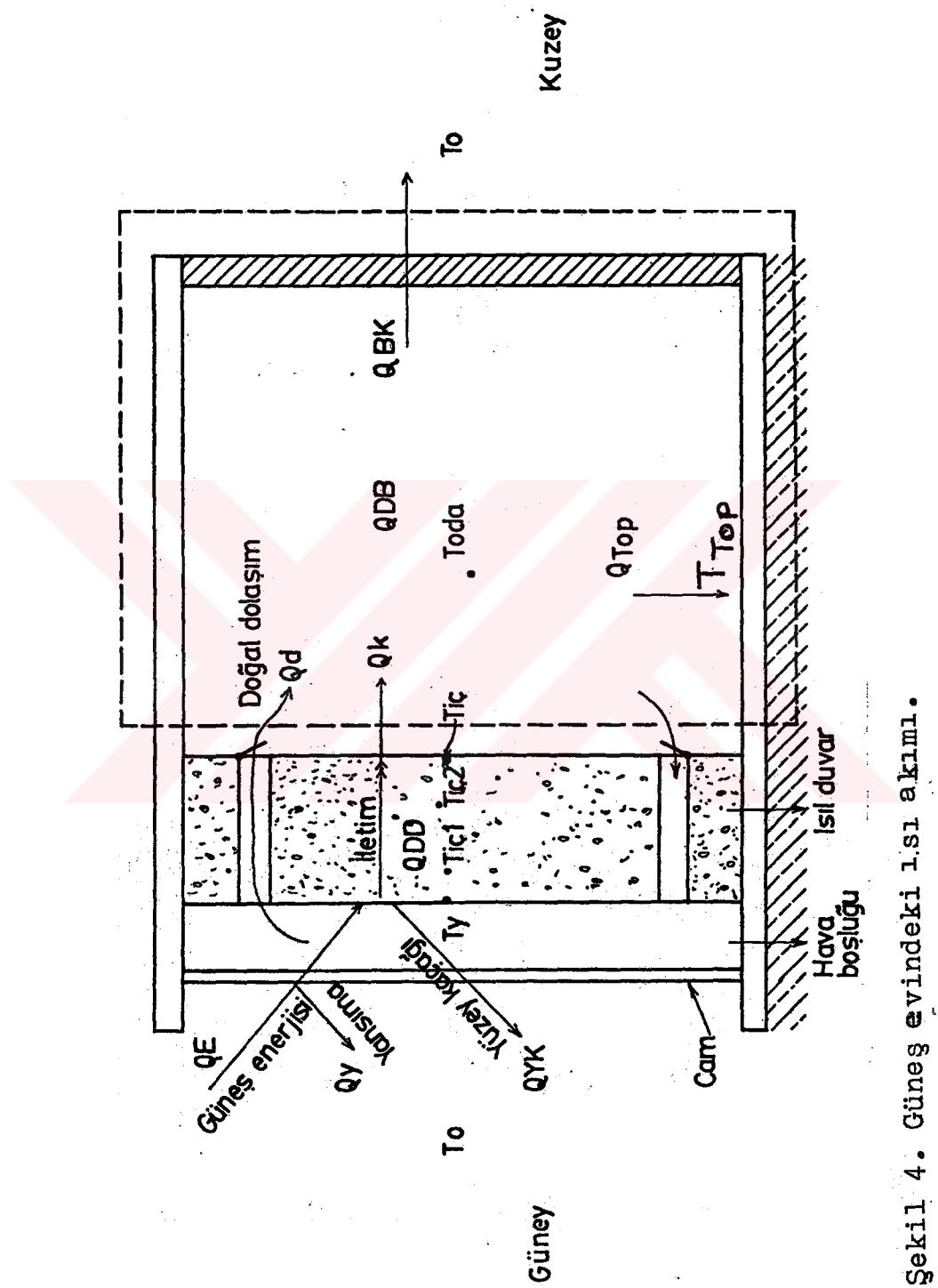
dir. Burada H birim yüzeye gelen güneş enerjisidir.

QYK ıslı duvardan dışarıya kaçan ısı miktarıdır ve

$$QYK = U_t \times (T_y - T_o)$$

3.3.

esitliği ile verilmektedir. Esitlikte U_t yüzeyin toplam



Sekil 4. Güneş evindeki ısı akımı.

kaçak katsayısı, T_y ve T_o sırasıyla ısil duvar yüzey ve dış hava sıcaklıklarıdır.

Q_d kanallardan odaya, dolaşım yoluyla giren ısı akımını göstermektedir. ısil duvar ile oda arasındaki ısı iletim katsayısı h_k olarak alınırsa ısı akımı

$$Q_d = h_k \times (T_y - T_{oda}) \quad 3.4.$$

dir. Burada T_{oda} oda sıcaklığını göstermektedir.

Q_k , ısil duvarın iç yüzeyinden odaya dolaşım yoluyla akan ısıdır. ısil duvar iç yüzeyi ile oda arasındaki ısı iletim katsayısı h_o olarak tanımlandığında Q_k aşağıdaki eşitlikteki gibi verilir.

$$Q_k = h_o \times (T_{ic} - T_{oda}) \quad 3.5.$$

Eşitlikte T_{ic} ısil duvarın iç yüzey sıcaklığıdır.

QBK , binanın ısil duvar ve toprak hariç tüm katlığını göstermektedir. Toplam ısı transfer katsayısı U_k alındığında ısı akımı aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir.

$$QBK = U_k \times (T_{oda} - T_o) \quad 3.6.$$

Q_{Top} , güneş evinin toprakla yaptığı ısı transferini belirler ve aşağıdaki eşitlikle verilmektedir.

$$Q_{Top} = h_{Top} \times (T_{oda} - T_{Top}) \quad 3.7.$$

Eşitlikte h_{Top} toprağın ısı iletim sabiti T_{Top} ise, toprak sıcaklığıdır.

Q_{DD} , ıslı duvarın içinde depolanan ve odaya geçen ısı akımıdır. Duvar içindeki ısı ve sıcaklık dağılımını bulabilmek için tek boyutlu sonlu farklar yöntemi kullanılmıştır. Bu yönteme göre aşağıda verilen ısı iletim difransiyel denklemi sayısal olarak gözülmektedir (KAKAC, 1976).

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{M} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad 3.8.$$

Burada $M = \frac{k}{\rho c_p}$ dir. k ortamın ısisal iletkenliği, ρ yoğunluğu ve c_p özgül ısisidir. Çözüm için duvar kalınlığı ΔX aralıklarına bölünmekte, zaman aralığıda Δt olarak alınmaktadır. Bu durumda eşitlik 3.8. aşağıdaki eşitliğe dönüştürmektedir.

$$T_n^{i+1} = \frac{T_{n-1}^i + T_{n+1}^i + (M-2) T_n^i}{M} \quad 3.9.$$

Burada $M = \frac{(\Delta X)^2}{\rho c_p \Delta t}$ dir ve modül olarak tanımlanmaktadır. Eşitlikte T_{n-1}^i , T_{n+1}^i , Δt zaman önceki duvarın içinde $(n-1)\Delta X$ ve $(n+1)\Delta X$ uzaklıktaki, T_n^{i+1} ise Δt zaman sonraki ve $n\Delta X$ uzaklıktaki sıcaklıklarır. Denklemin en basit çözümü, $M = 2$ için olandır ve hesaplamalarda bu basit çözüm kullanılmıştır.

Modelde kullanılan sigaların etkisi iki yönde olacaktır. Enerji fazla olduğu zaman bunun bir kısmını biriktirecek, az olduğu zaman ise geri verecektir. Örnek olarak oda sigası alınırsa, siganın dolma ve boşalması Δt zaman sonraki oda sıcaklığına bağlı olacaktır. Bu

sıcaklık Δt zaman önceki sıcaklıktan büyükse sığa dolacak aksi halde boşalacaktır. Sığa için ısı akımı genelde aşağıdaki eşitlikte verilmektedir.

$$Q_{\text{sığa}} = (T(t) - T(t - \Delta t)) \times C \quad 3.10.$$

Burada $T(t)$ ve $T(t - \Delta t)$ sırasıyla t ve $t - \Delta t$ zamanındaki sıcaklıklar C ise sığayı göstermektedir. Isı duvar için $\Delta t, 5$ dakika evin diğer bölümleri için 60 dakika alınmıştır.

Yukarıda ısı akımı (Q) değerlerindeki ısı transfer katsayılarının deneysel olarak ölçülmesi oldukça güçtür. Bunların belirlenmesi için, deneysel olarak çıkarılmış eşitliklerden yararlanılmaktadır (DUFFIE ve BECKMAN, 1974; LARSON ve AGARWAL, 1981; GARG ve DATTA, 1984). Kullanılan deneysel eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$h_c = \left[\frac{n}{(C/T_y) \times \left(\frac{T_y - T_o}{N - f} \right)^e} - \frac{1}{h_w} \right]^{-1}$$

$$h_r = \frac{0 \times (T_y^2 - T_o^2) \times (T_y - T_o)}{(E_p + 0.00591 \times n \times h_w)^{-1} - [(2 \times n + f - 1 + 1.333 \times E_p) / E_g] - n}$$

Daha önce tanımlanan yüzeyin toplam kaçak katsayısı U_t , h_c ve h_r 'nin toplamına eşittir.

$$f = (1 + 0.089 \times h_w - 0.1166 \times h_w \times E_y) \times (1 + 0.07866 \times n)$$

$$h_w = 5.7 + 3.8 V$$

$$e = 0.43 \times (1 - 100/T_y)$$

$$h_k = h_{ka} \times (T_y - Toda)^{0.33}$$

$$h_o = h_1 \times (Tig - Toda)^{0.33}$$

$$h_{Top} = h_T \times (Toda - T_{Top})^{0.33}$$

Yukarıda ısı transfer katsayıları için kullanılan eşitliklerdeki parametrelerin anlamı aşağıda verilmektedir.

h_c : Yüzeyin taşınım kaçağı

h_r : Yüzeyin ışima kaçağı

h_w : Rüzgar kaçak katsayısı

V : Rüzgar hızı

n : Cam sayısı

C : Cam örtü kaçağı

σ : Stefan - Boltzman sabiti ($5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$)

E_p : Camın güneş enerjisini yayma katsayısı

E_g : Isıl duvarın güneş enerjisini yayma katsayısı

h_{ka} : Isıl duvar kanallarından geçen havanın ısı transfer katsayısı

h_1 : Isıl duvar iç yüzeyi ile oda arasındaki ısı transfer katsayısı

h_T : Oda ile oda tabanı arasındaki ısı transfer katsayısı

U_k : Gevre duvarının ısı iletkenlik katsayısidır.

III. Güneş Evi İşı Denge Eşitlikleri

a) Isıl duvar yüzeyinin ısı denge eşitliği

$$Q_{dep} = Q_E - Q_{YK} - Q_d - Q_{ig} \quad 3.11.$$

Burada Q_{dep} , isıl duvar yüzeyinde bir saat içinde depolanan ısı miktarını göstermektedir. Q_{ig} isıl duvar yüzeyinden 2 cm içerdeki noktaya geçen ısı miktarını göstermektedir.

b) Odanın ısı denge eşitliği

$$Q_{DB} = Q_k + Q_d + Q_B - Q_{BK} - Q_{Top} \quad 3.12.$$

Burada Q_{DB} binanın bir saat içinde depoladığı ısı miktarını, $Q_B = \beta \times H$ binaya camdan direk olarak giren güneş enerjisinin miktarını göstermektedir.

IV. Güneş Evinin Veriminin ve Enerji Gereksinmesinin Belirlenmesi

Güneş evinin enerji gereksinmesinin ne kadarının güneş enerjisinden karşılandığını belirleyebilmek için, evin Güneş Isıtma Yüzdesi (GIY)'ni hesaplamak gerekmektedir. GIY, binayı konfor sıcaklığı olarak kabul edilen 18.3°C sıcaklıkta tutabilmek için gereken enerjinin ne kadarının güneş enerjisinden sağladığını göstermekte olup aşağıdaki eşitlikle verilmektedir.

$$GIY = \frac{Q_{Toplam} - Q_{Yedek}}{Q_{Toplam}} \quad 3.13.$$

Eşitlikte Q_{Toplam} , güneş evinin sürekli 18.3°C sıcaklıkta kalabilmesi için gereken enerji miktarıdır. Q_{Yedek} ise evin 18.3°C 'de kalabilmesi için güneş enerjisi dışında gerekli ek enerji miktarıdır. Yukarıda tarif edilen enerjiler eşitlik 3.13.'te yerine konulduğunda GIY için aşağıdaki basit eşitlik elde edilir.

$$GIY = \frac{Toda - Tdış}{18.3 - Tdış} \quad 3.14.$$

Eşitlikteki Toda, oda sıcaklığını, $Tdış$ ise dış hava sıcaklığını göstermektedir.

Güneş evi gibi edilgen sistemlerde enerji toplayıcı yüzey, genelde düzlem toplaçlara benzemektedir. Enerji kazanç ve kayıp hesaplamalarında ıslı duvar için düzlem toplaçlara benzer kaçak eşitlikleri kullanılmıştır. Bu nedenle güneş evinin veriminden bahsetmek diğer çalışmalarla ilişki kurma açısından yararlı olacaktır. Güneş evlerinde, toplaçla depo bir arada bulunduğuundan düzlem toplaçlarda olduğu gibi, kısa süreli verim değerlerini hesaplamak yanlış sonuçlar doğurmaktadır. Bunun nedeni, güneş evlerinde biriken enerjinin bir günden daha uzun süre kullanılabilmesidir. Bu nedenle çalışmamızda aylık verimler hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullandığımız eşitlik aşağıda verilmektedir.

$$Verim = \frac{Q_{kazanç}}{Q_{GE}} \quad 3.15.$$

Eşitlikteki $Q_{kazanç}$, binaya ısıl duvardan, ısıl duvar kapaklarından, doğu ve batıdaki pencereelerden doğrudan giren enerji miktarlarının toplamıdır. Q_{EG} ise verimin hesaplanacağı süre içinde ısıl duvar yüzeyine ve pencerelere gelen toplam güneş enerjisidir. Ek III'te günlük GIY değerleri verilmüştür.

V. EGEM Bilgisayar Programı ve Veri Hazırlaması

EGEM bilgisayar programı FORTRAN diliinde hazırlanmış genel bir programdır. Program hazırlanırken aşağıdaki varsayımlar kullanılmıştır.

- a) Enerji transferi tek boyutlu ve kararlıdır.
- b) Cam örtüde enerji depolanması yoktur.
- c) Cam ve duvar özellikleri sabit olup, zaman ve sıcaklıkla değişmez.
- d) ısıl duvar yan yüzeylerinden enerji kaybı yoktur.
- e) II nolu yatak odasında ölçülen sıcaklık ölçümleri bütün ev için geçerlidir.

EGEM programında, tek boyutlu kararlı ısı transferi için "Elektrik Devre Benzetimi" kullanılmıştır. Bu devrede, materyal boyunca geçen ısıl akım (Q), elektrik devresindeki akıma (I), belirlenen noktalardaki sıcaklıklar (T) elektrik devresindeki potansiyellere (V), ısı iletim sabitleri (U) elektrik devresindeki direncin tersine ($1/R$) benzetilmiştir. Buna göre ısıl devrede akım eşitliği $Q = U \times A \times \Delta T$, elektrik devresindeki akım eşitliğine, $I = \Delta V / R$, karşılık gelmektedir. Eşitliklerde ΔT iki nokta arasındaki sıcaklık farkı, ΔV ise potansiyel

farkıdır. U , $1/R'$ ye eşit alınmıştır. Isıl sığa da elektrik devresindeki sığaya benzetilmiştir.

Yukarıda açıklanan bezetime göre, güneş evi için düşünülen "Elektrik Devre Benzetimi" Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekilde kullanılan parametreler aşağıda verilmektedir.

α : Cam geçirgenliği ile isıl duvar yüzeyinin soğurma katsayısı ile çarpımıdır.

β : Toplam pencere alan yüzdesi.

C_y : Isıl duvarın dış yüzeyinin sığası.

$C_{\text{ iç}}$: Isıl duvarın iç yüzeyinin sığası.

Coda: Odanın sığası.

C_{Top} : Toprağın sığası.

R_t : Isıl duvarın dış yüzeyi ile dış hava arasındaki isıl direnç.

R_k : Isıl duvar kanallarından geçen havanın karsılılığındaki isıl direnç.

