

# **GÜNEŞ YÜK ORANI YÖNTEMİ İLE EDİLGEN SİSTEM PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**Prof. Dr. Necdet ÖZBALTA<sup>1</sup>, Arş. Gör. Erhan KIRTEPE<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Bornova, 35100, İzmir, TÜRKİYE,  
necdet.ozbalta1@gmail.com

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Bornova, 35100, İzmir, TÜRKİYE,  
erhan.kirtepe@gmail.com

# **GÜNEŞ YÜK ORANI YÖNTEMİ İLE EDİLGEN SİSTEM PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

## **ÖZET**

Bu çalışmada güneş enerjili edilgen ısıtma teknikleri uygulamalarını oluşturan Trombe duvarı, direkt kazanç ve kış bahçesi davranışları İzmir iklim koşullarında incelenmiştir. Bu sistemlerin incelemesinde güneş yük oranı yönteminden yararlanılmıştır. Her bir ısıtma tekniğinin farklı tasarımlarının ısı davranışları tüm ısıtma dönemi için analiz edilmiştir.

## **1.GİRİŞ**

Enerji kaynaklarının önemli bir bölümü mekanlarda ısı konforu sağlamak üzere binaların ısıtılması, soğutulması, iklimlendirilmesi ve aydınlatılması amacıyla kullanılmaktadır. Artan nüfusa bağlı olarak iklimsel konfor gereksiniminin sağlanabilmesi için enerji tüketimindeki artış kaçınılmazdır. Enerji kaynaklarının sınırlı olması ve iklim değişikliği, binalarda enerjinin etkin kullanımını gerektirmektedir. Türkiye’de yıllık enerji tüketiminin yaklaşık % 40 konutlara aittir.

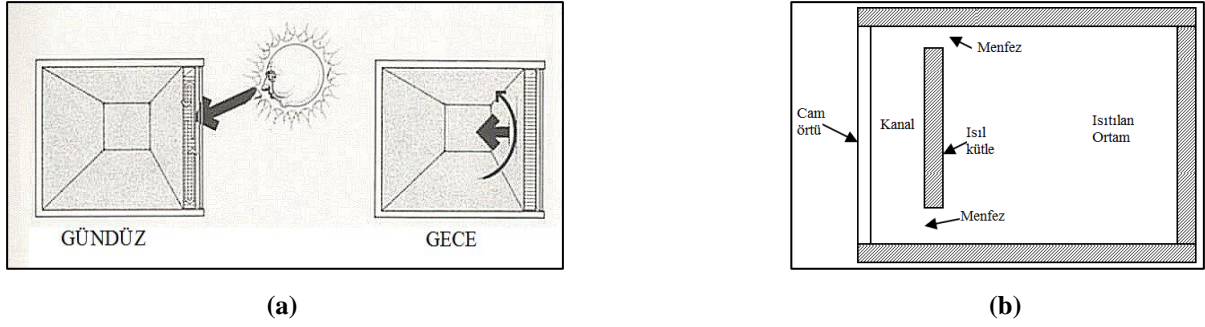
Enerji gereksiniminin karşılanmasında fosil kökenli yakıtlar ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Enerji fiyatlarının sürekli artış eğiliminde olması ülke ekonomilerine büyük yük getirmektedir. Fosil kökenli yakıtların neden olduğu çevresel sorunlar ise etkisini her geçen gün arttırarak hissettirmektedir. Fosil yakıt kullanımının neden olduğu ekonomik ve çevresel sorunların aşılmasında seçeneklerden biri de temiz enerjilerin kullanılmasıyla bina enerji performansının iyileştirilmesidir.

## **2. EDİLGEN ISITMA SİSTEMLERİ**

Güneş enerjisiyle binaların ısıtılmasında temel prensip; güneş enerjisinin toplanması, depolanması ve yaşam mekanına aktarılmasıdır. Bu işlevlerin bina elemanları tarafından gerçekleştirilebilmesinde mimari tasarım önemli bir etkidir. Bu kapsamda Trombe duvarı, kış bahçesi ve direkt kazanç yöntemleri öne çıkan tasarımlardır.

