

# PASİF SİSTEMLE ISITILAN GÜZELBAHÇE GÜNEŞEVİ NDEKİ MİMARİ VE YAPISAL ÖNLEMLERİN ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİ

**Fikret OKUTUCU**

## ÖZET

Yazar tarafından 1994 yılında projelendirilen ve inşa edilen Güzelbahçe Güneşevi 150 m<sup>2</sup> büyüklüğünde iki katlı bir yapıdır. Bu yapıdaki:

1. Mimari tasarımın kendisi aracılığı ile yapılan enerji tasarrufu,
2. Yapı dış kabuğunda yer alan güneş enerjisini ısıya dönüştüren yapı elementleri aracılığı ile kazanılan enerji miktarı,
3. Yapının merkezi bölgesinde yer alan rüzgar tutucu bacanın serinletmeye olan katkısı ve
4. Yapının beş yıllık gözlem ve ölçüme dayalı sonuçları açıklanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Güneşevi, Enerji kazanımı, Güneşle ısıtma, Rüzgar tutucu baca

## ABSTRACT

Güzelbahçe Güneşevi which has been projected and built by the author in 1994 is a two story building covering an area of 150 m<sup>2</sup>.

In this building

1. Energy saving by architectural plan itself
2. Energy amount gained by the construction elements on the external building's shell which turn solar energy to heat.
3. Cooling effect of the wind catcher located at the central area of the building
4. The results of a five years observation and measurement are explained.

**Key Words:** Solar house, Energy saving, Solar heating, Wind scoop.

## 1.GİRİŞ

Güzelbahçe Güneşevi projesindeki sistem ile, konut ve işyerlerindeki mekanların güneş enerjisi ile ısıtılarak mekan kalitelerinin artırılması, çevre kirliliğinin azaltılması ve parasal kazanç elde edilebileceğinin kanıtlanması amaçlanmıştır.

Yapılarda ısı geçişi sorunlarının çözümündeki temel güçlükler onların iyi tanımlanamaması, iklimle ve zamanla değişen, çok boyutlu ve pek çok durum için doğrusal olmamasından kaynaklanmakta ve eldeki analitik çözümler sayısız sadeleştirici ön kabullere dayalı bulunmaktadır. Hesaplamalarda sadelik için yapılan bu ön kabuller ise her yöntemde farklı olmakta, dolayısı ile değişik noktalarda

hassas sonuçlar alınmamaktadır. Bu nedenle yapılarda ısı geçişi sorunlarının çözümünde gerçekçi sonuçların alınabilmesi için izlenecek yolun seçiminde uygulamanın niteliği önem kazanmaktadır[1].

Pasif sistem tasarım yöntemlerinin pek çoğu küçük ve sade binalar için geliştirilmiş olmakla birlikte, büyük yapılara da uygulanabilecek özelliktedir[2].

## 2.BÖLGE İKLİMİNİN OLUŞTURDUĞU TİPİK DURUMLARA YAPISAL ÖNLEMLER

Yaz aylarında kapalı tutulan ve havalandırılmayan binalarda aşırı ısı birikmesi meydana gelmektedir. Bu durumu iyileştirmenin en etkili yolu binayı çatı, saçak ve bitki örtüsü ile gölgelemek ve bina içinde kumanda edilebilir doğal bir havalandırma düzeneği oluşturmaktır. Yaz aylarındaki relatif nem miktarı gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklarının fazla olmamasına neden olur. Bu da binanın bir sonraki güne yeterince soğuyamadan başlaması demektir. Bu nedenle öyle bir havalandırma sistemi aranmalıdır ki mekanlara serin ve kuru hava gönderebilsin. Aşağıda anılan sistemin çalışması için gereken enerji, batı ve kuzey rüzgarlarının kendi enerjilerinde vardır. Sıcak ve rüzgarsız havalarda bile yüksek basınçlı cam ev ile bir ucu dış havaya diğer ucu iç mekana bağlı olan hava bacaları arasında hava sirkülasyonu oluşacaktır (Yazarın 1989 yılında projelendirip kısmen inşa ettirdiği Murat Reis Kültür Merkezi Binası'ndan elde ettiği deneysel bilgiler de bunu kanıtlamaktadır).