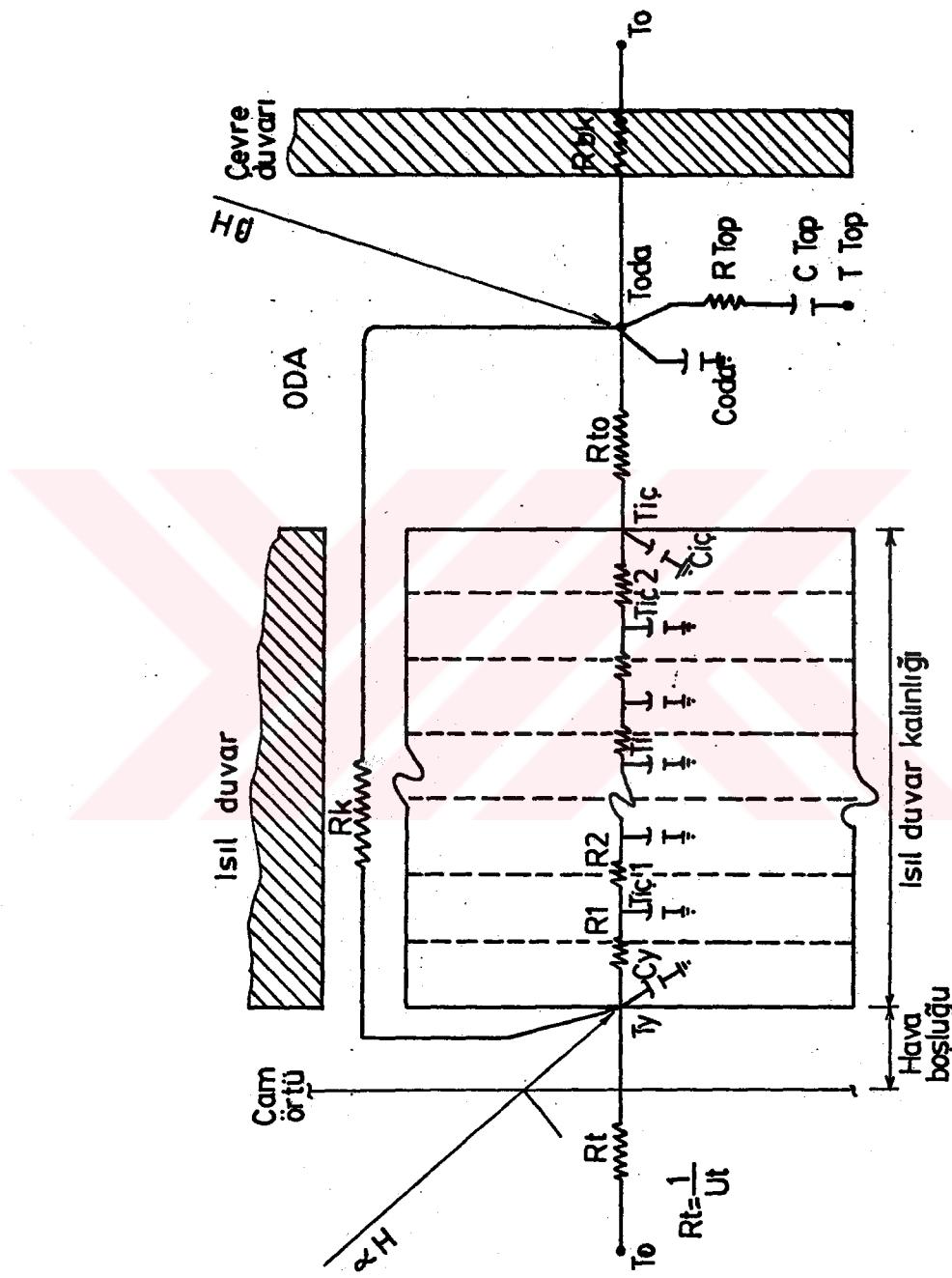
R_{to} : Isıl duvar iç yüzeyi ile oda arasındaki isıl direnç.

R_{Top} : Oda ile odanın tabanı arasındaki isıl direnç.

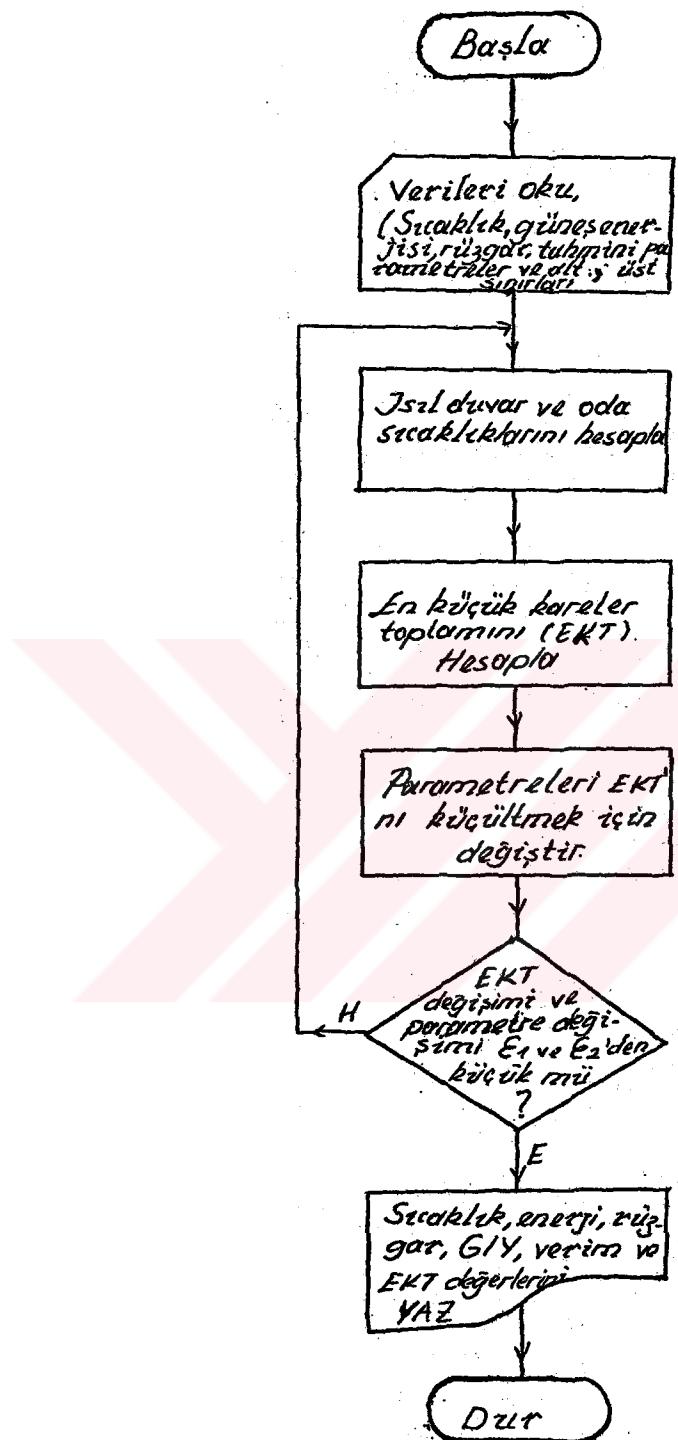
R_{bk} : Gevre duvarının isıl direnci.

Yukarıda ana hatları anlatılan güneş evi modelini kullanarak hazırlanan EGEM programının genel akış şeması Şekil 6'da gösterilmiştir. Program işlem sırasında EK I' de verilmiştir.

EGEM programına girilen veriler aşağıda kısaca anlatıldığı gibi hazırlanmıştır. Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) ve güneş



Sekil 5. Güneş evinin modellenmesinde kullanılan elektrik devre benzetimi.



Sekil 6..EGEM programının genel akış şeması.

enerjisi (W/m^2) verileri Molytek kaydedici tarafından Şekil 2'de gösterilen veri kağıtlarına kaydedilmektedir. Kaydedilen veriler saat saat değerlendirilerek, önceden hazırlanan veri kayıt formlarına geçirilmekte ve buradan bilgisayara aktarılmaktadır. Rüzgar hızının saatlik verileri Adana Meteoroloji İstasyonundan alınmıştır. Alınan rüzgar verileri 8 metre yükseklikte ölçülmüştür. Güneş evi deniz düzeyinden 130 m yükseklikte olduğundan Meteoroloji İstasyonundan alınan verilerin bu yükseklik için düzeltmesi gerekmektedir. Düzeltme için aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (ÇÖLASAN, 1969).

$$V = 1.06 \times V_0 / \sqrt[5]{h^{10/h}}$$

3.16.

Eşitlikte;

V_0 : 8 metredeki rüzgar hızı (m/sn)

h : Konumun deniz düzeyinden yüksekliği

V : İstenilen yükseklikteki rüzgar hızı

Yukarıda açıklanan şekilde hazırlanan veriler ve parametrelerin ilk değerleri programa girdi olarak verilmektedir. Daha sonra program, en küçük kareler yönümü kullanarak en uygun parametreleri bulmaktadır. EGEM programının FORTRAN dilinde yazılımı Ek II'de verilmistir.

EGEM programı Interdata 7/32-C mini bilgisayarda geliştirilmiş ve daha sonra Üniversitemizde bulunan IBM 4331/K11 Merkezi bilgisayara uyarlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Güneş evinin modellenmesi ve sonuçta kaçak ve kazanç parametrelerinin saptanması amacıyla EGEM bilgisayar programı hazırlandı. Programda bir saat sonraki sıcaklıklarını bulabilmek için, ısıl duvarın, odanın ve toprak sıcaklığının ilk değerleri ile o saatin güneş enerjisi, rüzgar hızı ve dış hava sıcaklığını vermek yetерlidir. Böylece güneş enerjisi, rüzgar hızı ve dış hava sıcaklığı bilinen herhangi bir yerlesim bölgesinde değişik güneş evleri modellemek mümkündür.

EGEM programında güneş evinin parametrelerinin uygunluğu en küçük kareler yöntemiyle saptandı. Güneş evi için saptanan en uygun parametreler Çizelge 2'de verilmiştir.

Hazırlanan programda parametrelerin belirlenmesi dışında, ısı kazancı, ısı kaybı ve GIY saat saat, verim ise aylık olarak hesaplanmaktadır. Güneş evinde ısıl duvar yüzeyi için tek cam kullanılmıştır. Programda çift cam kullanıldığı zaman parametrelerin değişimini incelendi ve elde edilen sonuçlar tek camlı ısıl duvar sistemi ile karşılaştırıldı.

Güneş evi için, yapılan modelin tutarlığını görebilmek amacıyla, deneysel olarak ölçülen sıcaklık verileri ile modelde hesaplanan sıcaklık verileri karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma Şekil 7 ve Şekil 8'de görülmektedir. Buradaki T_1 deneyel olarak ölçülen dış hava sıcaklığı, T_1^1 sırasıyla deneysel olarak ölçülen ve modelde hesaplanan oda sıcaklığı, T_2 ve T_2^1 sırasıyla deneysel olarak ölçülen ve modelde hesaplanan ısıl duvarın iç yüzey sıcaklığı, T_3 ve T_3^1 ise sırasıyla

Cizelge 2. Güneş evinin EGEM programı ile saptanan parametre değerleri.

Isıl Duvar (Beton) :

İletkenlik	k	1.4 ± 0.28 W/m °C
Özgül Isı	Cp	728.0 ± 165.6 J/Kg °C
Yoğunluk	ρ	1858.0 ± 371.6 Kg/m³
Sığa	C	515.4 ± 103.0 KJ/m² °C
Isı Yayma Katsayısı	Ep	0.99 ± 0.20
Camın Isı Yayma Katsayısı	Eg	0.88 ± 0.20
Enerji Soğurma Katsayısı	α	0.85 ± 0.15
Yüzeyin Isı Transfer Katsayısı h_{ka}	h_{ka}	0.30 ± 0.06 W/m² °C
Cam Kağıdı Sabiti	C	300.0 ± 60.0

Oda :

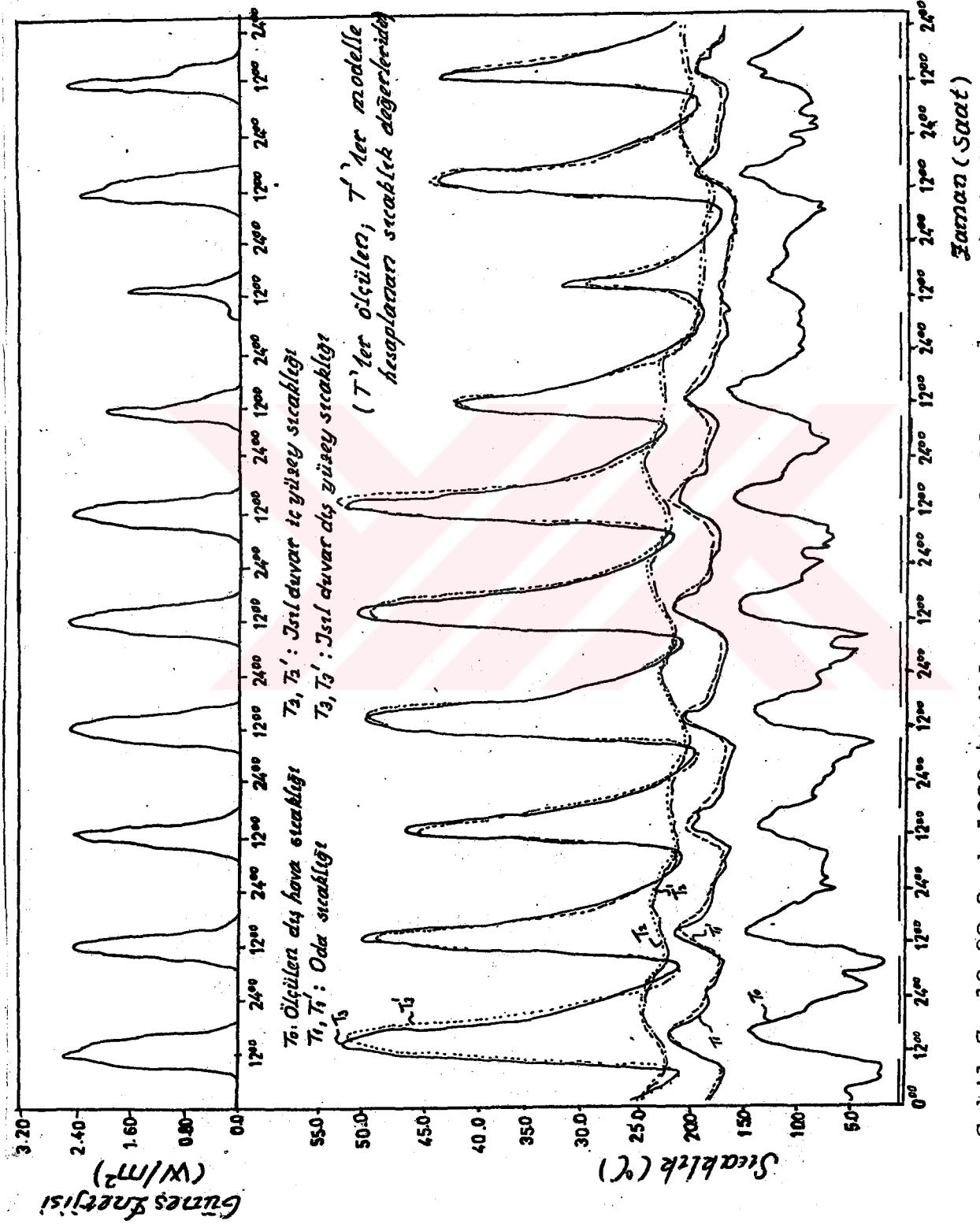
Isıl Duvar İç Yüzeyi İle Oda Arasındaki Isı Transfer Katsayısı	h_p	5.8 ± 0.4 W/m² °C
Çevre Duvarının Isı İletkenlik Katsayısı	'Ük	3.9 ± 0.3 W/m² °C
Sığa	Coda	327.6. ± 26.1 kJ/m² °C

Toprak

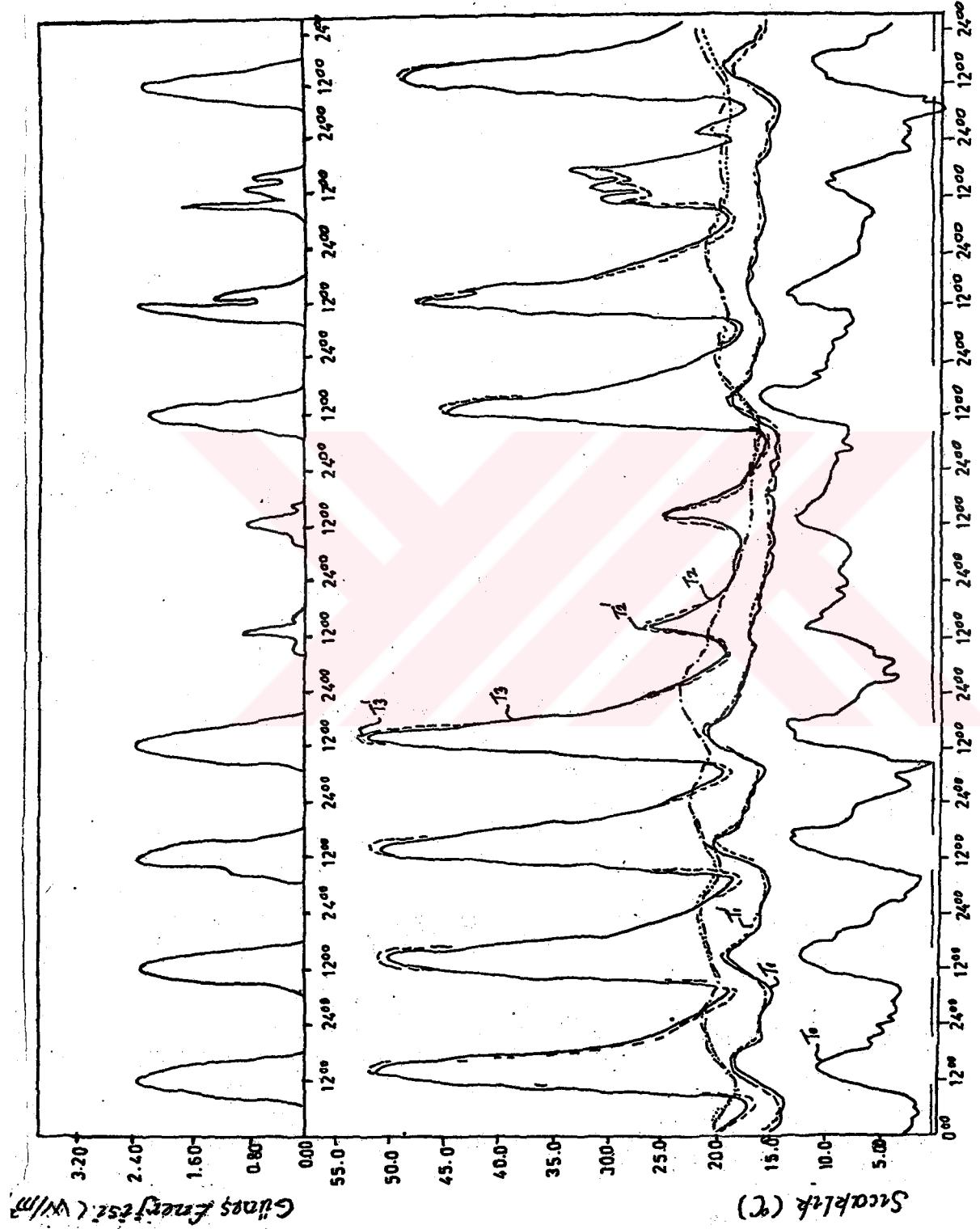
Isı Transfer Katsayısı	h_T	2.0 ± 0.3 W/m² °C
Sığa	C_{top}	2.1 ± 0.2 MJ/m² °C

deneysel olarak ölçülen ve modelde hesaplanan ısil duvarın dış yüzey sıcaklığıdır. Şekillerden de görüldüğü gibi, T_1 ve T_1^1 sıcaklık eğrileri deneysel hatalar içinde uyusmaktadır. Bu da modelin tutarlığını göstermektedir. T_1 ve T_1^1 oda sıcaklığı için şekilde gösterilen sürede en küçük kareler toplamı sırasıyla 200 ve 136 olarak bulunmuştur. Şekillerdeki T_2 ve T_2^1 ısil duvar iç yüzey sıcaklığı için en küçük kareler toplamı ise 88 ve 63'tür. T_3 ve T_3^1 ısil duvar dış yüzey sıcaklığı için en küçük kareler toplamı 600 ve 550 olarak bulunmuştur. ısil duvarın dış yüzeyi için en küçük kareler toplamı diğer sıcaklıklar için bulunan en küçük kareler toplamından büyüktür. Deneysel sıcaklıklar ile modelde hesaplanan ısil duvar dış yüzey sıcaklıklarının uyusmamasının nedeni, ısil duvar yüzeyi ısındığı zaman camla yüzey arasındaki ısınan hava, duvarın üst kısımlarına taşınımla enerji taşımakta ve ısil duvarın üst kısımları daha sıcak olmaktadır. Oysa deneysel olarak, ısil duvarın dış yüzey sıcaklığı tek bir noktada ölçülmekte ve bu değer ortalama ısil duvar dış yüzey sıcaklığı olarak kabul edilmektedir. Bu varsayımdan, deneysel olarak ölçülen ve modelde hesaplanan ısil duvar dış yüzey sıcaklığının uyusmamasına ve en küçük kareler toplamının büyük olmasına neden olmaktadır.