## 2.1 Trombe Duvarı

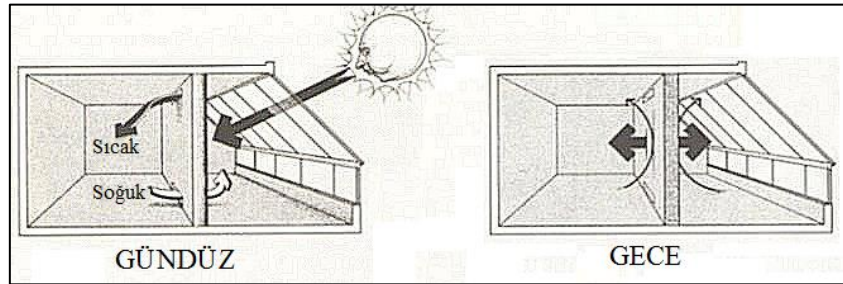
Trombe duvarı binaları ısıtmak amacıyla, güneş enerjisini toplamak ve depolamak için ısı kütlesi ve cam örtüden oluşan bir edilgen ısıtma tekniğidir [1, 2, 3]. Isıl kütlede depolama kapasitesi yüksek olup, etkinliğinin artırılması için güneşe yönelik tasarlanır. Ayrıca güneş enerjisini yutma oranının iyileştirilmesi amacıyla dış yüzeyi mat veya koyu renklidir. Dış atmosferik etkilerden korumak amacıyla ısı kütlesinin önünde cam örtü bulunur. Isıl kütle ile cam örtü arasında hava akış kanalı yer alır. Havalandırılmalı Trombe duvarında hava akış kanalı ile ısıtılan mekan arasındaki bağlantı ısı kütlesinin alt ve üst kısmında yer alan menfezler ile sağlanır. Havalandırmasız Trombe duvarında ısı kütlesinde menfezler bulunmaz. Havalandırılmalı Trombe duvarında alt ve üst menfezlerin boyutlarının eşit ve duvar alanının yaklaşık %3'ü kadar olması önerilmektedir. Cam örtüyü geçen kısa dalga boylu güneş ışınımı ısı kütlesinde yutulur. Isıl kütlede yaydığı uzun dalga boylu ışınımın, camın uzun dalga boylu ışınımına geçirgen olmaması nedeniyle geriye yansıtılması sera etkisi oluşur. Isıl kütlede yutulan güneş enerjisinin bir kısmı iletim, taşınım ve ışınım ile iç mekana aktarılır. Isıl kütlede sıcaklığının artması ile kanaldaki havaya taşınım ile ısı geçişi meydana gelir, akış kanalındaki hava yükselir ve üst menfezden iç mekana giriş yapar. Kanaldan geçen hava debisinin belirlenmesinde; kanal uzunluğu, cam örtü-ısı kütlesi arası uzaklık, cam örtü fiziksel özellikleri (geçirgenlik, yutma oranı) ve ısı kütlesi özellikleri (renk, yutma ve yayma oranları) tasarımda dikkate alınması gerekli parametrelerdir. Ayrıca akış kanalındaki havanın hareketi, atmosferik (dış hava sıcaklığı, güneş ışınımı yoğunluğu) koşullardan da etkilenir. Dış ortam sıcaklığının düşük, ancak güneş ışınımı yoğunluğunun yeterli olduğu durumlarda cam örtü sıcaklığı, ısıtılan mekan sıcaklığından daha düşük ise kanal içinde camın yakın hava soğur ve aşağı yönde hareket eder. Buna karşın sıcaklığı yüksek olan ısı kütlesine yakın hava ise ısındığı için yukarı doğru hareket eder ve mekan içine yönelir. Bu durumda toplam kütle hareketi yukarı daha etkindir. Ancak düşük dış ortam sıcaklığı ve yetersiz güneş ışınım yoğunluğu durumunda ise cam örtü yüzeyine yakın bölgede soğuyan hava akımı, ısı kütlesinin yakınında ısınan hava akımından daha fazla etkin olacağı için sistem performansında önemli düşüş görülür [4, 5].