Kış aylarında ısı yükünü, soğuk hava, yüksek relatif nem ve soğuk rüzgarlar belirler. Pasif güneş enerjisi ile, kapalı mekanlardaki relatif nem miktarı düşürülerek bina ısıtması daha kolay sağlanabilir. Relatif nem miktarı düşürülmüş havanın ısıtılması için de, enerji depolama kapasitesi yüksek olan malzemelere enerji depolayıp, depolanan bu enerjiyi mekana göndermek gibi direkt kazanım sistemleri olduğu gibi, tekniğine uygun olarak inşa edilmiş seralar ve Trombe duvar gibi depoladığı enerjiyi kısmen direkt, kısmen de hava kolektörü gibi çalıştırarak indirekt olarak mekana ileten sistemler vardır. Kış aylarında istenmeyen rüzgarların binadan alıp götürdüğü enerjiyi azaltmak binanın doğru yönlendirilmesi, formu, çevresinin bitkilendirilmesi, pencere ve kapılarının sızdırmazlıklarının sağlanması ile mümkün olur.

## 3.ARSA MİKROKLİMA VE BİTKİ ÖRTÜSÜ

Arsa 330 m<sup>2</sup> büyüklüğündedir. Doğudan batıya yükselen bir yamacın sırt bölümündedir. Yakın çevresindeki konutlar ikişer katlıdır. Denizden yüksekliği ~50m'dir. Güneydoğusunda 6m. uzaklıkta ve 7m. yükseklikte bir yapı, güneybatısında 12m. uzaklıkta ve 7m. yükseklikte başka bir yapı vardır. Yaz aylarında İzmir'de en sık esen imbat rüzgarlarını engelleyen bir durum yoktur. Yöre için tipik olarak bilinen bitkiler, incir (Ficus carica), zeytin (Olea europaea) ve üzüm (vitis vinifera)'dür.

## 4.BİNANIN TANIMI

Zambak Sokak No:1 Güzelbahçe/İZMİR adresindeki bina, bodrum, zemin, birinci kat ve çatı katlarından oluşmaktadır. Taşıyıcı sistemi betonarmedir. Bodrum katında çamaşır makinası, kat kaloriferi kazanı, yakıt tankı ve hidrofor vardır. Zemin kat, yaşama,iki çam ev (sera), mutfak ve WC'den oluşmaktadır. Birinci katta üç yatak odası, iki cam ev, iki banyo ve tampon bölgeler vardır. Çatı kat ise, bir çatı odası, iki çatı arası deposu ve bir çatı terasından oluşmaktadır.

### 4.1.Cam Evler

Buradaki malzemeler, çok farklı ısı değerleri altında kaldıklarından kaliteleri ve yapısal özellikleri bakımından belli şartları sağlamak zorundadırlar. Güneşin UV ışınlarına dayanım, hava, sızdırmazlık, iç ortamda oluşabilecek yüksek nemden etkilenmeme, gerek dış ortamdan içeriye, gerekse iç ortamdan dışarıya olacak olan yoğun ısı transferini azaltmayı sağlayabilen alüminyum profillerin “ısı köprüsüz” olanı seçilmiştir. Dış ortama temas eden profil yüzey ile iç ortama temas eden profil yüzeyler birbirlerine ısı iletkenlik değeri daha düşük olan PVC aracılığı ile bağlanmışlardır. (Böylece ahşap pencerenin ısı değerine ulaşılması sağlanmıştır.) Cam evler için ikinci önemli karar dış çeperi oluşturan pencerelerin tek camlı, çekirdeği oluşturan bölgenin pencerelerinin ve kapılarının çift camlı yapılmış olmasıdır. Bundan amaçlanan şudur: Tek cam yüzeyler, güneş ışınlarını çift cam yüzeylerden daha az yansıtırlar. (Düşey yüzeyde tek camdan yansıyan enerji yaklaşık olarak %8, çift camdan %15'tir.) Dolayısı ile de cam yüzeyin arkasına geçtikten sonra dalga boyu artarak ısıya dönüşen enerji miktarı artmaktadır. Cam bu fiziksel özelliği nedeni ile dalga boyu artmış olan enerjiyi dış ortama daha az göndermektedir. Bu nedenle kazanılıp cam ev içerisinde biriken enerji, çekirdek bölgesinin aralık bırakılan sürme pencereleri / kapıları aracılığı ile ısıtılması amaçlanan çekirdek bölgesine transfer edilmektedir. Artık kazanılmış olan bu enerjinin daha iyi ve daha uzun süreli korunabilmesi için de çekirdek bölgesi ile cam evin ortak pencerelerinin / kapılarının camları çift cam ile yapılmıştır.