Güneş evinin ısil duvarının kanal kapakları açık olduğu zaman ısil duvar ve cam arasındaki ısınan hava üst kapaklardan odaya girmekte, dolayısıyla odaya kapakların kapalı olduğu durumdan daha çok enerji taşımaktadır. ısınan havanın kanallardan geçisi çok yavaş olduğu için, havanın ısi taşıma hızı ölçülememistir, fakat modelde tahmin edilmeye çalışılmıştır. Kanallardan geçen ısinin evin ısi kazancına etkisini belirleyebilmek için



Sekil 7. 19-28 Ocak 1982 tarihleri arasında alınan deneysel veriler ve modelden hesaplanan sıcaklıklar.



Sekil 8. 6-16 Şubat 1982 tarihleri arasında alınan deneysel veriler ve modelden hesaplanan sıcaklıklar.
Zaman (saat)

bir haftalık deneysel olarak ölçülen verilerle ısil duvarın üst kısımlarındaki kanalların kapaklarını açık ve kapalı varsayıarak evin ısı kazancı hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi ısil duvar kanallarından geçen ısının evin ısı kazancına ortalamada %9 civarında etkisi olmaktadır. Şekil 7 ve 8'de ısil duvar kapaklarının kapalı olduğu saatler çizgiyle gösterilmiştir. Şekillerde ısil duvar kanallarının kapaklarının açık olduğu saatlerde oda sıcaklığının yükseldiği görülmektedir. Dolayısıyla ısı kazancını artırabilmek için havanın güneşli olduğu saatlerde ısil duvar kanal kapaklarını açık tutmak gerekmektedir.

Daha öncede değinildiği gibi güneş evi ısil duvarının önünde tek cam bulunmaktadır. Dolayısıyla kaçaklar çift camlı durumdan daha fazla olmaktadır. Tek camdan dolayı enerji kaybını daha iyi görebilmek için modelde güneş evini çift camlı kabul ederek kaçak ve kazanç parametreleri çıkarıldı. Şekil 9'da havanın açık olduğu bir gün, 10 Şubat 1982 tarihi için, güneş evinin ısil duvarının, tek ve çift cam için ısı profili görülmektedir. Şekil 9'da çift camlı durumda dış kaçak azaldığından ısil duvarın sıcaklığı yüksektir. Tek camlı durumda ise dışarıya kaçak fazla olduğundan ısil duvarın sıcaklığı, dolayısıyla ısil duvarda biriken enerji düşmektedir. Tek ve çift cam etkisi oda sıcaklığında da görülmektedir. Çift camlı durumda oda sıcaklığı, dolayısıyla GIY, daha yüksektir.

Şekil 10'da çift ve tek camlı durumda, havanın açık ve kapalı olduğu iki gün için saatlik, dış hava sıcaklığı, güneş enerjisi ve GIY değerleri verilmiştir.

Çizelge 3. İsil duvar kanallarından geçen ısının evin
ısı kazancına etkisi. A ısil duvar kanal ka-
pamları açık B ise ısil duvar kanal kapakla-
rı kapalı olarak kabul edilmiştir.

A

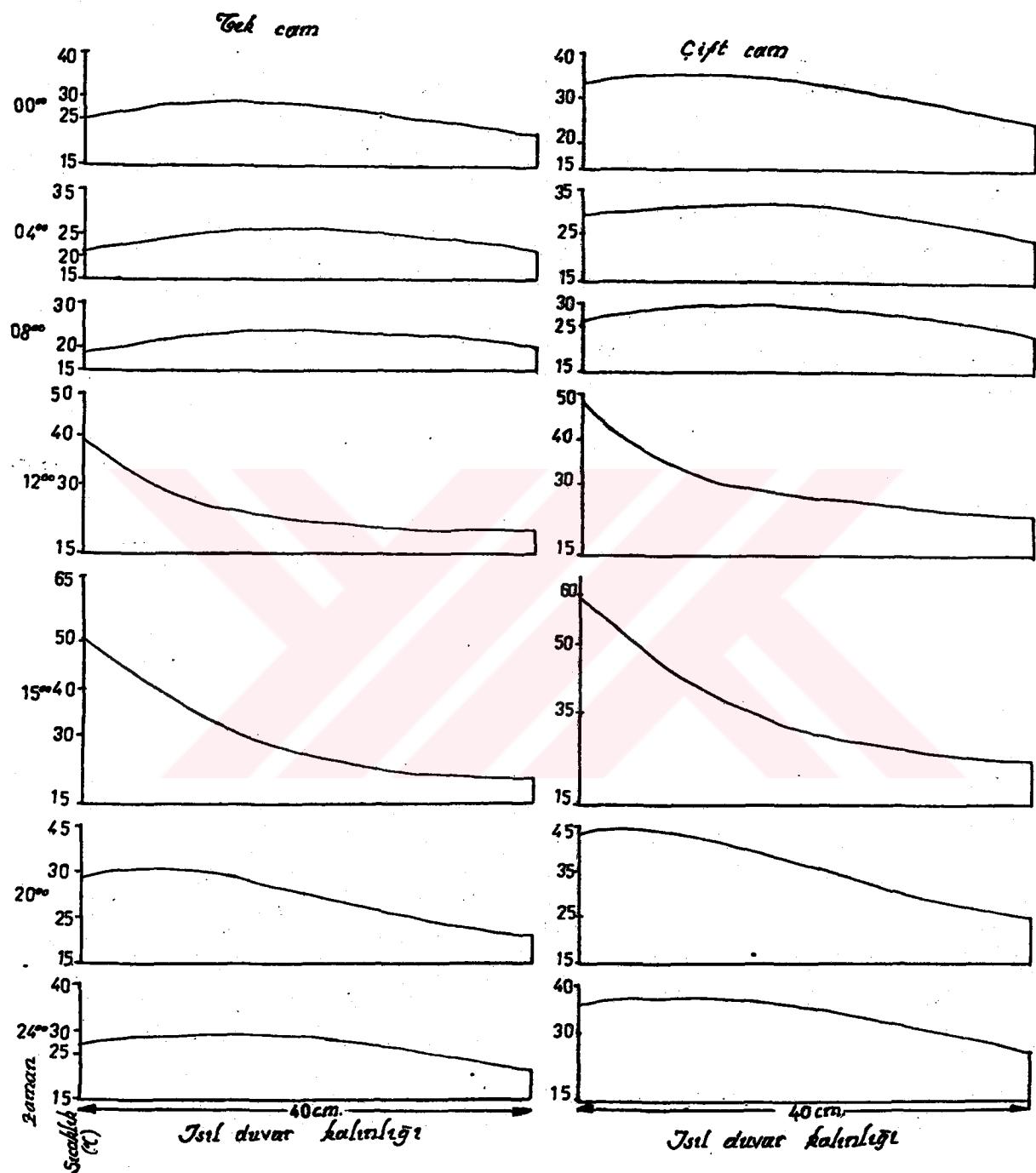
MART 1982

GÜN	THAVA	TODA	ENERJİ	RÜZGAR	QKAZANC	QKAYIP	GIY
	(°C)	(°C)	(W/m ²)	(m/s _n)	(W/m ²)	(W/m ²)	
9	9.0	17.6	1955.55	3.2	745.09	1805.61	0.92
10	6.7	16.4	2736.11	2.5	797.95	2033.64	0.84
11	8.2	17.6	3486.11	2.2	876.74	2285.30	0.91
12	8.7	18.0	1294.44	1.9	896.51	1942.25	0.96
13	11.1	18.4	2966.67	4.2	711.01	1921.75	0.95
14	11.3	19.4	3491.67	2.1	889.75	2255.87	0.97
15	13.8	21.3	2747.22	1.9	905.43	2116.02	1.00
16	14.4	21.7	1152.78	3.0	823.60	1756.49	1.00

B

MART 1982

GÜN	THAVA	TODA	ENERJİ	RÜZGAR	QKAZANC	QKAYIP	GIY
	(°C)	(°C)	(W/m ²)	(m/s _n)	(W/m ²)	(W/m ²)	
9	9.0	17.1	1955.55	3.2	670.22	1768.53	0.88
10	6.7	15.7	2736.11	2.5	695.23	1993.57	0.76
11	8.2	16.6	3486.11	2.2	748.78	2250.17	0.83
12	8.7	17.6	1294.44	1.9	850.83	1959.53	0.93
13	11.1	17.7	2966.67	4.2	621.29	1913.03	0.91
14	11.3	18.5	3491.67	2.1	763.45	2229.63	0.95
15	13.8	20.5	2747.22	1.9	812.62	2116.74	1.00
16	14.4	21.3	1152.78	3.0	800.72	1797.04	1.00



Şekil 9. Isıl duvarda kullanılan tek ve çift cam için sıcaklık profili.



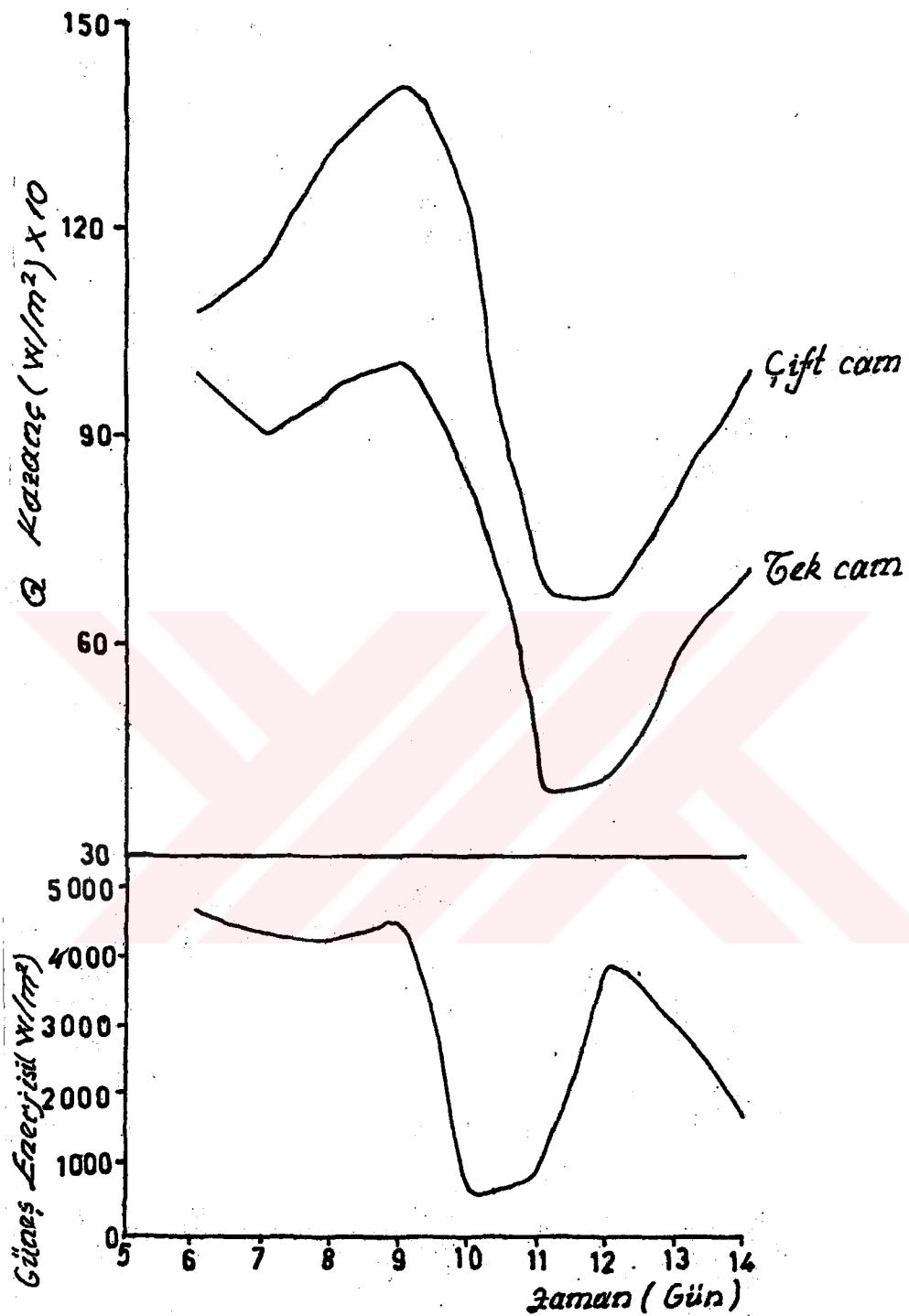
Sekil 10. Havanın əqik ve kapalı olduğu iki gündə tek ve Çift cam ıgın GIY değerleri.

Şekilde tek camlı durum için, havanın açık olduğu gündeki GIY daha yüksek havanın kapalı olduğu gündeki GIY daha düşüktür. Çift camlı durumda ise, havanın açık ve kapalı olduğu günde GIY yüksektir. Havanın kapalı olduğu günde GIY'nin düşük olması beklenmektedir, fakat burada havanın açık olduğu gün enerji yüksek olduğundan, bir sonraki gün daha önceden depolanan enerji kullanılmaktadır. Tek camlı durumda kaçaklar fazladır, dolayısıyla GIY düşüktür. Tek camlı durumda ortalama ısı kaçağı çift camlı duruma göre %10 civarında daha fazla çıkmaktadır. Şekil 11'de bir haftalık dönem için tek ve çift camın ısı kazancına etkisi görülmektedir.

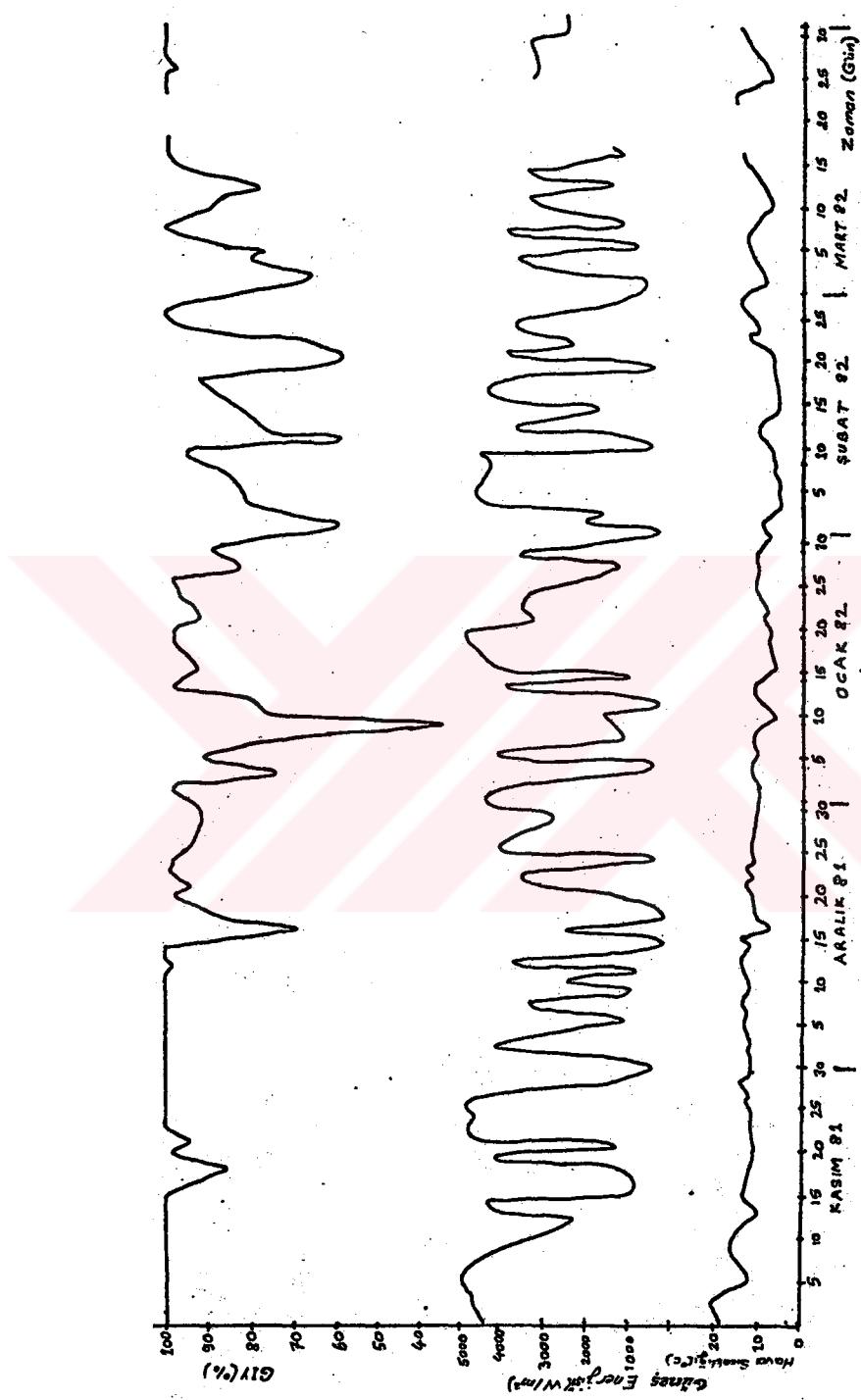
Modelde Adana için kış ayları olarak kabul edilen beş ay için hesaplamalar yapılmıştır. Şekil 12'de Kasım, 1981-Mart, 1982 tarihlerini kapsayan beş aylık dönem için, günlük dış hava sıcaklığı güneş enerjisi ve GIY verilerinin eğrileri görülmektedir. Aylık ortalamlar alındığı zaman GIY Kasım ayında %97, Aralık ayında %93, Ocak ayında %81, Şubat ayında %75, Mart ayında ise %85 olarak bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre Adana için en kötü ay Şubat ayı olarak görülmektedir. Bu ayda ısıtma için %25 ek enerjiye gereksinme vardır.