Şekil 1. a) Havalandırmaz trombe duvarı [3], b) Havalandırmalı trombe duvarı [2]

## 2.2. Kış Bahçesi

Kış bahçeleri, direkt kazanç ve ısı depolama kavramlarının birlikte kullanıldığı edilgen ısıtma tekniğidir [3, 6]. Kış bahçelerinde tek cam veya gereksinim durumunda çift cam kullanılabilir. Batı ve doğu cephelerindeki cam alanlarının kış bahçesi taban alanının %10'undan büyük olmaması önerilmektedir. Kış bahçesine doğrudan giren güneş ışınımı ile ortam havası ısınır ve ısıl kütleden de iç mekana iletim ve taşınımıyla geçişi gerçekleşir. Ayrıca ısıl kütlelerin alt ve üst kısmına yerleştirilen menfezler yardımıyla mekan içine sıcak havanın girişi sağlanır. Kış bahçeleri kuzey yarıkürede binaların güney cephesine yerleştirilir. Kış bahçesi boyutu, mekan ve kış bahçesi temas yüzeyi ve kış bahçesi konumuna bağlıdır. Kış bahçesi ortam sıcaklığı, kullanıma bağlı olarak kontrol edilir. Yaz aylarında, sıcak ilkbahar ve sonbahar günlerinde aşırı ısınmadan korunmak için gölgeleme elemanlarından ve kış bahçesinin üst kısımlarına havalandırma amaçlı yerleştirilen kanat veya menfezlerden yararlanılabilir.



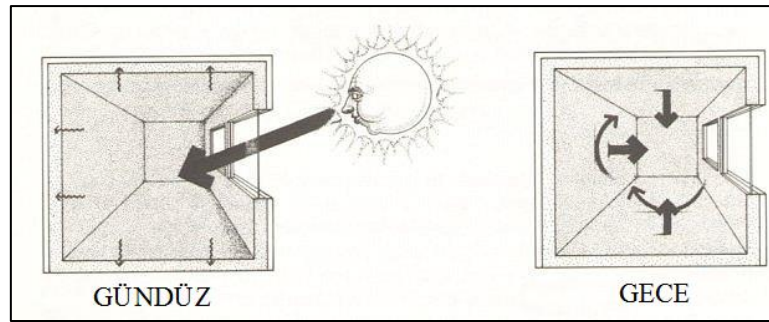
Şekil 2. Kış bahçesi [3]

## 2.3. Direkt Kazanç

Direkt kazanç tekniği, edilgen ısıtma sistemi olarak en basit ve ilk uygulanan ısıtma tekniğidir. Temel çalışma prensibi güneş ışınımının doğrudan pencereden mekan içine alınmasıdır. Mekan içine giren güneş enerjisi duvar ve zemin tarafından yutulur. Dolayısıyla iç ortam ısıtılır. Direkt kazanç tekniğinde mekan, toplayıcı, ısı depolama ve dağıtım elemanı

işlevlerini gerçekleştirir. Direkt kazanç sistemi, direkt ışının etkin olduğu güneşli günlerin yanında, yayılı güneş ışınımının etkin olduğu bulutlu günlerde de olmak üzere her koşulda işlevini yapar. Bu teknikte güneş ışınımının yutulabilmesi ve depolanabilmesi için, güney cephede yeterli büyüklükte cam yüzey ve gereken kapasitede ısıtılabilir kütle olmalı, ayrıca mekanın yerleşimi stratejik olarak planlanmalıdır.

Güney cepheye güneş ışınımı kış aylarında maksimum miktarda gelirken, yaz aylarında ise minimum miktarda gelir. Büyük cam alan ve ısı depolama kapasitesine sahip bu sistemde, yaz aylarında aşırı ısınma ve kış aylarında istenmeyen ısı kayıpları meydana gelebilir. Güneş kazancının azaltılması veya artırılması için pancur, yansıtıcı elemanlar, gölgeleme elemanları gibi farklı kontrol teknikleri uygulanabilir. Yaz aylarında aşırı ısınma sorunlarına karşı ise gölgeleme elemanları kullanılması veya düzenlenen kanatlar, menfezler aracılığı ile sıcak havanın dış ortama atılması mümkündür.