Üçüncü karar, dış çeperde cam yüzeyler dışındaki karkas yüzeylerin tamamında dışarıdan ısı yalıtımı yapılmasıdır. Yalıtım, 60 x 25 x 5 cm boyutlu gaz beton G4 yalıtım plakları ile yapılmıştır. Plaklar, kaba yapının kalıp aşamasında, kolon ve kiriş kalıp tahtalarına iç yüzeylerinden altılık çivilerle çakılmıştır. Böylece, vibratörlü olarak dökülen hazır beton ile yalıtım plağı arasında çok iyi bir aderans sağlanmıştır. Bu durum, kaba yapının bitiminden sonra yapılacak olan yalıtım plağı yapıştırma işlemini, yani; yapıştırma harcını, işçiliğini ve zamanı tasarruf ederek her bir m<sup>2</sup> yalıtımda net 2, 65 \$ kazanç elde edilmesine olanak vermiştir.

Yaşama mekanının cam evinde bitki yetiştirildiğinden bahçe toprağı ile cam evin zeminine ısı ve su yalıtımı yapılmamıştır. Ancak yan duvarların iç yüzeylerine kanaviçeli likit membranla su yalıtımı ve 3 cm kalınlıktaki polistren levha ile ısı yalıtımı yapılmıştır. Mutfağın cam evinin zeminine, bu mekanda üretilen ısı bir bölümü depolanmak istenmiştir. Bu nedenle zemin; traverten kaplama yapıştırma harcı ve betonarme döşemenin kalınlığı ile toplam 20 cm kalınlığa ulaştırılmıştır. Bu kütleye depolanan enerjinin korunabilmesi için de bu mekanın altına 50 cm yükseklikte bir depo (hava boşluğu) yapmak ve deponun tavanına alttan 5 cm kalınlıkta polistren ısı yalıtım levhası ile yalıtım yapmak gerekmiştir.

Zemin kattaki cam evlerin tavanlarında yani aynı zamanda birinci kattaki cam evlerin zeminlerinde hiçbir ısı yalıtım önlemi almaya gerek yoktur. Ancak birinci kattaki ebeveyn yatak odası ile büyük çocuk odasının cam evlerini tavanlarında (çatı arası zeminine) 10 cm kalınlığında camyünü şilte serilerek ısı yalıtımı yapılmıştır. Bununla, yapı kütlesine (betonarme döşemelere) depolanan enerjiyi olabildiğince uzun süre koruyup yapının gece ile gündüz arasındaki ısı farkını düşük düzeyde tutabilmek amaçlanmıştır.

#### 4.2. Tampon Bölgeler

Binanın kuzeydoğu ve doğusunda yalnızca birinci katta, her yatak odası için birer tane tampon bölge vardır. Çekirdek bölge ile tampon bölgeler birbirlerinden birer sürme kapı / pencere ile ayrılmaktadırlar. Bu cam bölme elemanlar proje aşamasında hem katlanır hem de kayar elemanlar olarak tasarlanmıştır. Ancak her bir sürme + katlanır menteşenin / bağlantının fiyatının 315 \$ olması ve toplam 10 adet sürme + katlanır bağlantı için 3150 \$ ödenmek zorunda kalınması nedeniyle yapı sahibi bu sistemden istemeyerek de olsa vazgeçmiştir. Bu durum, tampon bölge ile çekirdeğin birleştirilmiş konumu için görsel sorunlar oluşturmuştur.