Güneş evi için analizler günün 24 saatlik için yapılmıştır. Gün boyunca konfor sıcaklığı 18.3°C alınmaktadır. Bunun yanında gece saat 23^{o} ile sabah 08^{o} arası konfor sıcaklığı normal evlerde 18.3°C 'nin çok altına düşebilmektedir. Aynı durum güneş evi için düşünlürse o zaman ek enerjiye ihtiyaç kalmayacaktır. Bunun yanında ısıl duvarı çift camla kapladığımız zaman



Şekil 11. 6-14 Şubat 1982 tarihlerinde tek ve çift camın ıslık kazançca etkisi. Alttağı eğri güneş enerjisini, üsttekiler ise ıslık kazancı göstermektedir.



Sekil 12. Güneş evinin ısıtma dönemi boyunca elde edilen GYR değerleri.

güneş evinin, enerji kazancı daha yüksek olacaktır. Hesaplamalara göre ısil duvar çift camla örtüldüğü zaman en kötü ay için fazladan enerji gereksinimi %12 civarındadır.

Çizelge 4'te Kasım,81-Mart,82 tarihleri arasında tek ve çift camlı durum için, verim ve GIY'nin aylık ortalama değerleri verilmiştir. Bu çizelgede Kasım ve Mart aylarında verim düşük, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise yüksek çıkmaktadır. Bunun nedeni Kasım ve Mart aylarında güneş enerjisi yüksek, buna bağlı olarak ısil duvar yüzey sıcaklığı ve duvar ısısı yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek oluşu kaçakların fazla olmasına neden olmaktadır. Bu yüzden de güneş enerjisinin çoğu kullanılamamaktadır. Bu da verimin düşmesine neden olmaktadır. Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise, güneş enerjisi azdır. Dolayısıyla oda sıcaklığı ve ısil duvar yüzey sıcaklığı düşüktür. Sıcaklıkların düşük olması kaçağı azaltmaktadır. Bu durum güneş enerjisinin doğu-nun kullanıldığını göstermektedir.

Çizelge 4. Güneş evinin aylara göre verimi ve GIY.

AYLAR	Tek Cam		Çift Cam	
	Verim	GIY	Verim	GIY
KASIM	0.25	0.97	0.33	0.98
ARALIK	0.26	0.93	0.34	0.98
OCAK	0.27	0.81	0.35	0.88
SUBAT	0.25	0.75	0.34	0.90
MART	0.24	0.85	0.31	0.94

Isıtma mevsimi boyunca günlük değişimini görebilmek maksadıyla EK III'te Kasım, 81-Mart, 82 tarihlerini kapsayan, beş aylık ısıtma dönemi için, günlük dış hava sıcaklığı, oda sıcaklığı, güneş enerjisi, rüzgar hızı, ısı kazancı, ısı kaybı ve GIY değerleri verilmiştir.

Güneş evlerinin verimi konusunda değişik yerlerde çalışmalar yapılmıştır. Çizelge 5'te Fransa'da Felix Trombe'un yaptırdığı güneş evinin ve MTA'nın Marmaris'te yaptırdığı benzer güneş evinin verim değerleri gösterilmiştir. Trombe'un sonuçlarında ıslı duvar alanının evin alanına oranı %65, MTA'nın yaptırdığı güneş evinde ise aynı oran %30 civarındadır. Aynı çizelgede bu çalışmada incelenen güneş evinin verim değerleri görülmektedir. Bu çalışmada incelenen güneş evi için ıslı duvar alanının evin alanına oranı %30'dur. ve ıslı duvarda tek cam kullanılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada verim düşüktür. Güneş evinde çift cam kullanıldığı takdirde Çizelge 5'te de görülebildiği gibi verim Trombe veya MTA'nın yaptırdığı güneş evinin verimi kadar olmaktadır.

Çizelge 5. Güneş evlerinin verimlerinin karşılaştırılması.

AYLAR	Trombe (1967)	MTA (1977)	Adana	
			Tek Cam	Cift Cam
KASIM	% 34	% 34	% 25	% 33
ARALIK	35	33	26	34
OCAK	37	31	27	35
ŞUBAT	34	27	25	34
MART	29	24	24	31
ORTALAMA	34	30	25	33

5. SONUÇLAR

Güneş evinde Kasım 1981 den bu yana veri alınmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız veriler, 1 Kasım 1981 ile 31 Mart 1982 tarihleri arasında kalan ısıtma dönemini içermektedir. Güneş evinde yazın soğutma çalışmaları da yapılmıştır (AKINOĞLU ve diğerleri, 1983). Soğutma arastırmaları yalnız havuzlu oda da yapılmış ve sonuçlara göre yazın havuzlu odanın sıcaklığı diğer odalara nazaran $3-5^{\circ}\text{C}$ daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla, yalnız soğutma düşünüldüğünde havuzlu odanın kaçağı diğer odalara nazaran ortalama 4 defa daha fazla olabilmektedir. Güneş evinde soğutma çalışmaları ayrı bir araştırma olarak yapıldığından çalışmamızda bu konuya yer verilmemiştir.

Isıtma mevsimi boyunca alınan veriler, önceki bölümde açıklanan, EGEM programı ile analiz edilmistir. Parametreleri bulmak için en küçük kareler yöntemini kullanan program, incelencek güneş evinin ısil duvar alanı, cam alanı ve yaşam alanı gibi geometrik verileriyle, evin incelendiği bölgelerdeki iklim şartlarını (güneş enerjisi, dış hava sıcaklığı ve rüzgar hızı) kullanmaktadır. Bu yönyle program herhangi bir güneş evi için istenilen iklim şartlarında kullanılabilmektedir.

Çukurova iklim şartlarında yapılan analiz sonuçlarına göre güneş evinin ısıtma süresince ortalama verimi %25 olarak saptanmıştır. Verim, güneş evi ısil duvar çift cam olduğu takdirde %33'e çıkmaktadır. Tek camlı durumda güneşten karşılanan enerji, ısıtma süresince, 607 MJ/m^2 dir. Güneş evini 18.3°C sıcaklıkta tutabilmek için gereken enerji miktarı 767 MJ/m^2 dir. 18.3°C sıcaklık referans alındığında, Çukurova şartlarında güneş evine,

ısitma mevsimi boyunca 160 MJ/m^2 lik ek enerji gerekmektedir.

Isıl duvardan elde edilen enerjinin yanısıra, güneş evinin izolasyondan dolayı da kazancı vardır. Isıl duvarın dışında kalan toplam kaçak 390 W/C° olarak bulunmuştur. Bu değer Çizelge 2'den çıkarılmıştır. Türkiye'de izolasyon için belli bir standart olmadığından bu rakamı normal evlerle karşılaştırmak oldukça güçtür. Konuya ilgili yapılan çalışmalarдан edinilen sonuçlara göre izolasyonun evin ısı kazancına etkisi ortalama %50 civarında olmaktadır (ÇELİK, 1980). Dolayısıyla, normal evlerde yalnız izolasyon'a önem vermekle %50 oranında enerji tassarrufu yapmak mümkün olacaktır.

Güneş evi maliyet açısından incelendiğinde yaklaşık aşağıdaki sayılar çıkmaktadır. 1981 yılı hesaplamalarına göre, evin güneş evi olması için yapılan fazla dan harcamalar toplam 12 ton petrole karşılık gelmektedir. Petrolün fiyatının develüasyonla aynı oranda arttığı kabul edilirse, 1984 şartlarında evin güneş evi olması için gereken mali yük 750 000 TL civarındadır. Evin ısı gereksiniminin güneş enerjisinden karşılanan kısmı, ısıtma mevsimi boyunca 14 litre/m^2 lik petrole karşılık gelmektedir. Bu rakamlar gözönüne alındığında evin güneş evi olması için yapılan harcamalar 10 yılda amorti edilmektedir. Bu tip edilgen sistemlerde toplayıcı ve depo fazladan bir bakım veya onarım ısı gerektirmediginden 10 yıl sonra kullanılacak enerji için hiçbir masraf yapılmamış olacaktır. Edilgen güneş enerjisi sisteminin ömrü ise, evin ömrü kadar olacaktır.

Güneş evinde bundan sonra yapılması gereken ilk deneme, isıl duvarı çift camla kaplayıp, bu

alışmada çift cam için verilen sonuçları irdelemektir. Yapılan hesaplamalarda ısil duvar çift camla kaplandığında, toplaç verimi %33 olmaktadır. Bu verime göre, çift cam kullanıldığında güneş evi, tüm enerjisini güneşten sağlayabilmektedir. Bu durumda çift cam için yapılacak harcama iki yıl içinde kendini amorti edecektir.

Bugünkü durumda güneş evinin iç sıcaklığı, yazın yaşam sıcaklığının üzerindedir. Bunun nedenlerinden birisi ısil duvarın üzerinde gölgelik olmaması, diğeride soğutma işlemi için kullanılan kapak sisteminin ters çalışmasıdır. Gölgelik olmadığı için ısil duvar, yazın, gün boyunca gelen güneş enerjisini evi ısıtmada kullanmaktadır. Evi soğutmak için yapılan kapak sistemi ise, Çukurova bölgesinde rüzgar, yazın genellikle güneyden estiğinden ters çalışmakta ve düşünülenin aksine güneş evini ısıtmaktadır. Bunu önleyebilmek için kapak sistemini tavandan açmak gerekmektedir. ısil duvarın da yazın daha az güneş enerjisi alabilmesi için gölgeliklerin yapılması mutlaka gereklidir. Bu önlemler alındığı takdirde yazın güneş evi daha az güneş enerjisi alacak ve soğutma işlemleride istenildiği gibi çalışacağından evin iç sıcaklığı şimdikine nazaran daha düşük olacaktır.

Önceki bölümlerde yapısından ve çalışma prensibinden bahsettiğimiz edilgen güneş evi, araştırma amacının yanısıra içinde yaşanılacağı düşünülerek yapıldığından, Türkiye'de ilk örnektir. Yapılan çalışmalarдан elde edilen sonuçlar incelendiğinde çalışmanın amacına ulaşlığı görülmüştür.

ÖZET

Konutların ısıtilmasında güneş enerjisinden yararlanma amacıyla, 1981 yılında, Ç.Ü. arazisinde 100 m^2 yaşam alanı olan bir güneş evi yaptırıldı. Evin güney cephesi 0.40 m kalınlığında toplam alanı 39 m^2 olan ıslı duvarla kaplandı. Güneş enerjisi için toplu ve depo görevini yürüten ıslı duvarda örtü olarak tek kat cam kullanıldı.

Bu çalışmada, ısıtma mevsimi boyunca (1 Kasım 1981-31 Mart 1982) alınan veriler kullanılarak evin kazancı ve kaçak parametreleri saptandı. Hesaplamalarda ısı transferinin "Elektrik Devre Benzetimi" yöntemi kullanıldı. En uygun parametreleri bulabilmek amacıyla EGEM (Edilgen Güneş Evi Modeli) bilgisayar programı geliştirildi.

EGEM programı kullanılarak evin ıslı duvar hariç toplam kaçığı $390 \text{ W}/{}^\circ\text{C}$ olarak saptandı, verim ise ısıtma mevsimi boyunca ortalama %25 olarak bulundu. Güneş evini $18.3 {}^\circ\text{C}$ sıcaklıkta tutabilmek için gereken enerjinin ne kadarının güneşten karşılandığı günlük ve aylık olarak hesaplandı. Güneş ısıtma yüzdesi (GIY) olarak tanımlanan bu miktar Kasım ayında %97, Aralık ayında %93, Ocak ayında %81 Şubat ayında %75, Mart ayında ise %85 olarak bulundu.

İslı duvarda çift cam kullanılması halinde verim ve GIY yeniden hesaplandı. Bu durumda ortalama verimin %33 olduğu GIY'ının ise %94'e çıktığı saptandı.

SUMMARY

INVESTIGATION OF THE PASSIVE SOLAR HOUSE UNDER GUKUROVA REGION CLIMATIC CONDITIONS

In 1981, for the heating purpose of the residential buildings, a solar house with 100 m^2 living area was built on Çukurova University Campus. The south-facing wall has been constructed as "thermal storage wall" that has made out of 0.4 m thick concrete block with a total area of 39 m^2 . The thermal storage wall has been used for collector and storage purposes, and it has been covered with ordinary single glass.

In this work, the data collected during the heating season has been used to determine the gain and the loss parameters of the solar house. For simplicity, we have made use of electric circuit analogy of the heat transfer equations. In order to determine the optimum parameters we have developed EGEM computer program.

The total heat loss coefficient excluding the thermal storage wall has been calculated as $390 \text{ W}/^\circ\text{C}$ and the average efficiency of the house has been found to be 25% during the period of the heating season. We have also determined the daily and monthly averages of the solar heating fraction (SHF) by assuming a comfort temperature of 18.3°C . The SHF has been found as 97% for November, 93% for December, 81% for January, 75% for February and 85% for March.

In order to see the effect of the double glazed cover for the thermal storage wall, we have recalculated the efficiency and SHF. In this case the average efficiency has been found to be 33% and SHF has increased to the value of 94%.

KAYNAKLAR

- AKINOĞLU, B.G., KUNG, S., ÖGELMAN, H., YEĞİNGİL, İ., 1983. Passive Cooling of Adana Solar House. Solar Energy Conference. Kuwait (5 s.).
- ALTUN, Z.G., 1982. Çukurova Bölgesi Koşullarında Edilgen Güneş Evi Denemesi ve Parametrelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Adana (53 s.).
- BÖER, K.W., FRANTA, G.E., 1978. Proceedings of The 1978 Annual Meeting. American Section of The International Solar Energy Society, Inc. 2.2. Denver, Colorado (760 s.).
- CARTER, C., 1978. Mathematical Modelling of Passive Solar Systems. Solar Energy Society of Canada Conference. Ontario, Canada (14 s.).
- ÇELİK, A.P., 1980. Mevcut Binalarda Isıtma Kullanılan Enerjinin Tasarrufu. TÜBİTAK, Yapı Araştırma Enstitüsü, Ankara (81 s.).
- ÇÖLASAN, U.E., 1969. Klimatolojik Rasat Elkitabı. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Tarım Bakanlığı, Ankara. s. 154-155.
- DICKINSON, W.C., CHEREMISINOFF, P.N., 1980. Solar Energy Technology Handbook. Part B. Marcel Dekker, Inc. New York (805 s.).
- DUFFIE, J.A., BECKMAN, W.A., 1974. Solar Energy Thermal Processes. Solar Energy Laboratory, Wisconsin (386 s.).

GARG, H.P., DATTA, G., 1984. The Top Loss Calculation for Flat Plate Solar Collectors, *Solar Energy*, 32, 1, 141-143.

GOLDSTEIN, D.B., 1978. Some Analytic Models of Passive Solar Building Performance: A Theoretical Approach To The Design of Energy-Conserving Buildings. Ph.D. thesis. University of California, Berkeley, California (356 s.).

GÜGERİ, S.İ., 1979. Solar Energy System Simulation. Izmir International Symposium -II on Solar Energy Fundamentals and Applications. Izmir (26 s.).

HALL, D.O., MORTON, J., 1981. Solar World Form. Proceeding of the International Solar Energy Society Congress Vol. 2. Brighton, England (s. 1753-2503).

KAKAC, S., 1976. Isı Transferine Giriş I: Isı İletimi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Ankara (315 s.)

LARSON, D.C., AGARWAL, V.K., 1981. Calculation of The Top Loss Coefficient of a Flat-Plate Collector, *Solar Energy*, 27, 69-71.

McFARLAND, R.D., 1978. PASOLE: A General Simulation Program for Passive Solar Energy. Informal Report Los Alamos Scientific Laboratory, Los Alamos, New Mexico (50 s.).

POPE, C.H., 1903. Annual Report, Smithsonian Institute, Washington.

PROWLER, D., DUNCAN, I., BENNETT, B., 1978. Passive Solar State of The Art. Proceedings of the 2nd National Passive Solar Conference. Vol. 1. Philadelphia, Pennsylvania (269 s.).

STEADMAN, P., 1976. Energy, Environment and Building. Cambridge (287 s.).

TAŞDEMİROĞLU, E., BERJANO, F.R., TINAUT D., 1983. The Performance Results of Trombe-Wall Passive Systems Under Aegean Sea Climatic Conditions, Solar Energy, 30, 2, 181-189.