Şekil 3. Direkt kazanç tekniği [3]

### 3. ISIL İNCELEME

#### 3.1.Güneş Yük Oranı Yöntemi

Güneş Yük Oranı Yöntemi, direkt kazanç, Trombe duvarı ve kış bahçesi sistemlerinin tasarımında yaygın olarak kullanılır [7, 8]. Bu yöntem ile farklı edilgen ısıtma sistemlerinin performansları modellenerek yıllık yardımcı enerji gereksinimleri aylık olarak hesaplanır. İncelenen edilgen ısıtma sistemlerinin performansları, deneysel bulgulara dayanılarak modellenmiştir. Güneş yük oranı yönteminde, hesaplamalar aylık temelde yapılmaktadır. Yönteminin kullanımda aşağıdaki bazı temel tanımlamalar dikkate alınmalıdır:

- Güneş duvarı, güneş kazancının gerçekleştiği saydam örtünün bulunduğu yüzey alanıdır.
- Güneş açıklığı, duvarın güneş ışınımının geçişine izin veren saydam yüzeydir.

- Net saydam örtü alanı  $A_r$ , çerçeve hariç güneş ışınımının geçtiği net alandır.
- İzdüşüm alanı  $A_{rp}$ , saydam örtünün azimutuna dik düşey düzlem üzerinde, net saydam örtü alanının izdüşümüdür. Direkt kazanç ve Trombe duvarı için net saydam örtü alanı izdüşüm alanına eşit ( $A_r=A_{rp}$ ), kış bahçesinde ise daha büyüktür ( $A_r > A_{rp}$ ).

Güneş yük oranı yönteminde kullanılan bağıntılar, güneş açıklığından olan kayıplar dikkate alınmadan yük değerleri dikkate alınarak geliştirilmiştir. Ancak güneş açıklığından olan kayıplar, yardımcı enerji gereksinimi hesaplamalarında dikkate alınmaktadır. Net referans yük  $L_{ns}$ , binanın, güneş açıklığı yani güneş kazancını sağlayan bölümü hariç geri kalan kısmından olan aylık ısı kaybıdır. Net yük katsayısı, güneş açıklığı yani güneş kazancını sağlayan bölümü hariç geri kalan bölümünün  $UA$  değeridir. Aylık net referans yük,

$$L_{ns} = 24 (UA)_{ns DD} \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada  $DD$  aylık derece gün değeridir. Toplam referans yük  $L$ , binanın opak ve güneş kazancı sağlayan tüm bölümleri dahil tümünden olan ısı kaybıdır (Denklem 1).

$$L = 24(UA) DD \quad (2)$$

Burada  $(UA)_{ns}$  ve  $UA$  standart yöntemlerle hesaplanır. Güneş enerjisinden yararlanma oranı ( $f_{ns}$ ), net referans yükün güneş enerjisiyle karşılanma oranıdır.

$$f_{ns} = 1 - (L_A/L_{ns}) \quad (3)$$

burada  $L_A$  yardımcı enerjidir. Yük-toplayıcı oranı  $LCR$ , net yük katsayısının, güneş açıklığının izdüşüm alanına oranı olarak tanımlanmıştır.

$$LCR = 24(UA)_{ns}/A_{rp} \quad (4)$$

Birim izdüşüm alanı başına binada yutulan aylık ortalama günlük güneş ışınımı, net saydam örtü alanı ve izdüşüm alanına bağlı olarak hesaplanır.

$$\bar{S}' = S A_r/A_{rp} \quad (5)$$

Direkt kazanç, Trombe duvarı ve kış bahçesi için güneş enerjisinden yararlanma oranının hesaplanmasında yararlanılan temel bağıntılar aşağıda verilmiştir.

$$K = 1 + G/LCR \quad (6)$$

$$F = \begin{cases} B - C \cdot e^{-DX} & \text{eğer } X > R \\ A \cdot X & \text{eğer } X < R \end{cases} \quad (7)$$

Genelleştirilmiş güneş-yük oranı  $X$

$$X = \frac{N \cdot \bar{S}' - LCR_S \cdot K}{LCR \cdot K} \quad (8)$$

güneşten yararlanma oranı

$$f_{ns} = 1 - (1 - F)K \quad (9)$$

yardımcı ısıtma gereksinimi

$$L_A = L_{ns}(1 - f_{ns}) \quad (10)$$

eşitliklerinden hesaplanır. Bu eşitliklerde bulunan  $A, B, C, D, G, H, LCR_S$  ve  $R$  sabitleri 94 edilgen ısıtma sistemi için tablolar halinde ilgili literatürde verilmiştir [7, 8].