Tampon bölgeler, ısıtma sezonlarında çekirdek bölgeler için daha iyi ısınma ve daha iyi ses yalıtımı sağlarlar. Bu bölgelerde ısı üretilmez. Bu nedenle dış çeperdeki pencereler çift cam, bölme işlevine sahip ara pencere / kapılar tek cam yapılmışlardır. Ara pencere / kapılar ısıtma sezonu dışında her zaman açık tutulmaktadırlar.

Birinci kat planında görüldüğü gibi kuzeydoğu cephenin kolon hattı dışında kalan eğri hat, kapalı çıkmadır. Çıkmanın zemini alttan yani dış havaya temas eden tarafta 10 cm kalınlığında cam yünü

şilte ile yalıtılıp üzeri 2 cm kalınlığındaki rabitalı ahşap lambri ile kaplanmıştır. Tavan, betonarme plak üzerine çatı arasına serilen 10 cm kalınlığındaki cam yünü şilte ile yalıtılmıştır.

### 4.3. Trombe Duvarlar

Güzelbahçe Güneşevi'nin güneydoğu cephesinde zemin katta iki adet, birinci katta iki adet olmak üzere toplam dört adet trombe duvar vardır. her birinin taban alanı  $0.39 \times 2.05 = 0.8 \text{ m}^2 + 0.2 \text{ m}^2$  alüminyum doğrama taban alanı ( $0.10 \times 2.05$ ) olmak üzere  $1.00 \text{ m}^2$ 'dir. Zemin kattaki iki trombe duvarın yüzey alanları toplamı  $2 (2.05 \times 2.20) = 9.00 \text{ m}^2$ , 1. kattaki iki trombe duvarın yüzey alanları toplamı da  $2 (2.05 \times 2.60) = 11.00 \text{ m}^2$ 'dir. Bu kattaki trombe duvarlar da, sürme alüminyum doğramayı açıp kapatabilmek ve dış ortama görsel bağlantı oluşturabilmek için birer adet  $0.30 \times 0.60 = 0.18 \text{ m}^2$  büyüklüğünde ahşap doğramalı pencere vardır. Birinci kattaki cam evlerin ahşap storları cam evleri iç duvarı üzerindedir. Storların 0.30 m yüksekliğindeki stor sandıklarını oluşturabilmek için bu katın çevre girişleri ters giriş olarak yapılmıştır. Birinci kattaki trombe duvarların yüksekliği bu nedenle zemin kattakilerden 0.40 m daha yüksektir. Tüm trombe duvarlar 9 x19 x5 cm boyutlarındaki iyi fırınlanmış dolu ocak tuğlaları ile örülmüştür. Yüzeydeki tozmayı engellemek, nem ve yağmur suyunun emilmesini en aza indirmek amacıyla iç ve dış tüm tuğla duvar yüzeylerine Caporol Firması'nın karkas elemanlar için ürettiği emprenye malzemesi Disboksan 451 fırça ile üç kat sürülmüştür.

Bilindiği kadarı ile, Güzelbahçe Güneşevi trombe duvarları aşağıdaki özellikleri ile hem literatürdeki hem de yazar tarafından ziyaret edilmiş olan gerek yurtiçi gerek yurtdışı örneklerinden farklıdır.

Birinci fark, trombe duvarların cam yüzeyi alüminyum sürme doğramalar yardımı ile açılabilir olmasıdır. Böylece ısıtma sezonu dışında istenmeyen / gerekmeyen ısıtma engellenmektedir. Cam yüzeyin açılır olmasının diğer yararı da camların iç yüzeylerinin silinebilmesine olanak vererek duvarın verim kaybına uğramasını önlemesidir.