TURAN, M., ECEVİT, A., GÜRDİL, F., MUTAF, G., 1981. Güneş Evi, ODTÜ Mimarlık Fakültesinde Bir Dene- me. Araştırma Raporu No. 5. Ankara (19 s.).

UTZINGER, D.M., KLEIN, S.A., MITCHELL, J.W., 1980. The Effect of Air Flow Rate in Collector-Storage Walls, Solar Energy, 25, 511-519.

VEZİROĞLU, T.N., 1980. Proceedings of the International Symposium-Work shop on Solar Energy, 1978 Cairo, Egypt. Solar Energy International Progress, 2, Miami (1131 s.).

ZEREN, L., BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., ALPHAN, A., OK, V., 1978. Güneş Enerjisi ve Çevre Dizayını Ulusal Sempozyumu. İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul (194 s.).

TEŞEKKÜR

Bana bu konuyu yüksek lisans tez çalışması olarak veren ve bu konuda çalışmayı başlatan Sayın Hocam Prof. Dr. Hakkı B. ÖGELMAN'a şükran ve saygılarımı sunarım.

Sayın Hocam Prof. Dr. Hakkı B. ÖGELMAN'ın Üniversite'den ayrılığından sonra bu konudaki çalışmayı yürütmemi üstlenerek, çalışmalarımıma büyük ilgi ve anlayışla yön veren ve araştırma süresince değerli yardım ve katkılarını esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. İlhami YEĞİNGİL'e teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tezdeki şekillerin çiziminde yardımcı olan Ali Osman MARAŞLI'ya ve Ç.Ü. Bilgi İşlem Merkezi operatörü Sait KANDIRMAZ'a, eserin dactilo edilmesinde üstün gayret ve titizlik gösteren Zahide ERTOK'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım sırasında önerileri ile yardımcı olan Bilgi İşlem Merkezindeki arkadaşlarına teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1960 Yılında K.Maras'ın Türkoglu ilçesinde doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 1977 yılında Çukurova Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Fizik ve Uzay Bilimleri Bölümüne girdi. Temmuz 1981'de aynı fakültenin Fizik ve Uzay Bilimleri Bölümünden iyi derece ile mezun oldu.

Mezuniyet sonrası Ekim-1981 tarihinde aynı bölümde Yüksek Lisans çalışmalarına başladı. Temmuz-1982'de açılan araştırma görevlisi sınavını kazanarak aynı bölümde çalışmaya başladı. Halen G.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

EK I - EGEM programı işlem sırası.

Hazırlanan programda işlemler aşağıdaki sırayla yapılmaktadır.

Ana Programda

1. Hava sıcaklığı, güneş enerjisi, ısıl duvarın yüzey ve iç sıcaklıklarını, oda sıcaklığını ve rüzgar hızı değerleri saatlik olarak okutulur.
2. ısıl duvarın kaç sıcaklık noktasına bölüneceği ve ısıl duvar için kaçar dakikalık iterasyon yapılmakla okutulur.
3. ısıl duvar, cam ve binanın parametrelerinin tahmini değerleri, değişimdeceği üst ve alt sınırları okutulur.
4. Programı durdurmak için parametrelerin minimum değişim değerleri ile, kareler toplamının minimum değişim değerleri okutulur.
5. Alt programlarda hesaplamalar yapıldıktan sonra, parametrelerin son değerleri, en küçük kareler toplamı, istenilen sıcaklık değerleri, verim ve GIY yazdırılır.

Alt Programlarda

1. Tahmini sıcaklık değerleri hesaplatılır.
2. Parametrelerin en uygun değerleri bulunur. Bu işlemi yapmak için parametreler teker teker değiştirilerek kareler toplamını en küçük yapacak değerler bulunur.
3. En uygun parametreler bulunduktan sonra, ısı kazanç ve kayıp yüzdeleri, GIY ve verim hesap edilir.
4. Ana programa dönüp istenen değerler yazdırılır..

EK II - EGEM programının FORTRAN dilinde yazılımı.

```

C***** ****
C***** ****
C**      I   EDILGEN GÜNES EVI MODELİ (EGEM)   I   **
C**      I   SIMULASYON PROGRAMI           I   **
C**      ----- C.Ü. / ADANA **   **
C**      -----   **
C**      BU PROGRAM EDILGEN GÜNES EVİNDEKİ ISI TRANSFERİ İÇİN   **
C**      * ELEKTRİK DEVRE BENZETİMİ * YÖNTEMİNİ KULLANARAK   **
C**      GÜNES EVİNİN EN UYGUN PARAMETRELERİ SAPTAMAKTA VE BU   **
C**      PARAMETRELERİ KULLANARAK EVİN SIMULASYONUNU YAPMAKTADIR.   **
C***** ****
C      CHARACTER*7 AAY(12)
C
DIMENSION T0(24),T(24,24),THAVA(24),ENER(24),Q1232(24)
DIMENSION TSON(24,24),TILK(7),T32(24),EN(24),TRI(21)
DIMENSION T12(24),T12D(24),FT12(24),T11(24),T11D(24),FT11(24),
        T15(24),T15D(24),FT15(24),SUM(3),KAP(24),
        TT(24),QTO(24),RU(24),QB(24),QOD(24),
        SQ1(150),SQ2(150),SQ3(150),SOL(24),TTR(24,24),
        TDI(31,31),TODAO(31,31),GEN(31,31),RUZT(31,31),
        QINT(31,31),QKAYT(31,31),TGIY(31,31),ATOP(22,12),SONT(22)
        ,ISAY(12),MYIL(3)
COMMON PAR(12),PARMAX(12),PARMIN(12),PARDEL(12),PARES(12),PK(12),
& NX,N1X,NX1,NZ,MOD,HTODA,DISK,HK,OC,CTR,HTP,CTP,TK,CP,RO,
& UTR,ESK,DBC,ENERJI,QGUN,TODA,TYODA,KAP,TIC,TICL,TIC2,
& HTOP,T12,TTP,TTPY,EP,EG,T,TDIS,NC,RUZ,KL,SB1,
& UTOP,QYD,QTRO,QODK,QTP,QNKZ,QNKY,QEY,NVER
& ,NG,SQ1,SQ2,SQ3,TS12,TS11,TS15,ITS,ALFA
C
COMMON TIL(31,7),T32(31,31,24)
& ,T12D(31,31,24),T11D(31,31,24),T15D(31,31,24)
& ,EN(31,31,24)
& ,RU(31,31,24),KAP(31,31,24)
& ,T12(31,31,24),T11(31,31,24),T15(31,31,24)
& ,EKT12(31,31),EKT11(31,31),EKT15(31,31)
& ,QIN(31,31,24),QKAY(31,31,24)
& ,G(31,31),A(31,31),Y(31,31),NGUN(31),GUN,AY,YIL,EPS,EPS1
& ,IYAZ,DELT,DELX,BOL
C
COMMON YK(31,31,24),OK(31,31,24),UKAC(31,31,24),TOK(31,31,24),
& QSOL(31,31,24),QS(31,31,24)
COMMON TDI,TODAO,GEN,RUZT,QINT,QKAYT,TGIY,ATOP,SONT
INTEGER GUN,AY,YIL,G,A,Y
REAL MOD
DATA AAY//'OCAK ','SUBAT ',
*'MART ','NISAN ','MAYIS ','HAZİRAN',
*'TEMMUZ ','AGUSTOS','EYLÜL ','EKİM ','KASIM ','ARALIK '/
C
ILK=0
C ---- CWAT=MJ OLARAK OKUTULAN ENERJI DEĞERLERİNİ WATT'A
C      GEVİRME KATSAYISIDIR.
C
CWAT=3.6E-3
C
C --- AÇIKLAMA YAZDIRILMASI
C --- HANGİ DEĞERLERİN YAZILMASININ İSTENDİĞİ SORULUYUR
C

```

EK II - (Devam)

```

71      WRITE(5,925)
        READ(5,912)IYAZ
C **  ISİL DUVAR , CAM VE BİNA AIT İLK PARAMETRE DEĞERLERİNİN
C **  OKUTULMASI
C
C -- BURADA NC:CAM SAYISI,EP:YÜZYEİN EMİSİVİTESİ,EG:CAMIN EMİSİVİTESİ
C           TK:ISİL DUVARIN İLETKENLİK KATSAYISI,CP:ÖZGÜL İSİSİ,
C           RO:ISİL DUVARIN YOGUNLUĞU*DUR.
C
C           READ(3,666)NC,EP,EG,TK,CP,RO
C **  ISİL DUVARIN KAC SICAKLIK NOKTASINA BÖLÜNECEĞİ VE
C **  BİR SAAT İÇİNDE KACAR DAKİKALIK İTERASYON YAPILACAKI OKUTULUYOR.
C
C           XL=ISİL DUVAR KALINLIĞI,Z=60 DK.,DELZ:ZAMAN ARTISI,DELX:ISİL DUVAR
C           KALINLIK ARTISI DIR.
C
C           READ(3,501)XL,Z,DELZ,DELX
C
C PARAMETRE DEĞERLERİNİN OKUTULMASI
C -- BU PARAMETRELER TEZDE ANLATILAN PARAMETRE DEĞERLERİDIR.
C SIRASIYLA H1,UK,C,HKA,TK,CODA,HT,CTOP,TK,CP,RO
C -- ALFA(YÜZYEİN SOĞURMA KATSAYISI),BETA(PENCERELEDERDEN GEÇEN ENERJİ
C MIKTARI) DIR.
C
C
C DO 19 I=1,12
19      READ(8,779)PAR(I),PARMAX(I),PARMIN(I)
C
C
C DELT=DELZ*60.0
C NZ=Z/DELZ
C     NZ=NZ+1
C XX=XL/DELX
C NX=IFIX(XX+1.0)
C NX=NX+1
C NX=NX-1
C
C
C HESAPLAMA YAPILACAK GÜN SAYISI OKUTULUYOR
C
C
C NVER=0
70      NVER=NVER+1
        READ(4,303,END=818)NGUN(NVER)
        GO TO 70
C
C **  İLK SICAKLIK DEĞERLERİNİN OKUTULMASI
C
C TILK(7)=T0,TY,TIC1,TIC2,TIC,TODA,TTOP
C TILK(7)=T32,T12,T10,T12,T11,T15,TTP
C
C
818    NVER=NVER-1
        DO 25 IS =1,NVER
C * * * * * * * * * * * * * * * *
C TARIH VE VE DENEYSEL OLARAK ÖLGÜLEN SAATLIK TY,TIC VE TODA
C SICAKLIKALARININ OKUTULMASI
C **
C
C           READ(1,12) (TIL(I,S,I),I=1,7)
        DO 25 IL=1,NGUN(IS)
        READ(1,15)G(IS,IL),A(IS,IL),Y(IS,IL)

```

EK II- (Devam)

```

C ÖLGÜLEN TY,TIC VE TODA SICAKLIKLARINI OKUTULMASI
C
C     READ(1,13)(T12D1(IS,IL,I),I=1,24),(T11D1(IS,IL,I),I=1,24)
C         &           (T15D1(IS,IL,I),I=1,24)
C
C ÖLGÜLEN SAATLIK DIS HAVA SICAKLIĞININ ( TO ) ,GÜNES ENERJISİNİN,
C RÜĞAR HİZİNİN VE KAPAKLARIN AÇIK VE KAPALI OLDUĞU SAATLERİN
C OKUTULMASI.
C
C     READ(1,13)(T321(IS,IL,I),I=1,24)
C     READ(1,14)(EN1(IS,IL,I),I=1,24)
C     READ(1,18)(RUI1(IS,IL,I),I=1,24)
C
C KAPAK AÇIK ISE KAP(I)=1
C KAPALI      ISE KAP(I)=0
C
C     READ(1,61)(KAP1(IS,IL,I),I=1,24)
25    CONTINUE
C
C
C --- EVİN EN UYGUN PARAMETRELERINI BELİRLEYEN ALT PROGRAMIN ÇAĞRILMASI
C
C             CALL PARAM
C
C ----- EVİN ISI KAZANCI,KAYBI ,GIY,VERIM,ISİL YÜK,ENERJİ İHTİYACI VE
C -- EK ENERJİ GEREKSİNMESİNİ BELİRLEYEN ALT PROGRAMIN ÇAĞRILMASI.
C-----
C             CALL ANALIZ
C
C
C----- SAATLIK DEĞERLERİN YAZDIRILMASI
C
C     IF(IYAZ.NE.1.AND.IYAZ.NE.0)GO TO 552
DO 9001 I=1,NVER
DO 9002 J=1,NGUN(I)
WRITE(6,94) G(I,J),A(I,J),Y(I,J)
WRITE(6,89)
DO 78 MK=1,24
EN1(I,J,MK)=EN1(I,J,MK)/CHAT
78   WRITE(6,91)MK,T321(I,J,MK),T151(I,J,MK),EN1(I,J,MK),RUI1(I,J,MK)
9002 CONTINUE
9001 CONTINUE
C
C----- GÜNLÜK DEĞERLERİN YAZILMASI
C
C     IF(IYAZ.NE.0) GOTO 881
552   IF(IYAZ.NE.2.AND.IYAZ.NE.0) GO TO 911
DO 1000 I=1,NVER
DO 1000 J=1,NGUN(I)
IF(ILK.NE.0) GO TO 819
NAY=1
ILK=A(I,J)
IAY=A(I,J)
ISAY(NAY)=A(I,J)
NYIL=1
MYIL(NYIL)=Y(I,J)
IYIL=Y(I,J)
WRITE(6,334)AA(Y(A(I,J)),Y(I,J))
WRITE(6,336)
819   IF(IYIL.EQ.Y(I,J))GO TO 820
NYIL=NYIL+1

```

EK II - (Devam)

```

MYIL(NYIL)=Y(I,J)
820 IF(I.EQ.NVER.AND.J.EQ.NGUN(I)) GO TO 923
IF(IAY.EQ.A(I,J)) GO TO 918
NAY=NAY+1
ISAY(NAY)=A(I,J)
923 IF(A(I,J).EQ.ILK.OR.IAY.EQ.A(I,J)) GO TO 911
WRITE(6,334) AAY(A(I,J)),Y(I,J)
WRITE(6,336)
918 WRITE(6,518) G(I,J),TDL(I,J),TODAO(I,J),
& GEN(I,J),RUZT(I,J),QINT(I,J),QKAYT(I,J),
& TGIY(I,J)
IAY=A(I,J)
IYIL=Y(I,J)
1000 CONTINUE
C
C---- AYLIK DEĞERLERİN YAZDIRILMASI -----
C
IF(IYAZ.NE.0) GOTO 881
911 IF(IYAZ.NE.3.AND.IYAZ.NE.0) GO TO 315
NYIL=1
DO 222 K=1,NAY
IF(ISAY(K).EQ.1) NYIL=NYIL+1
WRITE(6,335) AAY(ISAY(K)),MYIL(NYIL)
WRITE(6,339)
222 WRITE(6,340) (ATOP(L,K),L=1,8)
IF(IYAZ.NE.0) GOTO 881
C---- KA. AY VARSA BU AYLARIN ORTALAMASINI YAZDIRILMASI YAZDIRILMASI
315 IF(IYAZ.NE.4.AND.IYAZ.NE.0) GO TO 881
WRITE(6,339)
WRITE(6,340) (SONT(I),I=1,8)
C
C * * HER GUNE AIT EN KUCUK KARELER TOPLAMININ YAZDIRILMASI
C
881 WRITE(7,66) NG
WRITE(7,52)(SQ1(I),I=1,NG)
WRITE(7,52)(SQ2(I),I=1,NG)
WRITE(7,52)(SQ3(I),I=1,NG)
358 WRITE(7,53) TS12,TS11,TS15
DO 191 I=1,12
WRITE(7,778) PAR(I),PARMAX(I),PARMIN(I)
191 WRITE(9,778) PAR(I),PARMAX(I),PARMIN(I)
C
C * * * * * * * * * * * * * *
C
WRITE(7,11) NC,RUZ,UTR,EP,EG,SB1,DBC,ESK,HK,OC
&,CTR,HTP,CTP
WRITE(7,17) MOD,TK,CP,RO,ALFA,
& XL,DELX,Z,DELZ,HTODA,DISK
C
C----- FORMATLAR -----
C
2 FORMAT(F8.3)
8 FORMAT(I1)
11 FORMAT(1H,'CAM SAYISI= ',IZ,' RUZ.HIZ=',F5.2/
&,'TROMBUN TOPLAM ILETKENLIK SABITI= ',F8.3/
&,'TROMBUN EMISIVITESI=',F8.3,
%2X,'CAMIN EMISIVITESI=',F8.3/, ' SB1=',F13.8,
%' DBC=',F13.8,' ESK=',F13.8/, ' HK=',F10.6,' OC=',F9.2,
%' CTR=',F9.5,' HTP=',F9.5/, ' CTP=',F9.2)
12 FORMAT(7F4.1)
13 FORMAT(24F4.1)