Korelasyonların geliştirilmesinde bazı kabuller yapılmıştır. Oda sıcaklığının  $18,3^\circ\text{C}$  ile  $23,9^\circ\text{C}$ , kış bahçesi sıcaklığının ise  $7,2^\circ\text{C}$  ile  $35,0^\circ\text{C}$  arasında değiştiği varsayılmıştır. Trombe duvarında ise alt ve üstteki havalandırma menfezlerinin her birinin izdüşüm alanının %3'ü kadar büyüklükte olduğu, alt ve üst menfezler arasında düşey mesafenin 2,4 m olduğu, gece yalıtımının gerektiğinde 17:30 ile 07:30 saatleri arasında kullanıldığı, cam örtülerin 3,2 mm kalınlıkta ve aralarında 12,7 mm mesafe olduğu varsayılmıştır. Gölgeleme ihmal edilmiştir.

### 3.2. Güneş Işınımı

Yatay yüzeye gelen aylık ortalama günlük atmosfer dışı ışınım denklem 11'den hesaplanır[7].

$$\bar{H}_o = \frac{24 \times 3600 G_{sc}}{\pi} \left( 1 + \cos \frac{360n}{365} \right) x \left( \cos \phi \cos \delta \sin w_s + \frac{\pi w_s}{180} \sin \phi \sin \delta \right) \quad (11)$$

Burada  $G_{sc} = 1367 \text{ W/m}^2$  güneş sabiti,  $n$  ayı temsil eden günün yıl içindeki sırası,  $\phi$  enlem açısı,  $\delta$  deklinasyon açısı,  $w_s$  yatay yüzey için güneş doğuş açısıdır. Yatay yüzeye gelen aylık ortalama güneş ışınımının direkt ( $\bar{H}_b$ ) ve yayılı ( $\bar{H}_d$ ) bileşenleri, doğuş açısı ve açıklık indeksine bağlı olarak hesaplanır.

$$w_s \leq 81,4^\circ \quad \text{ve} \quad 0,3 \leq \bar{K}_T \leq 0,8 \quad \text{ise}$$

$$\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} = 1,391 - 3,560\bar{K}_T + 4,189\bar{K}_T^2 - 2,137\bar{K}_T^3 \quad (12a)$$

$w_s > 81,4^\circ$  ve  $0,3 \leq \bar{K}_T \leq 0,8$  ise

$$\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} = 1,311 - 3,022\bar{K}_T + 3,427\bar{K}_T^2 - 1,821\bar{K}_T^3 \quad (12b)$$

Burada  $\bar{K}_T = \bar{H}/\bar{H}_o$  aylık ortalama açıklık indeksidir. Denklem 12'den aylık ortalama günlük yayılı ışınım hesaplanır. Aylık ortalama günlük direkt ışınım  $\bar{H} = \bar{H}_b + \bar{H}_d$  eşitliğinden bulunur.

Güneye yönelik eğik yüzeye gelen aylık ortalama günlük ışınım izotropik gök yaklaşımı kullanılarak eşitlik 13'den hesaplanır.

$$\bar{H}_T = \bar{H}_b \bar{R}_b + \bar{H}_d \left( \frac{1+\cos\beta}{2} \right) + \bar{H} \rho_g \left( \frac{1-\cos\beta}{2} \right) \quad (13)$$

Burada  $\rho_g$  yerin yansıtma oranı,  $\beta$  alıcı yüzeyin yatayla yaptığı açı,  $\bar{R}_b$  geometrik faktördür.

$$\bar{R}_b = \frac{\cos(\phi-\beta) \cos \delta \sin w'_s + (\pi/180)w'_s \sin(\phi-\beta) \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta \sin w_s + (\pi/180)w_s \sin \phi \sin \delta} \quad (14)$$

Eğik yüzeyde ayın ortalama günü için doğuş açısı  $w'_s$  eşitlik 15 kullanılarak bulunur.