İkinci fark, duvarların yan kenarlarına çepeçevre ısı yalıtım plağı konulmuş olmasıdır. Böylece  $4,5 \text{ m}^2$  yüzeyli her bir trombe duvarda  $1,6 \text{ m}^2$  yüzeyli bir ısı köprüsü yok edilmiş olmaktadır. İkinci bir verim artışı da bu yolla sağlanmaktadır. Yalıtım plağı olarak Heraklite seçilmiştir. Plağın her iki yüzeyindeki çimento bazlı karışım, duvarın kendisini taşıyan betonarme çerçeve ile daha iyi bağlanmasını sağlamaktadır. Bu bağlantı ayrıca  $\varnothing 20 \text{ L}=400 \text{ mm}$  boyutlu demir ankraj elemanları ile kuvvetlendirilmiştir. Ankraj elemanlarının oluşturacağı ısı köprüleri elemanın tuğla duvar içinde kalan bölümünün üzerine geçirilen hortumun içerisine poliüretan köpük sıkılarak en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Güzelbahçe Güneşevi'nin kış aylarındaki performansını, beş yıllık ısıtma sezonu ortalaması olan 150 litre mazot/ısıtma sezonu değeri en iyi şekilde anlatmaktadır. Çok az sayıda yapılabilen ölçümlerden 21 Aralık saat 21:00'de yaşama mekanındaki sıcaklık  $18,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , nem %65 'tir.Yapının bu performansında etkili olan 19,20 21 Aralık 2000 günlerindeki meteorolojik değerler aşağıdadır. Anılan günlerde ısıtma amaçlı yabancı enerji de kullanılmamıştır.

## 5.PASİF GÜNEŞ ENERJİSİ YARDIMI İLE SERİNLETME

Murat Reis Kültür Merkezi Binası'nda edinilen deneyimden yararlanılarak Güzelbahçe Güneşevi iç mekanlarında yaz ayları için yapay yolla doğala yakın / benzer bir hava hareketi oluşturulmuştur.

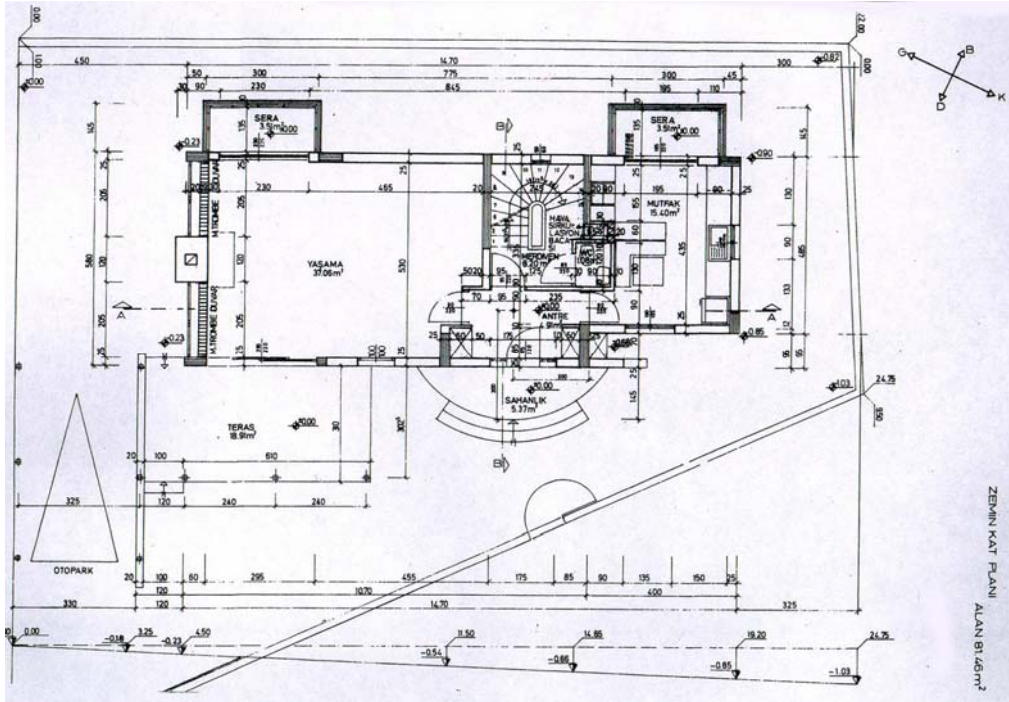
Bodrum kattan başlayıp çatının en üst kattaki mahyasının 0.50 m üstünde biten  $0.45 \text{ m} \times 0.65 \text{ m}$  enkesit alanlı, 10.80 m uzunluğunda bir hava bacası merdiven evine bitişik inşa edilmiştir. Bodrum katın içinde ve her katın merdiven sahanlığında olmak üzere toplam dört adet  $0.35 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}$  boyutlu kapaklı menfez aracılığı ile sürme kapıları yarı kapalı konumdaki camevler ve Trombe duvarlar arasında doğal bir hava hareketi oluşturulmaktadır. Bu hava hareketi, baca içindeki ısının ve basıncın Trombe duvar veya camev içindeki ısı ve basınçtan farklı olması nedeniyle gerçekleşmektedir. Bina