```

EK II - (Devam)

```

14  FORMAT(24F4.2)
15  FORMAT(12I2,I4)
17  FORMAT(2X,'M= ',F8.2,' K= ',F8.3,' CP= ',F8.3,
2   ' RO= ',F8.3,' ALFA =',E8.3/,'
2   2X,'L= ',F8.3,' DELX= ',F8.3,' Z= ',F8.3,'DELZ= ',F8.3/
2   'HTODA=',F9.5,' DISK=',F10.6)
18  FORMAT(24F3.1)
27  FORMAT(12F4.1)
37  FORMAT(12F4.2)
51  FORMAT(F8.3)
52  FORMAT(10(F7.1,1X))
53  FORMAT(3(F10.4,2X))
61  FORMAT(24I1)
66  FORMAT(1X,'GUN SAYISI:',1X,I3)
68  FORMAT(5F10.4)
89  FORMAT(1X,'SAAT',2X,'THAVA',2X,'TODA',2X,
2   'ENE',2X,'RUZ')
91  FORMAT(1X,I2,2X,2(F5.1,1X),1X,F6.2,1X,F5.2)
92  FORMAT(1X,'ST12=',F10.4,'ST11=',F10.4,'ST15=',F10.4)
94  FORMAT(1H1,1X,I2,'/',I2,'/',I4)
303 FORMAT(I3)
334 FORMAT(1H1,///10X,A7,1X,I4/)
335 FORMAT(1X,/10X,A7,1X,I4/)
336 FORMAT(10X,' GÜN',1X,' THAVA TODA ENERJI RÜZGAR QKAZANG',
& 2X,'QKAYIP GIY ',//1X,/10X,63('-'))
339 FORMAT(10X,'THAVA TODA ENERJI RÜZGAR QKAZANG',
& 2X,' QKAYIP GIY VERIM ')
340 FORMAT(10X,2(F4.1,2X),F12.2,2X,F4.1,2(2X,F12.2),2(2X,F4.2))
501 FORMAT(4F10.5)
511 FORMAT(2F7.3,1X,F6.1,1X,4(F8.3,1X)/1X,F9.3,1X,4(F9.3,1X),
&/1X,2F10.5)
518 FORMAT(10X,'|',1X,I2,3X,2(F4.1,2X),2X,F8.2,2X,F4.1,2(2X,F8.2),
&2X,F4.2,1X,'|',/10X,63('-'))
554 FORMAT(F8.3)
666 FORMAT(I1,5F10.5)
777 FORMAT(4F12.6)
778 FORMAT(3(E10.4,2X))
779 FORMAT(3(E10.4,2X))
912 FORMAT(I1)
925 FORMAT(1X,'** AŞAĞIDAKI SEÇENEKLERE GÖRE PROGRAM ',
4   'CIKTILARINI GÖREBİLİRSİNİZ.',/
& 10X,'0: HESAPLANAN TÜM DEĞERLER',/
& 10X,'1: SAATLIK DEĞERLER',/10X,'2: GÜNLÜK DEĞERLER',/
& 10X,'3: AYLIK DEĞERLER',/10X,'4: TOPLAM DEĞERLER',/
& 1X,' İSTEDİĞİNİZ CIKTILAR IC'N UYGUN SAYIYI VERİNİZ')
3353 FORMAT(4X,'ITERASYON SAYISI:',I4)
999 STOP
END
C.... ANA PROGRAMIN SONU...
C
C=====
C----- ALT PROGRAMLAR -----
C=====
C**      EN UYGUN PARAMETRELERİ BULAN ALT PROGRAM      **
C=====
C----- SUBROUTINE PARAM -----
C=====
DOUBLE PRECISION TI(4)
DIMENSION T0(24),T1(24,24),THAVA(24),ENER(24),Q1232(24)
DIMENSION TSON(24,24),TILK(7),T32(24),EN(24),TRI(21)

```

EK II - (Devam)

```

DIMENSION T12(24),T12D(24),FT12(24),T11(24),T11D(24),FT11(24),
Z      T15(24),T15D(24),FT15(24),SUM(3),KAP(24),
Z      TT(24),QTO(24),RUI(24),QB(24),QOD(24),
Z      SQL(150),SQ2(150),SQ3(150),TTR(24,24)
DIMENSION PARM(12)
COMMON PAR(12),PARMAX(12),PARMIN(12),PARDEL(12),PARES(12),PK(12),
& NX,NIX,NX1,NZ,MOD,HTODA,DISK,HK,OC,CTR,HTP,CTP,TK,CP,RO,
& UTR,ESK,DBC,ENERJI,QGUN,TODA,TYODA,KAP,TIC,TIC1,TIC2,
& HTOP,T12,TTPY,EP,EG,T,TOIS,NC,RUZ,KL,SBL,
& UTOP,QYD,QTRO,QODK,QTP,QNKZ,QNKY,QEY,NVER
& ,NG,SQ1,SQ2,SQ3,TS12,TS11,TS15,ITS,ALFA

C
COMMON T1L(31,7),T321(31,31,24)
& ,T12D1(31,31,24),T11D1(31,31,24),T15D1(31,31,24)
& ,EN1(31,31,24)
& ,RUI(31,31,24),KAP1(31,31,24)
& ,T121(31,31,24),T111(31,31,24),T151(31,31,24)
& ,EKT12(31,31),EKT11(31,31),EKT15(31,31)
& ,QIN(31,31,24),QKAY(31,31,24)
& ,G(31,31),A(31,31),Y(31,31),NGUN(31),GUN,AY,YIL,EPS,EPSS1
& ,IYAZ,DELT,DELX,BOL

C
COMMON YK(31,31,24),OK(31,31,24),UKAC(31,31,24),TOK(31,31,24),
& QSOL(31,31,24),QS(31,31,24)
CHARACTER#1 ITERAS
INTEGER GUN,AY,YIL,G,A,Y
REAL MOD

C Ruzkat=8 METREDE OLÇÜLEN RÜZGAR HİZINI 130 METREDEKİ RÜZGAR HIZINA
C GEVİRME KATSAYISI,CWAT=MJ OLARAK OKUTULAN ENERJİ DEGERLERİNİ WATT'A
C GEVİRME KATSAYISIDIR.
RUZKAT=1.77
CWAT=3.6E-3

C AÇIKLAMA YAZDIRILMASI
WRITE(5,516)
READ(5,222)ITERAS
IF(ITERAS.EQ.'H') GO TO 711
WRITE(5,921)
READ(5,913)EPS,EPSS1,BOL

C
C PARAMETRELERİN AKTARILMASI
C

711    NSAY=1
      NILK=1
      ITS=0
      KA = 0
      KAR=1
      MOD = ((CP*RO)*(DELX**2))/(TK*DELT)
      IF(MOD.EQ.2.0) GO TO 71
      MOD=2.0
      PAR(10)=(MOD*TK*DELT)/(CP*DELX**2)
      RO = PAR(10)

C *** ITERASAYON BASLANGICI
71    KARAR=0
      NG=0
      HTODA = PAR(1)
      DISK = PAR(2)
      SBL = PAR(3)
      HK = PAR(4)
      OC = PAR(5)
      HTP = PAR(6)
      CTP = PAR(7)

```

EK II - (Devam)

```

TK = PAR(8)
IF(KAR.EQ.10) PAR(9)=(MOD*TK*DELT)/(RO*DELX**2)
CP = PAR(9)
IF(KAR.EQ.9) PAR(10)=(MOD*TK*DELT)/(CP*DELX**2)
RO = PAR(10)
IF(KAR.EQ.10) TK=(CP*RO*DELX**2)/(MOD*DELT)
MOD = ((CP*RO)*(DELX**2))/(TK*DELT)
IF(MOD.EQ.2.0) GO TO 223
MOD=2.0
PAR(10)=(MOD*TK*DELT)/(CP*DELX**2)
RO = PAR(10)
PAR(9)=(MOD*TK*DELT)/(RO*DELX**2)
CP = PAR(9)
TK=(CP*RO*DELX**2)/(MOD*DELT)
MOD = ((CP*RO)*(DELX**2))/(TK*DELT)
223 DBC = PAR(11)
ESK = PAR(12)
ALFA=TK/(CP*RO)
UTR=TK/DELX
CTR = (CP*RO*DELX)/300.0
C
C DEĞİŞKENLERE İLK DEĞER VERİLMESİ
NAY=1
KONT=1
ILK=0
NNGUN=0
TS12=0.
TS11=0.
TS15=0.
DO 21 IO=1,3
21 SUM(IO)=0.0
C
C * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
C
      DO 1118 NVR = 1,NVER
      DO 1101 IC=1,7
1101   TILK(IC)=TIL(NVR,IC)
         TDIS=TILK(1)
         TI(1)=TILK(2)
         TI(2)=TILK(3)
         TI(3)=TILK(4)
         TI(4)=TILK(5)
         TODA=TILK(6)
         TTP = TILK(7)
         TI2S=TI(1)
         TI1S=TI(4)
         ENERJI=0.0
C
C ISİL DUVARIN İLK SICAKLIK PROFİLİNI ÇIKARAN ALT PROGRAM GÇRİLİYOR.
C
      CALL TRILK(NX,TI,TRI)
C
      DO 31 NN=1,NX
31   T(NN,1)=TRI(NN)
         TIC1=TRI(2)
         TIC2=TRI(20)
         NNGUN=NNGUN+NGUN(NVR)
C
C KESİNTISİZ VERİLERİN BULUNDUĞU GÜN SAYISI KADAR HESAPLAMA YAPILMASI
C
      DO 2000 IM=1,NGUN(NVR)

```

EK II - (Devam)

```

C TOPLAM GUN SAYISI:NG
    NG=NG+1
C
    GUN=G(NVR,IM)
    AY=A(NVR,IM)
    YIL=Y(NVR,IM)
C
    DO 2002 IN=1,24
        T12D(IN) = T12D1(NVR,IM,IN)
        T11D(IN) = T11D1(NVR,IM,IN)
        T15D(IN) = T15D1(NVR,IM,IN)
        T321(IN) = T321(NVR,IM,IN)
        EN(IN) = EN1(NVR,IM,IN)
        RU(IN) = RU1(NVR,IM,IN)
        KAP(IN) = KAP1(NVR,IM,IN)
2002 CONTINUE
C
    DO 1000 KL=1,24
        RU(KL)=RUZKAT*RU(KL)
        RUZ=RU(KL)
        T(1,1)=T12S
        T(NX,1)=T11S
C
C ** BIR SAAT SONRAKI SICAKLIKLARI HESAPLAYAN ALT PROGRAM CGRILIYOR.
C
    CALL ISIL
C
    NX=NX1
    T15(KL)=TYODA
    T11(KL)=TIC
    TT(KL)=TTPY
    TDIS=T321(KL)
    ENERJI=EN(KL)/CWAT
    ENER(KL)=ENERJI
    T11S=TIC
    T12S=T12(KL)
C
C----- AKTARMA -----
    QIN(NVR,IM,KL)=QNKZ
    QKAY(NVR,IM,KL)=QYD+QTP+QODK
    UKAC(NVR,IM,KL)=UTOP+DISK+HTOP
    YK(NVR,IM,KL)=UTOP
    OK(NVR,IM,KL)=DISK
    TOK(NVR,IM,KL)=HTOP
    QOPEN=DBC*ENERJI
    IF(KL.GT.13) QOPEN=0.0
    QS(NVR,IM,KL)=QGUN+QOPEN
C
    T121(NVR,IM,KL)=T12(KL)
    T111(NVR,IM,KL)=T11(KL)
    T151(NVR,IM,KL)=T15(KL)
C
C EN KUCUK KARELER TOPLAMINI HESAPLAYAN ALT PROGRAM CGRILIYOR.
C
    CALL EKT(T12D,T11D,T15D,T12,T11,T15,FT12,FT11,FT15,SUM,KL)
C
    DO 200 KL1=1,NX1
        TSON(KL1,KL)=T(KL1,NZ)
        TTR(KL1,KL)=TSON(KL1,KL)
200 CONTINUE
    DO 500 IL=1,NX1

```

EK II - (Devam)

```

500 T(IL,1)=T(IL,NZ)
1000 CONTINUE .
C
KONT=KONT+1
IF(ILK.NE.0)GO TO 911
ILK=AY
IAY=AY
C
911 CONTINUE
C
553 TS12=TS12+SUM(1)
TS11=TS11+SUM(2)
TS15=TS15+SUM(3)
C-----
EKT12(NVR,IM)=SUM(1)
EKT11(NVR,IM)=SUM(2)
EKT15(NVR,IM)=SUM(3)
C-----
SQ1(NG)=EKT12(NVR,IM)
SQ2(NG)=EKT11(NVR,IM)
SQ3(NG)=EKT15(NVR,IM)
DO 35 IJ=1,3
35 SUM(IJ)=0.0
IAY=AY
IYIL=YIL
2000 CONTINUE
1118 CONTINUE
C .. ISEMLERIN SONU
IF(ITERAS.EQ.'H') GO TO 47
ST=TS12+TS11+TS15
IF(KA.NE.0)GO TO 101
NS=NG#24
STN=ST/(NS*3)
IF(STN.LE.3) GO TO 47
DO 44 I=1,12
44 PARDEL(I)=PAR(I)/BOL
KAR1=0
KAR=1
IKAR=KAR
KA=1
ETS12=TS12
ETS11=TS11
ETS15=TS15
EST=ST
K1=0
EKTMIN=ST
PMIN=PAR(KAR)
PARM(KAR)=PMIN
PARES(KAR)=PAR(KAR)
CALL PARDEG(KAR,PAR,PARMAX,PARMIN,PARDEL,KARAR,K1,ST,EKTMIN,PARM)
IF(KARAR.EQ.1)KARAR=0.
GO TO 71
101 IF(ST.GT.EKTMIN) GO TO 103
EKTMIN=ST
IF(ST.LE.EKTMIN.AND.IKAR.EQ.KAR) PMIN=PAR(KAR)
103 IF(KAR1.EQ.3) GO TO 5555
PK(KAR)=(ABS(PARES(KAR)-PAR(KAR)))/PARES(KAR)
IF(PK(KAR).LE.EPS1) GO TO 5555
IF(KARAR.EQ.1)GO TO 5555
IF(ABS(EST-ST).LE.EPS1)GO TO 5555
IF(ST.LE.EST) GO TO 6111

```

EK II - (Devam)

```

PARDEL(KAR)=PARDEL(KAR)
KAR1=KAR1+1
6111 ETS12=TS12
ETS11=TS11
ETS15=TS15
IF(ST.GT.EKTMIN) GO TO 108
EKTMIN=ST
IF(ST.LE.EKTMIN.AND.IKAR.EQ.KAR) PMIN=PAR(KAR)
108 EST=ST
K1=0
IF(ST.LE.EKTMIN.AND.IKAR.EQ.KAR) PARM(KAR)=PMIN
PARES(KAR)=PAR(KAR)
IKAR=KAR
CALL PARDEG(KAR,PAR,PARMAX,PARMIN,PARDEL,KARAR,K1,ST,EKTMIN,PARM)
IF(KARAR.NE.1) GO TO 5556
5555 IF(IKAR.EQ.KAR) PARM(KAR)=PMIN
IF(IKAR.EQ.KAR) PAR(KAR)=PARM(KAR)
KAR=KAR+1
IF(IKAR.GT.121 GO TO 46
KARAR=0
KAR1=0
ETS12=TS12
ETS11=TS11
ETS15=TS15
EST=ST
PARES(KAR)=PAR(KAR)
PMIN=PAR(KAR)
IKAR=KAR
CALL PARDEG(KAR,PAR,PARMAX,PARMIN,PARDEL,KARAR,K1,ST,EKTMIN,PARM)
5556 GO TO 71
46 IF(ST.LE.EKTMIN) GO TO 48
KAR=KAR-1
PAR(KAR)=PARES(KAR)
48 KAR2=0
ITS=ITS+1
CALL KARVER(NG,ST,TS12,TS11,TS15,PAR,PARDEL,KAR2,EP51,PK,
& BOL,PARES,PARM)
IF(KAR2.EQ.1)GO TO 47
KAR=1
KAR1=0
ETS12=TS12
ETS11=TS11
ETS15=TS15
EST=ST
PARES(KAR)=PAR(KAR)
IF(ST.LE.EKTMIN) PARM(KAR)=PAR(KAR)
PAR(KAR)=PARM(KAR)
GO TO 71
222 FORMAT(A1)
516 FORMAT(2X,* * PARAMETRELERIN EN UYGUN DEGERLERİ ICIN*,/
& *** ITERASYON YAPILMASINI ISTİYORMUSUNUZ ? (EVET/HAYIR)*)
913 FORMAT(F12.2)
921 FORMAT(1X,* EKT DEĞİŞME SINIRINI *PAR HATA SINIRINI*,
4* VE KÜCÜLTME KATSAYINI*/* F12.2 FORMAT I İLE VERİNİZ*)
47 RETURN
END
C --- ITERASYON BITTI -----
C -----
C
C PARAMETRE DEĞİSTIREN ALTPROGRAM
C

```

EK II - (Devam)

```

SUBROUTINE PARDEGIK,PAR,PARMAX,PARMIN,PARDEL,KARAR,K1,ST,EMIN,
& PARM)
DIMENSION PAR(12),PARMAX(12),PARMIN(12),PARDEL(12),PARM(12)
IF(K1.EQ.1) GO TO 4
IF(PAR(K).GE.PARMAX(K).OR.PAR(K).LE.PARMIN(K)) GO TO 1
PAR(K)=PAR(K)+PARDEL(K)
GO TO 2
1 IF(PAR(K).EQ.PARMAX(K).OR.PAR(K).EQ.PARMIN(K)) GO TO 3
4 IF(ST.LE.EMIN) GO TO 6
IF(PAR(K).GT.PARMAX(K).OR.PAR(K).LT.PARMIN(K)) PAR(K)=PARM(K)
3 KARAR=1
PAR(K)=PARM(K)
ST=EMIN
GO TO 2
6 EMIN=ST
PARM(K)=PAR(K)
2 RETURN
END
C* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
C
SUBROUTINE KARVERING,ST,TS12,TS11,TS15,PAR,PARDEL,KAR2,
& EPS1,PK,BOL,PARES,PARM)
DIMENSION PAR(12),PARDEL(12),PK(12),PARES(12),PARM(12)
NS=NG#24
S12=TS12/NS
S11=TS11/NS
S15=TS15/NS
STN=ST/(NS*3)
IF(STN.LE.3.0.AND.S15.LE.1.0) GO TO 1
KP=0
DO 55 I=1,12
IF(PK(I).LE.EPS1) KP=KP+1
55 CONTINUE
IF(KP.EQ.12) GO TO 1
DO 5 I=1,12
5 PARDEL(I)=PARDEL(I)/BOL
GO TO 2
1 KAR2=1
DO 20 MIN=1,12
20 PAR(MIN)=PARM(MIN)
2 RETURN
END
C
C BIR SAAT SONRAKİ SICAKLIKLARI HESAPLAYAN ALT PROGRAM
C
SUBROUTINE ISIL
C
DIMENSION T12(24),KAP(24),T(24,24)
COMMON PAR(12),PARMAX(12),PARMIN(12),PARDEL(12),PARES(12),PK(12),
& NX,NIX,NX1,NZ,MOD,HTQDA,DISK,HK,OC,CTR,HTP,CTP,TK,CP,RQ,
& UTR,ESK,DBC,ENERJI,QGUN,TODA,TYODA,KAP,TIC,TIC1,TIC2,
& HTOP,T12,TTP,TTPY,EP,EG,T,TDIS,NC,RUZ,KL,SBL,
& UTOP,QYD,QTRO,QODK,QTP,QNKZ,QNKY,QEY,NVER
& ,NG,SQ1,SQ2,SQ3,TS12,TS11,TS15,ITS,ALFA
COMMON YK(31,31,24),OK(31,31,24),UKAC(31,31,24),TOK(31,31,24),
& QSO(31,31,24),QS(31,31,24)
C
REAL MOD
C
DO 10 I1=2,NZ
I=I1-1