$$w'_s = \min \left[ \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \right. \\ \left. \cos^{-1}(-\tan(\phi - \beta) \tan \delta) \right] \quad (15)$$

Eğik yüzeyde yutulan ışınım ( $\bar{S}$ ), direkt, yayılı ve yerden yansıyan güneş ışınım bileşenlerinin aylık ortalama geçirme-yutma oranına ( $\bar{\tau}\bar{\alpha}$ ) bağlı olarak hesaplanır.

$$\bar{S} = \bar{H}_b \bar{R}_b (\bar{\tau}\bar{\alpha})_b + \bar{H}_d (\bar{\tau}\bar{\alpha})_d \left( \frac{1+\cos\beta}{2} \right) + \bar{H} \rho_g (\bar{\tau}\bar{\alpha})_g \left( \frac{1-\cos\beta}{2} \right) \quad (16)$$

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada İzmir iklim koşullarında taban alanı  $20 \text{ m}^2$ , güneş açıklığı  $6 \text{ m}^2$ , güneş duvarı hariç  $UA=56,9 \text{ W/}^\circ\text{C}$  olan yalıtımlı binanın ısı yükünün güneş enerjisiyle karşılanma oranı araştırılmıştır. Bu kapsamda 3 farklı Trombe duvarı tasarımı:

- ❖ A1 (ısı depolama kapasitesi  $306 \text{ kJ/m}^{20}\text{C}$ , cam örtü sayısı 2, gece yalıtımı uygulanmayan, havalandırılmalı),



- ❖ A3 (ısıl depolama kapasitesi  $613 \text{ kJ/m}^2\text{C}$ , cam örtü sayısı 2, gece yalıtımı uygulanmayan, havalandırmalı),
- ❖ F1 (ısıl depolama kapasitesi  $306 \text{ kJ/m}^2\text{C}$ , cam örtü sayısı 2, gece yalıtımı uygulanmayan, havalandırmasız) incelenmiştir.

Güneş enerjisinden yıllık ortalama yararlanma oranı A1 tasarımı için 0,14, A3 için 0,12, F1 için 0,13 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4a).

Direkt kazanç uygulamasında 2 farklı tasarım:

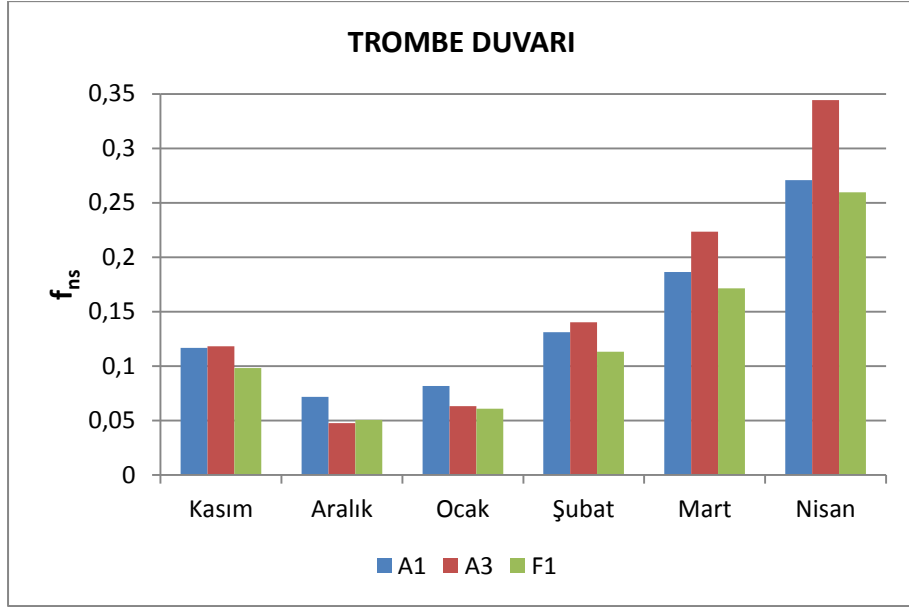
- ❖ A1 (ısıl depolama kapasitesi  $613 \text{ kJ/m}^2\text{C}$ , cam örtü sayısı 2, gece yalıtımı uygulanmayan),
- ❖ A3 (ısıl depolama kapasitesi  $613 \text{ kJ/m}^2\text{C}$ , cam örtü sayısı 2, gece yalıtımı uygulanan) incelenmiştir.