içindeki fazla nem de bu yolla azaltılmaktadır. Rüzgar tutucu baca/hava bacası ayrıca kirli çamaşır şutu olarak ta kullanılmaktadır.

3 Temmuz 2000, saat 14:00'te dış hava kuru termometre sıcaklığı 34°C, rüzgar batıdan 4.1m/sn hızda ve nem %35 olarak ölçüldüğünde bina içinde yaşama mekanındaki 1.50 m yükseklikte hava sıcaklığı 28°C, hava hareketi hızı hava bacasından yarı kapalı konumdaki yaşama mekanının camev yönüne doğru 1.8m/sn ve nem %45 olarak ölçüldü.



Şekil 1. Güzelbahçe Güneşevi Güneydoğu Görünüşü.



Şekil 2. Zemin Kat Planı.





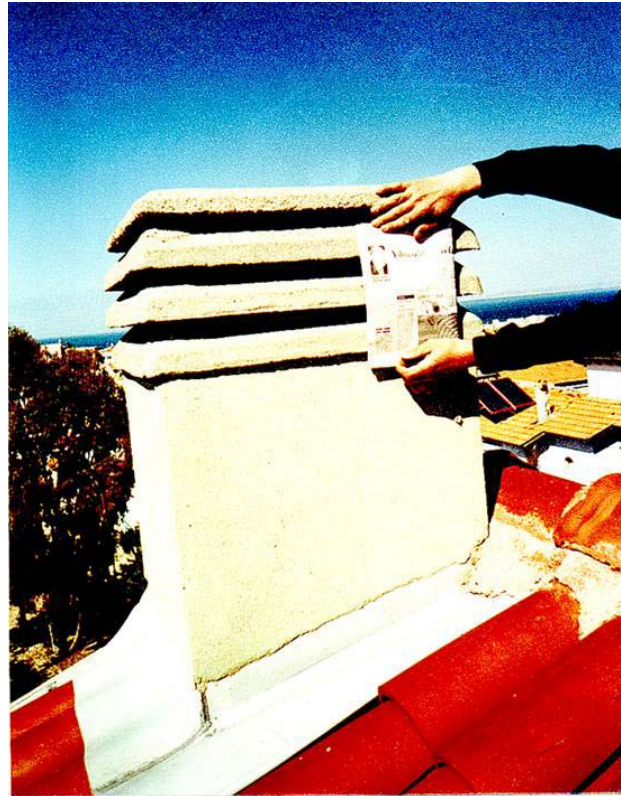
Şekil 6. Trombe Duvar Dışarıdan Görünüş.



Şekil 7. Trombe Duvar İçeriden Görünüş.



**Şekil 8.** Rüzgar Bacasının Çıkış Kapakları Ve Çamaşır Şutu.



**Şekil 9.** Beş Yıllık Kullanımdan Sonraki Kalfiner Bacasının Fotoğrafi.



**Tablo 1.** Pasif Sistemli (PS) ve Pasif Sistemsiz (PS'siz) Yapının “U” Değerleri.

YAPI ELEMANI	PS'siz YAPI “u” değeri kcal/m <sup>2</sup> h°C	PS'li YAPI “u” değeri kcal/m <sup>2</sup> h°C
Dış Duvar	1,50	0,55
İç duvar	1,82	1,16
Kolon-kirişler	2,30	1,57
Tampon bölge	-	0,47
Trombe bölge	-	1,50
Çatı	3,30	0,31
Zemin K. Zemin	1,82	0,50
Ara Döşeme	1,61	1,61
B. banyo zemini	3,30	0,36
Pencere	4,5	3,10
u ort.	2,17	0,81