```

EK II - (Devam)

```

C ISIL DUVARIN DIS YÜZYE KACAGINI HESAPLAYAN ALT PROGRAMIN CAGRILMASI
CALL TOPL(EP,EG,T,TDIS,NC,RUZ,KL,I,SB1,UTOP,QYD)
T(2,I)=(T(1,I)+T(2,I)*(MOD-2.0)+T(3,I))/MOD
QIC1=UTR*(T(1,I)-TIC1)
IF(KAP(KL).EQ.0) GO TO 111
HKA=HK*(ABS(T(1,I)-TODA))**0.33
QKA=HKA*(T(1,I)-TODA)
GO TO 112
111 QKA=0.0
112 QDEP=ESK*ENERJI-QYD-QIC1-QKA
T(1,I1)=T(1,I)+QDEP/CTR
TIC1=T(2,I1)
NX=NIX
DO 20 N=2,NX
N1=N-1
N2=N+1
T(N,I1)=(T(N1,I)+T(N,I)*(MOD-2.0)+T(N2,I))/MOD
20 CONTINUE
NX1=NX+1
UTRO=HTODA*(ABS(T(NX1,I)-TODA))**0.33
C
C BINADAKI ISI DENGESININ HESABI
C
QGUN=ESK*ENERJI
QOPEN=DBC*ENERJI
IF(KL.GT.13) QOPEN=0.
QTRO=UTRO*(T(NX1,I)-TODA)
QODK=DISK*(TODA-TDIS)
HTOP=HTP*ABS(TODA-TTP)**0.33
QTP=HTOP*(TODA-TTP)
QNKE=QODK+QTP
QNKY=QTP
QEY=QNKE-QNKY
TTPY=TTP+QTP/CTR
C
QIC2=UTR*(TIC2-T(NX1,I))
T(NX1,I1)=T(NX1,I)+(QIC2-QTRO)/CTR
TIC2=T(NX1,I1)
C
TYODA=TODA+QEY/OC
C
TODA=TYODA
TIC=T(NX1,I1)
T12(KL)=T(1,I1)
TTP=TTPY
10 CONTINUE
C
C ** 5 DAKIKALIK HESAPLAMALAR TAMAMLANDI( 1 SAAT DOLDU )
RETURN
END
C
C***** ****
C
C EN KUCUK KARELER TOPLAMINI HESAPLAYAN ALT PROGRAM
C
SUBROUTINE EKT(T120,T110,T150,T12,T11,T15,FT12,FT11,FT15,SUM,KL)
DIMENSION T120(24),T110(24),T150(24),T12(24),T11(24),T15(24),
& FT12(24),FT11(24),FT15(24),SUM(3)
IF(T120(KL).EQ.0.0) T120(KL)=T12(KL)
IF(T110(KL).EQ.0.0) T110(KL)=T11(KL)
IF(T150(KL).EQ.0.0) T150(KL)=T15(KL)

```

EK II^o - (Devam)

```

FT12(KL)=T12(KL)-T12D(KL)
FT11(KL)=T11(KL)-T11D(KL)
FT15(KL)=T15(KL)-T15D(KL)
SUM(1)=SUM(1)+FT12(KL)**2
SUM(2)=SUM(2)+FT11(KL)**2
SUM(3)=SUM(3)+FT15(KL)**2
RETURN
END

C ****
C ISIL DUVARIN YUZNEY KACAGINI HESAPLAYAN ALT PROGRAM
C
SUBROUTINE TOPL(EP,EG,T,TA,N,RUZ,NSAAT,IS,SB1,UT,QYD)
DIMENSION T(24,24)
SIG=5.67E-8
TP=T11,IS)
HW=5.7+3.8*RUZ
F=(1.0+0.089*HW-0.1166*HW*EP)*(1.0+0.07866*N)
C SICAKLIKALARIN KELVINE GEVRILMESI
TPK=TP+273
TAK=TA+273
HWI=1/HW
SB2=0.43*ABS(1.0-100.0/TPK)
ALT1=(SB1/TPK)*((TPK-TAK)/(N+F))**SB2
UT1=(-N/ALT1)+HWI)**(-1)
ALT2=(EP+0.00591*N*HW)**(-1)
ALT3=((2*N+F-1.0+0.133*EP)/EG)-N
UT2=SIG*(TPK+TAK)*(TPK**2+TAK**2)/(ALT2+ALT3)
UTA=UT1+UT2
UT=UTA*(1-45*(10.00259-0.00124*EP))
QYD=UT*(TP-TA)
RETURN
END

C.. ISIL DUVARIN ILK SICAKLIK PROFILINI CIKARAN ALT PROGRAM
SUBROUTINE TRILK(NX,C,TRI)
DOUBLE PRECISION A(4,4),C(4),X(4), AINT,CINT, XM,SUM
DIMENSION TRI(21),TRO(20)
DATA X/4*0.0/,AI,B,CI,D,SUM/5*0.0/
X1=0.
X2=7.6
X3=33.0
X4=40.0
CALL MATE(A)
N=4
EPS=0.1D-09
NN=N-1
DO 66 I=1,NN
II=I+1
IF(A(I,I).NE.0.) GO TO 44
DO 28 J=II,N
IF(A(J,I).NE.0.) GO TO 37
CONTINUE
28 WRITE(6,29)
29 FORMAT(' //, * (A) Matriksinin determinanti sifir oluyor*')
GO TO 99
37 DO 39 L=I,N
AINT=A(I,L)
A(I,L)=A(J,L)
A(J,L)=AINT
CINT=C(I)

```

EK II - (Devam)

```

C(I)=C(J)
C(J)=CINT
44    DO 55 K=II,N
      IF(A(K,I).EQ.0.) GO TO 55
      XM=A(I,I)/A(K,I)
      A(K,I)=0.
      DO 48 J=II,N
      A(K,J)=XM*A(K,J)-A(I,J)
      IF(DABS(A(K,J)).LE.EPS) A(K,J)=0.
48    CONTINUE
      C(K)=XM*C(K)-C(I)
55    CONTINUE
56    CONTINUE
      X(N)=C(N)/A(N,N)
      DO 69 I=1,NN
      IX=N-I
      SUM=0.
      DO 68 J=1,I
      JX=N+I-J
      SUM=SUM+X(JX)*A(IX,JX)
68    X(IX)=(C(IX)-SUM)/A(IX,IX)
69    TRI(I)=C(I)
      M1=NX-1
      DO 11 I=1,M1
      XN=I*2.
11    TRO(I)=X(1)+X(2)*XN +X(3)*XN**2+X(4)*XN**3
      AI=X(1)
      B=X(2)
      CI=X(3)
      D=X(4)
      DO 21 J=2,NX
      I=J-1
21    TRI(J)=TRO(I)
      SUM=0.0
      DO 288 I=1,20
288   TRO(I)=0.0
      DO 466 I=1,4
      X(I)=0.0
      DO 466 J=1,4
466   A(I,J)=0.0
99    RETURN
      END
C *****
      SUBROUTINE MATRI(A)
      DOUBLE PRECISION A(4,4),B(4,4)
      DATA (B(I,I),I=1,4)/1.0,3#0.0/
      DATA (B(2,I),I=1,4)/1.0,7.6,57.76,438.9760/
      DATA (B(3,I),I=1,4)/1.0,33.0,1089.0,35937.0/
      DATA (B(4,I),I=1,4)/1.0,40.0,1600.0,64000.0/
      DO 1 I=1,4
      DO 1 J=1,4
1     A(I,J)=B(I,J)
      RETURN
      END
C *****
C ----- Evin isi kazancı, kaybi, giy, verim, işil yük, enerji ihtiyacı ve
C -- ek enerji gereksinmesini belirleyen alt program
C
      SUBROUTINE ANALIZ
C

```

EK II - (Devam)

```

      DIMENSION TOP(21),TOPA(22),ATOP(22,12),SONT(22),
&   QYAR(31,31,24),QYUK(31,31,24),GIY(31,31,24),
&   TGIY(31,31),QINT(31,31),QKAYT(31,31),GYK(31,31),
&   GOK(31,31),GTOK(31,31),TUKAC(31,31),TQYUK(31,31),
&   TQSOL(31,31),TQYAR(31,31),TOS(31,31),VERIM(31,31),
&   QINM(31,31),QKAYM(31,31),QSOLM(31,31),QYARM(31,31),QYUKM(31,31)
& , TODAO(31,31),TDI(31,31),GEN(31,31),RUZT(31,31),GENM(31,31)

C
      DIMENSION TO(24),T(24,24),THAVA(24),ENER(24),Q1232(24)
      DIMENSION TSON(24,24),TILK(7),T32(24),EN(24),TRI(21)
      DIMENSION T12(24),T12D(24),FT12(24),T11(24),T11D(24),FT11(24),
&   T15(24),T15D(24),FT15(24),SUM(3),KAP(24),
&   TT(24),QTO(24),RU(24),Qd(24),QOD(24),
&   SQ1(150),SQ2(150),SQ3(150),
&   SOL(24),TTR(24,24)
      COMMON PAR(12),PARMAX(12),PARMIN(12),PARDEL(12),PARES(12),PK(12),
&   NX,NIX,NX1,NZ,MOD,HTODA,DISK,HK,OC,CTR,HTP,CTP,TK,CP,RO,
&   UTR,ESK,DBC,ENERJI,QGUN,TODA,TYODA,KAP,TIC,TIC1,TIC2,
&   HTOP,T12,TTP,TTPY,EP,EG,T,TDIS,NC,RUZ,KL,SBL,
&   UTOP,QYD,QTRO,QODK,QTP,QNKZ,QNKY,QEY,NVER
& , NG,SQ1,SQ2,SQ3,TS12,TS11,TS15,ITS,ALFA

C
      COMMON TIL(31,7),T32(31,31,24)
& , T12D(31,31,24),T11D(31,31,24),T15D(31,31,24)
& , EN(31,31,24)
& , RU(31,31,24),KAP(31,31,24)
& , T12(31,31,24),T11(31,31,24),T15(31,31,24)
& , EKT12(31,31),EKT11(31,31),EKT15(31,31)
& , QIN(31,31,24),QKAY(31,31,24)
& , G(31,31),A(31,31),Y(31,31),NGUN(31),GUN,AY,YIL,EPS,EPSS
& , IYAZ,DELT,DELX,BOL

C
      COMMON YK(31,31,24),OK(31,31,24),UKAC(31,31,24),TOK(31,31,24),
&   QSOL(31,31,24),QS(31,31,24)

C --- HESAPLANAN DEGERLERIN ANA PROGRAMA AKTARIMI
      COMMON TDI,TODAO,GEN,RUZT,QINT,QKAYT,TGIY,ATOP,SONT
      INTEGER GUN,AY,YIL,G,A,Y
      REAL MOD

C
      CMJ=3.6E-3
      ILK=0
      NG=0
      DO 441 I=1,22
        SONT(I)=0.0
      441    TOPA(I)=0.0

C
      DO 500 NV = 1,NVER
      DO 400 IM=1,NGUN(NV)
C TOPLAM GUN SAYISI:NG
      NG=NG+1

C
      GUN=G(NV,IM)
      AY=A(NV,IM)
      YIL=Y(NV,IM)

C
      IF(ILK.NE.0) GO TO 333
      ILK=1
      IAY=AY
      IYIL=YIL
      NAY=0
      KONT=0

```

EK II - (Devam)

```

NGIY=1
C
333          DO 111 I=1,21
111          TOP(I)=0.
C
DO 300 IY=1,24
T15(IY) = T151(NV,IM,IY)
T32(IY) = T321(NV,IM,IY)
EN(IY) = EN1(NV,IM,IY)
RU(IY) = RU1(NV,IM,IY)
C
C 1.---- GIY HESABI -----
C
IF(T15(IY).GE.18.3.OR.T32(IY).GE.18.3) GO TO 771
GIY(NV,IM,IY)=(T15(IY)-T32(IY))/(18.3-T32(IY))
GO TO 772
771 GIY(NV,IM,IY)=1.
772 IF(GIY(NV,IM,IY).GT.1.00)GIY(NV,IM,IY)=1.0
C
TOP(1)=TOP(1)+GIY(NV,IM,IY)
C
C 2. -- ISI KAZANCI -----
C
TOP(2)=TOP(2)+QIN(NV,IM,IY)
C
C 3. ---- KAYIPLAR -----
C
BINANIN ISI KAYBI
TOP(3)=TOP(3)+QKAY(NV,IM,IY)
C
C --- YÜZYEY KACAGI -----
C
TOP(4)=TOP(4)+YK(NV,IM,IY)
C
ODA KACAGI
C
TOP(5)=TOP(5)+OK(NV,IM,IY)
C
TOPRAK KACAGI
C
TOP(6)=TOP(6)+TOK(NV,IM,IY)
C
TOPLAM BINA KACAK KATSAYISI
TOP(7)=TOP(7)+UKAC(NV,IM,IY)
C
C 4.---- BINANIN ISI İHTİYACI -----
C
QYUK(NV,IM,IY)=UKAC(NV,IM,IY)*(18.3-T32(KL))
IF(QYUK(NV,IM,IY).LT.0.0) QYUK(NV,IM,IY)=0.0
C
TOP(8)=TOP(8)+QYUK(NV,IM,IY)
C
AYLIK ISI İHTİYACI
AQYUK=AQYUK+TQYUK
C
C 5.---- BINANIN ISI İHTİYACINI GUNESTEN SAĞLANAN KISMI
C
QSOL(NV,IM,IY)=GIY(NV,IM,IY)*QYUK(NV,IM,IY)
IF(QSOL(NV,IM,IY).LT.0.0) QSOL(NV,IM,IY)=0.
C
GÜNLÜK GUNESTEN SAGLANAN ENERJİ
TOP(9)=TOP(9)+QSOL(NV,IM,IY)
C
AYLIK GUNESTEN SAĞLANAN ENERJİ
AQSOLO=AQSOLO+TQSOL
C
C 6.---- YARDIMCI ENERJİ -----

```

EK II - (Devam)

```

C -BİNA Y KONFOR SICAKLIĞINDA (18.3) TUTMAK İÇİN GEREKLİ YARDIMCI ENERJİ
C
    QYAR(NV,IM,IY)=QYUK(NV,IM,IY)-QSOL(NV,IM,IY)
    IF(QYAR(NV,IM,IY).LT.0.0) QYAR(NV,IM,IY)=0.0
C----- GÜNLÜK YARDIMCI ENERJİ -----
    TOP(10)=TOP(10)+QYAR(NV,IM,IY)
C----- AYLIK YARDIMCI ENERJİ -----
    AQYAR=AQYAR+TQYAR
C ----- AYLIK KAZANCı
    AQKAZ=AQKAZ+QINT
C ----- AYLIK ISI KAYBI
    AQKAY=AQKAY+QKAYT
C 7.--- GÜNLÜK ORTALAMA ODA SICAKLIĞI
    TOP(11)=TOP(11)+T151(NV,IM,IY)
C 8.--- GÜNLÜK ORTALAMA DIS HAVA SICAKLIĞI
    TOP(12)=TOP(12)+T32(IY)
C -----
C 9.--- GÜNLÜK TOPLAM GÜNES ENERJİSİ
    ENER(IY)=EN(IY)/CMJ
    TOP(13)=TOP(13)+ENER(IY)
C ----- AYLIK TOPLAM GÜNES ENERJİSİ
    AH=AH+TEN
C 10.--- GÜNLÜK ORTALAMA RÜZGAR HIZI
    TOP(14)=TOP(14)+RU1(NV,IM,IY)
C 11.--- GÜNES ENERJİSİNDEN SAĞLANAN ISI
    TOP(15)=TOP(15)+QS(NV,IM,IY)
C----- MJ°E EVRILEN ISI VE ENERJİ DEĞERLERİ
C
C ----- GÜNLÜK TOPLAM GÜNES ENERJİSİ -----
C
    TOP(16)=TOP(16)+EN(IY)
C ----- GÜNLÜK ISI KAZANCI -----
    TOP(17)=TOP(17)+QIN(NV,IM,IY)*CMJ
C ----- GÜNLÜK ISI KAYBI -----
    TOP(18)=TOP(18)+QKAY(NV,IM,IY)*CMJ
C ----- BINANIN GÜNLÜK ISI İHTİYACI -----
    TOP(19)=TOP(19)+QYUK(NV,IM,IY)*CMJ
C ----- GÜNLÜK GÜNEŞTEN SAĞLANAN ENERJİ -----
    TOP(20)=TOP(20)+QSOL(NV,IM,IY)*CMJ
C ----- GÜNLÜK YARDIMCI ENERJİ -----
    TOP(21)=TOP(21)+QYAR(NV,IM,IY)*CMJ
300. CONTINUE
C ----- GÜNLÜK ORTALAMA GIY -----
    TGİY(NV,IM)=TOP(1)/24.
    QINT(NV,IM)=TOP(2)
C TOPLAM ISI KAYBI -----
    QKAYT(NV,IM)=TOP(3)
C -- GÜNLÜK YÜZEY KACAGı -----
    GYK(NV,IM)=TOP(4)
C -- GÜNLÜK ODA KACAGı -----
    GOK(NV,IM)=TOP(5)
C -- GÜNLÜK TOPLAM BINA KACAK KATSAYISI -----
    GTOKINV,IM)=TOP(6)
C -- GÜNLÜK TOPLAM BINA KACAK KATSAYISI -----
    TUKAC(NV,IM)=TOP(7)
C -- GÜNLÜK BINA ISI İHTİYACI -----
    TQYUK(NV,IM)=TOP(8)
C -- GÜNLÜK BINA ISI İHTİYACININ GÜNEŞTEN SAĞLANAN KISMİ-----
    TQSOL(NV,IM)=TOP(9)
C -- GÜNLÜK YARDIMCI ENERJİ KISMİ-----
    TQYAR(NV,IM)=TOP(10)