Güneş enerjisinden yıllık ortalama yararlanma oranı A1 ve A3 için sırasıyla 0,19 ve 0,36 olarak bulunmuştur (Şekil 4b).

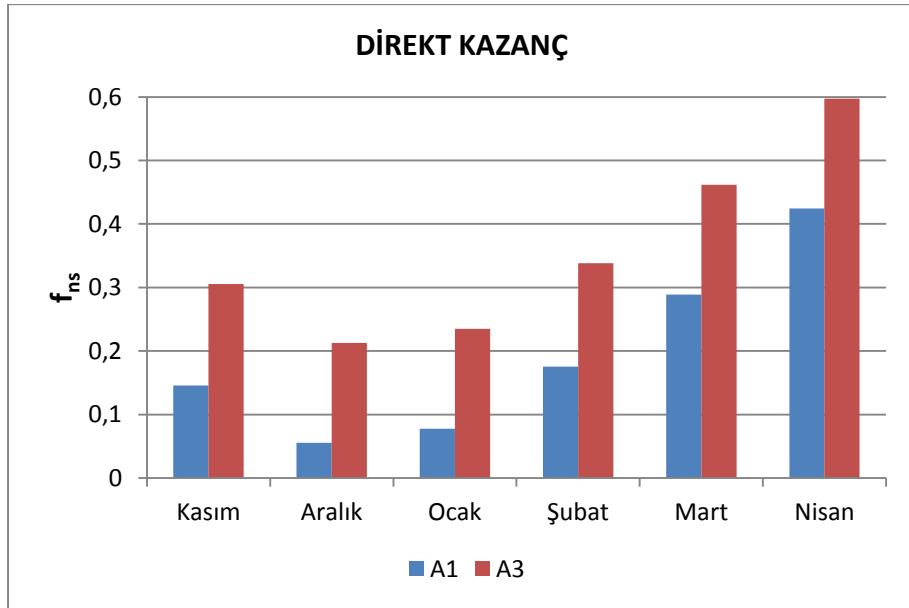
Kış bahçesi uygulamasında 2 farklı tasarım:

- ❖ A1 (mekan ile bütünleşik, cam örtü eğimi  $50^\circ$ , kış bahçesi-mekan arasında ısı kütlesi bulunan, kış bahçesinin yan yüzeyleri opak, gece yalıtımı uygulanmayan),
- ❖ A2 (mekan ile bütünleşik, cam örtü eğimi  $50^\circ$ , kış bahçesi-mekan arasında ısı kütlesi bulunan, kış bahçesinin yan yüzeyleri opak, gece yalıtımı uygulanan) değerlendirilmiştir.

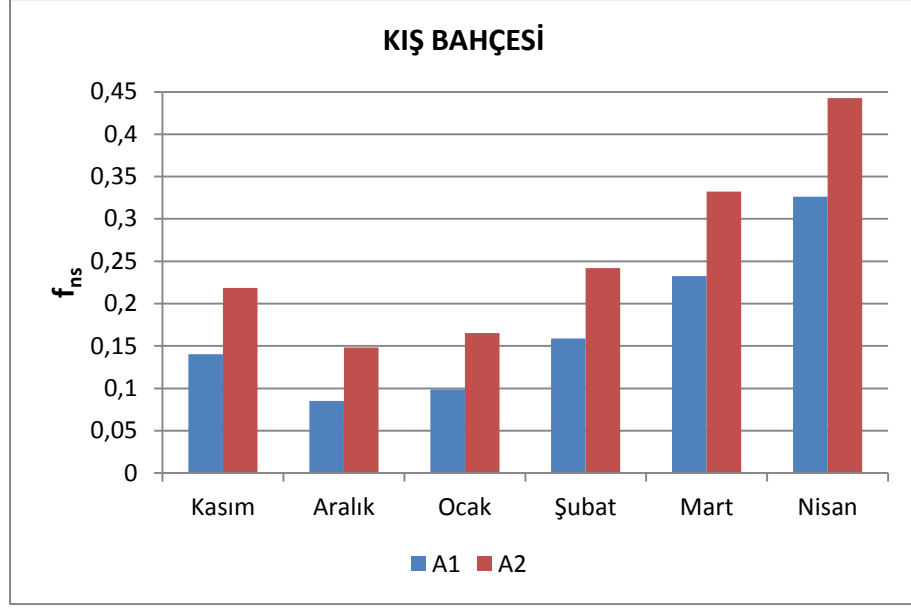
Kış bahçesi uygulamasında güneş enerjisinden yıllık ortalama yararlanma oranı A1 ve A2 için sırasıyla 0,17 ve 0,26 olarak elde edilmiştir (Şekil 4c).