MEKAN ADI	PS'siz YAPI Toplam Isı Kaybı kcal/m <sup>2</sup> h°C	PS'li YAPI Toplam Isı Kaybı kcal/m <sup>2</sup> h°C
Salon	3461	1878
Antre	355	225
Mutfak	1366	659
Büyük Çocuk O.	1935	899
Küçük Çocuk O.	1101	456
Büyük Banyo	1362	510
Küçük Banyo	401	153
Ebeveyn Yatak O.	2390	893
Koridor	498	194
Merdiven	198	62
TOPLAM	13067 = 15,2 KW/m <sup>2</sup> °C	5930 = 6,9 KW/m <sup>2</sup> °C

**Tablo 2.** İklim Verileri, Pasif Sisteme İlişkin Büyüklükler, Enerji İhtiyacı ve Tasarruf Miktarı.

Yeri	27° Doğu Meridyeni, 38° Kuzey Paraleli Güzelbahçe-İZMİR	
Ocak ayı ortalama sıcaklık		8,5°C
Yıllık ortalama sıcaklık		17,6°C
Isıtma sezonu ortalama sıcaklığı		10,7°C
Derece-Gün		950
Toplam alan		246m <sup>2</sup>
Toplam ısıtılan alan		170m <sup>2</sup>
Toplam ısıtılan hacim		436m <sup>3</sup>
Toplam ısıtılan alanın, toplam ısıtılan hacime oranı 170 ÷ 436		0,39
Pasif sistem (PS) elemanlarının yatay düzlemdeki alanı		20m <sup>2</sup>
Pasif sistem elemanlarının düşey düzlemdeki alanı		75m <sup>2</sup>
Bir ısıtma sezonundaki (15 Ekim - 15Mart = 150gün) Isıtma ihtiyacı hesap değeri	14500KWh/sezon	
Bir ısıtma sezonunda tüketilen mazotun enerji değeri (150kg/sezon x 13KWh/kg)	1950KWh/sezon	
Güneşin katkısı 14500KWh/sezon – 1950KWh/sezon	12550KWh/sezon	
Enerji tasarrufu		%86

## SONUÇ

Yapısal özellikleri ve bulunduğu iklim tarif edilen Güzelbahçe Güneşevi'nde 154 günlük bir ısıtma sezonunda yapılan 12550 kWh lık enerji tasarrufu, sera ve Trombe duvarların düşey cam yüzeylerinin toplam 75 m<sup>2</sup>'lik alanına bölündüğünde, 1 m<sup>2</sup> düşey kolektör yüzeyinden 167 kWh / m<sup>2</sup> / sezon enerji elde edildiği beş yıllık gözlem sonucunda anlaşılmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] BALCOMB, J. D., JONES, R. W., V. D. "Passive Solar Heating Analysis: A Design Manual, Los Alamos National Laboratory, 1984.
- [2] BALCOMB, J. D., "Passive Solar Buildings", The MIT Press, 1983.

## ÖZGEÇMİŞ

### Fikret OKUTUCU

1954 yılı Şenkaya doğumludur. 1978 yılında Ege Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Mimarlık Bölümü'nü ve 1985 yılında da Berlin Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nü bitirmiştir. 1989 yılında pasif sistemle ısıtılan ve serinletilen Muratreis Kültür Merkezi'nin projesini ve inşaatının bir bölümünü yapmıştır. 1994 yılında yine pasif sistemle ısıtılan Güzelbahçe Güneşevi'nin proje ve inşaatını tamamlamıştır. 2002 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi'nden Doktor ünvanını almıştır. 2009 yılında Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'nden emekli olmuştur. Halen İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde yarı zamanlı öğretim üyesi olarak "Mimaride Pasif Isıtma ve Serinletme Teknikleri" dersi ile "Yapı Bilgisi" derslerini vermektedir.