```

EK II - (Devam)

```

C ----- GÜNLÜK ORTALAMA ODA SICAKLIĞI -----
    TODAO(NV,IM)=TOP(11)/24.
C ----- AYLIK ORTALAMA ODA SICAKLIGI
C     ATODA=ATODA+TODAO
C ----- GÜNLÜK ORTALAMA DIS HAVA SICAKLIĞI -----
    TDI(NV,IM)=TOP(12)/24.
C ----- GÜNLÜK TOPLAM GÜNES ENERJISİ -----
    GEN(NV,IM)=TOP(13)
C ----- AYLIK ORTALAMA DIS HAVA SICAKLIĞI -----
    ATDIS=ATDIS+TDI
C ----- GÜNLÜK ORTALAMA RÜZGAR HIZI
    RUZT(NV,IM)=TOP(14)/24.
C 11.--- GÜNES ENERJISINDEN SAĞLANAN ISI
    TQS(NV,IM)=TOP(15)
C
C ----- AYLARIN ORTALAM DEGERLERİ
C ----- MJ'E EVRILEN ISI VE ENERJI DEGERLERİ
C
C ----- GÜNLÜK TOPLAM GÜNES ENERJISI -----
C
    GENM(NV,IM)=TOP(16)
C ----- GÜNLÜK ISI KAZANCI -----
    QINM(NV,IM)=TOP(17)
C ----- GÜNLÜK ISI KAYBI -----
    QKAYM(NV,IM)=TOP(18)
C ----- BINANIN GÜNLÜK ISI İHTİYACI-----
    QYUKM(NV,IM)=TOP(19)
C ----- GÜNLÜK GÜNESTEN SAĞLANAN ENERJİ -----
    QSOLM(NV,IM)=TOP(20)
C ----- GÜNLÜK YARDIMCI ENERJİ -----
    QYARM(NV,IM)=TOP(21)
C-- VERIM HESABI ----- VERIM=KAZANC/GUNESTEN SAGLANAN ENERJİ
C
    IF(TQS(NV,IM).LE.0.0) GO TO 113
    VERIM(NV,IM)= (QINT(NV,IM))/(TQS(NV,IM))
    IF(VERIM(NV,IM).GT.1.0) VERIM(NV,IM)=1.0
    GO TO 350
113  VERIM(NV,IM)=0.0
C ... AYLIK DEGERLERIN HESABI
C ----- AYLIK GIY -----
350  TOPA(1)=TOPA(1)+TDI(NV,IM)
    TOPA(2)=TOPA(2)+TODAO(NV,IM)
    TOPA(3)=TOPA(3)+GEN(NV,IM)
    TOPA(4)=TOPA(4)+RUZT(NV,IM)
    TOPA(5)=TOPA(5)+QINT(NV,IM)
    TOPA(6)=TOPA(6)+QKAYT(NV,IM)
    TOPA(7)=TOPA(7)+TGIY(NV,IM)
    TOPA(8)=TOPA(8)+VERIM(NV,IM)
    TOPA(9)=TOPA(9)+TQYUK(NV,IM)
    TOPA(10)=TOPA(10)+TQSOL(NV,IM)
    TOPA(11)=TOPA(11)+TQYAR(NV,IM)
    TOPA(12)=TOPA(12)+TQS(NV,IM)
    TOPA(13)=TOPA(13)+GYK(NV,IM)
    TOPA(14)=TOPA(14)+GOK(NV,IM)
    TOPA(15)=TOPA(15)+GTOK(NV,IM)
    TOPA(16)=TOPA(16)+TUKAC(NV,IM)
    TOPA(17)=TOPA(17)+GENM(NV,IM)
    TOPA(18)=TOPA(18)+QINM(NV,IM)
    TOPA(19)=TOPA(19)+QKAYM(NV,IM)
    TOPA(20)=TOPA(20)+QYUKM(NV,IM)
    TOPA(21)=TOPA(21)+QSOLM(NV,IM)

```

EK II - (Devam)

```

      TOPA(22)=TOPA(22)+QYARM(NV,IM)
C ---- AYLIK DEGERLERIN HESABI -----
C
      IF(INV.EQ.NVER.AND.IM.EQ.NGUN(NV)) GO TO 453
      IF(IAY.EQ.AY) GO TO 119
453   NAY=NAY+1
          ATOP(1,NAY)=TOPA(1)/NGIY
          ATOP(2,NAY)=TOPA(2)/NGIY
          ATOP(3,NAY)=TOPA(3)/NGIY
          ATOP(4,NAY)=TOPA(4)/NGIY
          ATOP(5,NAY)=TOPA(5)/NGIY
          ATOP(6,NAY)=TOPA(6)/NGIY
          ATOP(7,NAY)=TOPA(7)/NGIY
          ATOP(8,NAY)=TOPA(8)/TOPA(10)
          IF(ATOP(8,NAY).GT.1.0)ATOP(8,NAY)=1.0
          ATOP(9,NAY)=TOPA(9)/NGIY
          ATOP(10,NAY)=TOPA(10)/NGIY
          ATOP(11,NAY)=TOPA(11)/NGIY
          ATOP(12,NAY)=TOPA(12)/NGIY
          ATOP(13,NAY)=TOPA(13)/NGIY
          ATOP(14,NAY)=TOPA(14)/NGIY
          ATOP(15,NAY)=TOPA(15)/NGIY
          ATOP(16,NAY)=TOPA(16)/NGIY
          ATOP(17,NAY)=TOPA(17)/NGIY
          ATOP(18,NAY)=TOPA(18)/NGIY
          ATOP(19,NAY)=TOPA(19)/NGIY
          ATOP(20,NAY)=TOPA(20)/NGIY
          ATOP(21,NAY)=TOPA(21)/NGIY
          ATOP(22,NAY)=TOPA(22)/NGIY
          DO 661 I=1,22
661   TOPA(I)=0.0
          NGIY=0
119   IAY=AY
        IYIL=YIL
        NGIY=NGIY+1
400   CONTINUE
500   CONTINUE
C ----- TOPLAM SONUCLAR-
C
          DO 46 K=1,22
          DO 46 N=1,NAY
              SONT(K)=SONT(K)+ATOP(K,N)
46    CONTINUE
          DO 66 II=1,22
              SONT(II)=SONT(II)/NAY
66    CONTINUE
          RETURN
          END

```

EK III - Güneş evinin ısıtma döneminde ölçülen güneş enerjisi, rüzgar hızı ve dış hava sıcaklığı verileri kullanılarak hesaplanan GIY, Q_{kazanc} ve $Q_{\text{kayıp}}$ değerleri.

KASIM 1981

GÜN	THAVA	TODA	ENERJİ (W/m ²)	RÜZGAR M/Sn.	QKAZANC (W/m ²)	QKAYIP (W/m ²)	GIY
1	19.1	30.1	4516.66	1.6	1052.63	2828.35	1.00
2	20.3	32.0	4624.99	1.4	1250.80	3233.08	1.00
3	20.2	33.4	4652.77	1.5	1431.94	3599.56	1.00
4	15.9	31.3	561.11	3.3	1376.73	2910.35	1.00
5	12.2	27.5	4958.33	3.7	1195.79	3441.53	1.00
6	12.3	28.3	4936.11	1.8	1389.27	3666.07	1.00
8	16.4	26.6	4311.11	1.7	1039.37	2694.14	1.00
9	16.8	28.3	3544.44	2.0	1212.47	2972.92	1.00
11	15.9	24.9	2669.44	2.5	834.42	2101.73	1.00
12	12.4	23.6	2258.33	4.0	934.43	2359.82	1.00
13	9.8	22.5	4677.77	2.2	1079.37	3016.61	1.00
14	10.9	24.3	4355.55	1.9	1278.85	3298.02	1.00
15	14.6	25.1	855.55	3.5	1008.48	2168.67	1.00
18	12.6	16.6	1036.11	1.7	329.18	787.69	0.69
19	12.5	17.5	4197.21	1.5	515.99	1692.62	0.83
20	11.0	18.8	1161.11	2.5	797.00	1800.08	1.00
21	11.7	18.5	3955.55	2.5	686.85	2099.63	0.97
22	11.9	21.6	4719.44	1.4	1186.84	2982.50	1.00
23	11.8	22.8	4725.00	1.6	1327.45	3350.77	1.00
24	12.2	24.4	4649.99	1.0	1489.42	3597.36	1.00
25	11.9	25.0	4819.44	1.5	1521.96	3815.54	1.00
26	13.6	26.4	4744.44	1.9	1526.80	3816.70	1.00
27	12.7	26.6	3672.22	2.1	1540.98	3641.31	1.00
28	14.5	26.2	1494.44	3.1	1219.66	2640.51	1.00
29	12.8	23.1	819.44	1.2	865.22	1864.97	1.00
30	12.7	20.9	413.89	1.7	573.41	1277.92	1.00

EK III - (Devam)

ARALIK 1981

GÜN	THAVA	TODA	ENERJİ (W/m ²)	RÜZGAR M/sn.	QKAZANC (W/m ²)	QKAYIP (W/m ²)	GIY
2	12.7	21.2	4108.33	1.6	878.15	2390.65	1.00
3	12.0	22.6	3855.55	2.2	1139.33	2923.90	1.00
5	13.8	21.1	1077.78	3.5	711.75	1567.00	1.00
6	13.1	20.0	1888.89	2.1	625.53	1547.44	1.00
7	14.1	21.5	4325.00	1.9	793.89	2244.63	1.00
8	13.4	22.3	1125.00	1.8	910.67	1944.37	1.00
9	12.7	20.5	997.22	1.8	687.54	1521.93	1.00
10	12.3	19.4	2436.11	1.6	598.03	1605.02	1.00
11	14.1	20.2	711.11	1.9	555.49	1240.68	1.00
12	14.4	20.8	3780.55	2.3	632.94	1876.70	1.00
13	14.2	22.0	1297.22	3.0	780.99	1749.94	1.00
14	12.9	20.0	250.00	1.8	614.58	1250.20	1.00
15	14.9	18.9	172.22	1.7	293.75	636.34	1.00
16	7.9	16.5	2486.11	1.5	517.19	1529.37	0.83
17	10.3	17.0	225.00	2.2	490.07	1081.34	0.83
20	11.5	18.8	1102.78	2.1	719.68	1558.58	0.99
21	13.7	19.6	2886.11	2.4	610.58	1686.61	1.00
22	11.1	19.8	4027.78	1.6	902.91	2463.00	1.00
23	13.7	22.1	3227.78	1.8	1020.80	2511.11	1.00
24	12.1	21.4	313.89	1.5	951.26	1875.47	1.00
25	12.2	20.2	4166.66	1.5	794.01	2201.71	1.00
31	10.8	18.5	4402.77	1.5	855.78	2317.10	0.94

EK III - (Devam)

OCAK 1982

GÜN	THAVA	TODA	ENERJİ (°C) (°C)	RÜZGAR (W/m ²)	OKAZANÇ M/sn.	OKAYIP (W/m ²)	GIY (W/m ²)
1	10.5	20.3	4375.00	1.6	1149.64	2942.93	1.00
3	12.1	18.7	763.89	1.3	635.97	1346.19	1.00
4	12.8	17.6	397.22	3.1	428.58	942.48	0.87
5	12.2	18.0	4263.88	1.8	545.91	1780.81	0.88
6	10.5	19.5	2986.11	1.7	949.16	2364.90	0.99
7	11.9	20.1	1147.22	1.3	855.90	1809.00	1.00
10	6.1	15.9	1555.55	1.7	808.01	1839.86	0.80
11	8.8	15.3	272.22	1.1	512.05	1094.02	0.67
12	11.3	15.2	1080.55	1.1	268.07	747.65	0.51
13	11.4	16.5	4005.55	1.4	505.20	1645.56	0.76
14	9.5	17.7	994.44	3.7	794.07	1797.24	0.93
15	6.8	16.3	4013.89	4.5	880.32	2495.58	0.84
19	7.6	19.6	4919.44	1.5	1177.08	3110.36	0.99
20	7.9	20.9	3666.67	1.8	1327.12	3249.56	1.00
21	9.3	21.3	3327.78	3.1	1225.71	3051.08	1.00
22	8.5	20.9	4563.88	2.2	1231.89	3290.01	1.00
23	9.5	22.2	4430.55	2.1	1328.94	3446.10	1.00
24	10.9	23.0	4305.55	3.3	1291.99	3513.61	1.00
25	11.5	23.6	2280.55	2.3	1266.25	2900.81	1.00
27	10.7	16.8	1186.11	3.0	558.06	1289.74	0.80
28	10.9	17.0	3636.11	1.9	590.76	1806.01	0.83
29	10.9	18.6	2672.22	2.2	815.37	2081.97	0.98
30	9.4	18.0	783.33	2.9	823.01	1807.44	0.96
31	7.9	15.6	227.78	1.8	623.23	1282.81	0.74

EK III - (Devam)

SUBAT 1982

GÜN	THAVA	TÜDA	ENERJİ	RÜZGAR	OKAZANC	OKAYIP	GIY
	(°C)	(°C)	(W/m²)	(M/Sn)	(W/m²)	(W/m²)	
1	1	9.9	15.0	2077.78	1.9	387.48	1143.49 0.61
1	2	8.8	15.3	1563.89	3.0	529.70	1390.65 0.68
1	3	5.1	14.9	4491.66	3.0	849.33	2541.80 0.75
1	4	5.8	17.2	4650.00	2.6	1152.08	3085.28 0.90
1	6	5.5	16.3	4697.21	4.0	1085.95	2964.90 0.85
1	7	7.1	17.9	4352.77	2.5	1158.48	3076.83 0.95
1	8	6.9	19.0	4258.32	1.7	1322.66	3291.73 0.98
1	9	7.2	19.9	4536.11	2.1	1411.15	3526.10 1.00
1	10	7.5	19.4	588.89	2.0	1200.37	2468.49 1.00
1	11	9.9	17.5	825.00	3.2	678.76	1524.09 0.90
1	12	11.1	18.0	3811.11	2.3	673.11	1939.79 0.89
1	13	9.8	18.6	3141.67	3.0	847.22	2385.86 0.99
1	14	6.5	17.6	1655.55	2.9	995.34	2351.56 0.94
1	16	5.4	16.3	4363.88	1.7	1108.41	2826.69 0.86
1	17	6.0	17.8	4361.10	1.7	1272.02	3177.78 0.93
1	18	6.5	18.1	4252.77	1.7	1219.93	3273.01 0.96
1	19	7.0	18.3	405.55	3.6	1151.48	2386.67 0.98
1	20	7.3	15.7	588.89	4.7	679.23	1526.18 0.76
1	21	7.3	14.8	3900.00	1.9	635.47	1947.32 0.70
1	22	10.1	17.4	2602.78	2.3	800.90	2009.85 0.90
1	23	13.3	19.5	3238.89	3.2	759.25	2034.95 1.00
1	24	10.9	19.8	3683.33	2.0	1015.83	2597.76 0.99
1	25	11.2	20.9	3647.22	1.9	1129.47	2808.76 1.00
1	26	13.5	21.8	1816.67	2.9	999.47	2238.87 1.00
1	27	15.1	21.3	1030.56	4.9	678.82	1579.47 1.00

EK III - (Devam)

MART 1982

GÜN	THAVA	TUDA	ENERJİ (W/m ²)	RÜZGAR M/Sn.	QKAZANG (W/m ²)	QKAYIP (W/m ²)	GIY
(°C)	(°C)						
1	8.7	14.1	580.55	1.7	421.16	920.91	0.55
2	9.9	14.1	2980.55	1.6	338.64	1273.68	0.45
3	10.9	16.2	3011.11	1.9	575.55	1743.42	0.67
4	11.8	17.9	3655.55	1.7	749.61	2173.15	0.91
5	12.5	19.4	625.00	2.7	850.04	1752.63	1.00
7	13.2	18.6	3994.44	2.1	525.68	1856.63	0.93
8	11.6	20.1	1152.78	2.2	871.47	1899.31	1.00
9	9.0	18.4	1955.55	3.2	844.20	2019.46	0.97
10	6.7	17.0	2736.11	2.5	859.24	2151.79	0.89
11	8.2	18.0	3486.11	2.2	907.06	2349.93	0.93
12	8.7	18.3	1294.44	1.9	912.46	1978.93	0.98
13	11.1	18.6	2966.67	4.2	717.76	1943.25	0.96
14	11.3	19.6	3491.67	2.1	891.09	2266.87	0.97
15	13.8	21.4	2747.22	1.9	904.43	2122.72	1.00
16	14.4	21.8	1152.78	3.0	822.58	1761.91	1.00
23	16.0	21.7	2119.44	1.9	529.09	1448.30	1.00
24	11.5	20.5	986.11	2.7	725.62	1707.40	1.00
25	7.6	17.7	3369.44	5.2	715.32	2360.97	0.95
26	9.2	19.2	3233.33	2.6	874.71	2373.44	0.98
27	10.6	19.8	3266.67	2.1	842.03	2398.04	1.00
28	11.7	20.7	3258.33	2.3	881.73	2468.89	1.00
29	13.3	21.9	3330.55	2.1	895.99	2483.88	1.00
30	14.3	22.9	2786.11	1.9	935.68	2437.16	1.00
31	15.1	23.2	2522.22	1.6	874.86	2215.20	1.00