(a)



(b)



(c)

**Şekil 4.** Farklı edilgen güneş enerjili ısıtma sistemi için güneş enerjisinden yararlanma oranları:  
a) Trombe duvarı, b) Direkt kazanç, c) Kış bahçesi.

## KAYNAKLAR

- [1] KARTAL, S., GÖKSAL ÖZBALTA, T., ÖZBALTA, N., “Trombe Duvarı Uygulamasının Enerji Kazancına Katkısı – Edirne İli Örneği”, 75-82, III. Ege Enerji Sempozyumu, Muğla, 24-26 Mayıs 2006.
- [2] YILMAZ, R., KIRTEPE, E., ÖZBALTA, N., “Trombe Duvarı Isıl Performansının Parametrik Araştırılması”, 354-363, IV. Uluslararası Katılımlı Anadolu Enerji Sempozyumu, Edirne, 18-20 Nisan 2018.
- [3] Mazria, E., “The Passive Solar Energy Book”, Rodale Press, 1979.
- [4] Piotrowski, J.Z., Stroy, A., Olenets, M., “Mathematical modelling of the steady state heat transfer processes in the convectional elements of passive solar heating systems”, Archives of civil and mechanical engineering, 13, 394-400, 2013.
- [5] Olenets, M., Piotrowski, J.Z., Stroy, A., “Heat transfer and air movement in the ventilated air gap of passive solar heating systems with regulation of the heat supply”, Energy and Buildings, 103, 198-205, 2015.

[6] KARTAL, S., GÖKSAL ÖZBALTA, T., ÖZBALTA, N., “Enerji Etkin Tasarımında Kış Bahçesi Uygulaması – Edirne Örneği”, VII. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, İstanbul, 8-10 Mayıs 2006.

[7] Duffie, J.A., Beckman, W.B., “Solar Engineering of Thermal Processes”, Fourth Edition, John Wiley & Sons, 2013.

[8] Goswami, D.Y., Kreith, F., Kreider, J.F., “Principles of Solar Engineering”, Taylor and Francis, 2000.

#### **PROF. DR. NECDET ÖZBALTA**

1953 İzmir doğumludur. Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü’nden 1976 yılında Mühendis, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü’nden 1986 yılında Doktor Mühendis derecelerini aldı. Yenilenebilir Enerji Sistemleri Bilim Dalında 1989 yılında Doçent, 1996 yılında ise Profesör ünvanını aldı. 1982-2002 yılları arasında Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü’nde görev yapmıştır. 1994 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde 13/b-4 maddesi uyarınca görevlendirilmiştir. 2002 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Enerji Anabilim Dalında Yükseköğretim Kurulu kararı ile göreve başlamış olup halen bu görevini sürdürmektedir. 1994-1997 yılları arasında Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Müdür Yardımcısı, 1997-2000 yılları arasında Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Müdürlüğü görevlerinde bulunmuştur. 1997 yılında başladığı Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Enerji Anabilim Dalı Başkanlığını halen sürdürmektedir.

#### **Arş. Gör. Erhan KIRTEPE**

1985 yılı İzmir doğumludur. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Bölümünü ve ardından da Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirerek lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2014 yılında Ege Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans öğrenimini tamamlamış ve şu anda aynı üniversitede doktora öğrenimine devam etmektedir. 2010-2011 yılları arasında Şırnak Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2011 yılında araştırma görevlisi olarak Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde görevine başlamış ve halen aynı üniversitede araştırma görevlisi olarak görevine devam etmektedir.

