

ENTE GRE SERALAR YARDIMIYLA KONUTLARIN ISITILMASININ ARAŞTIRILMASI

Koray ÜLGEN

1965 yılında Ankara'da doğdu. 1988 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünden İnşaat Mühendisi unvanı ile mezun oldu. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsünde 1991 yılında Araştırma Görevlisi oldu. Prof. Dr. Semi Aksoy gözetiminde "Ege Bölgesi İklim Koşullarında Güneş Enerjisinden Faydalanılarak Entegre Seralar Yardımıyla Konutların Isıtılmasının Araştırılması" isimli Yüksek Lisans tezi ve Ege Üniversitesi Araştırma Fonu'nun desteği ile aynı isim altında Proje Yürütücülüğü yaptı. 1993 yılında Yük. Müh. unvanı ile Enerji Teknolojisi Anabilim Dalından mezun oldu. Halen aynı enstitüde Doktora eğitimini sürdürmekte ve Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

ÖZET

Geleneksel enerji kaynaklarının giderek azaldığı günümüzde, geleneksel enerji kaynaklarına alternatif olarak düşünülen güneş enerjisinden faydalanmanın bir yolu da pasif sistemlerle ısıtma yöntemidir. Entegre sera sistemlerinin, yapıların ısıtılması veya soğutulması için gerekli enerjinin bir kısmının veya tamamının güneş enerjisinden karşılanmasıyla enerji tasarrufu açısından ülke ekonomisine, çevre kirliliğini önlemesi ve bioklimatik yaşam şartlarını hazırlaması açısından insan sağlığına büyük ve olumlu etkileri vardır. Ülkemizde de uygulamaları yok denecek kadar az olan bu sistemle ilgili çalışmamda, ölçülen sıcaklık ve nem değerlerinin bioklimatik koşulların içerisinde kalıp kalmadığı ve sistemle birlikte yan hacimlerin ısı ihtiyaçlarının karşılanıp karşılanmadığı incelenmiştir.

1. GİRİŞ

Artan nüfusun beraberinde getirdiği enerji gereksiniminin mevcut geleneksel enerji kaynaklarıyla gelecekte karşılanamayacağı aşikardır. Bu nedenle günümüz bilim adamlarının üzerinde uğraştığı alternatif enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi, sek-törel enerji tüketiminde hızla değişik alanlar bulmaktadır. Genellikle, ülke genelinde tüketilen enerjinin en büyük bölümünün konutların ısıtılması ve soğutulması için olduğunu söylemek mümkündür. Bu tüketim için 1989 yılı ülke bütçesinden ayrılan pay %30.5 civarındadır (1). Konutların ısı ihtiyaçlarını karşılamak için düşünülen alternatif yöntemlerden bir tanesi de Entegre (birleştirilmiş) sera sistemleridir.

Binalara entegre seraların amacı; sera efektinden faydalanarak seralarda güneş enerjisini depolayarak, bitişiklerindeki yaşam hacimlerini ısıtıp iklimsel konforu ve bitki yetişmesi için uygun ortamı sağlamaktır.

Entegre sera sistemlerinin uygulanacağı yapılarda da bazı özellikler aranmaktadır. Özellikle yapıların konum ve formu büyük önem taşımaktadır. Bunun yanında yapılan araştırmalardan, yapıların genellikle dikdörtgen şeklinde olması ve geniş cephesinin güneşe doğru yönlendirilmesinin en iyi sonuçları vereceğini göstermektedir (4). Yapılarda yerleşim, biçim, yön, kapı pencere ve duvar genişlikleri ve yerleri, kullanılan malzemelerin cinslerinin yanı sıra, bunların yapının enerji korunumu açısından iyi bir şekilde detaylandırılmasının enerji tasarrufuna katkısı son derece önemlidir (3) (5). Ancak dikkat edilecek bir nokta ise yapılara monte edilecek olan sistemlerin yapının mimari görünüşünü ve rijitlik dengesini bozmaması gerekmektedir.

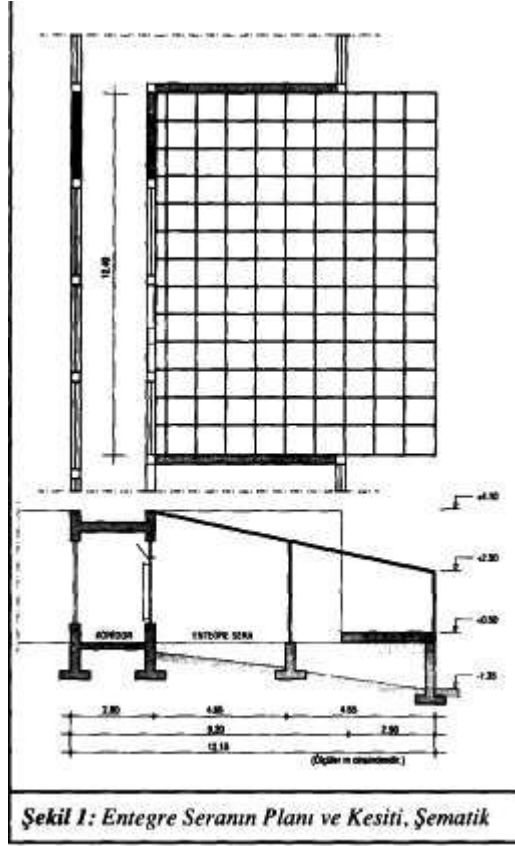
E.Ü. Tıp Fakültesi Hastanesi Psikiyatri Polikliniği'ne yapılan entegre serada iklimatik konfor açısından iç sıcaklık ve relatif nem dengesinin değişimi ile ısı kayıp veya kazanç hesapları bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bunun için kapalı hacimlerde doğal konveksiyon konusunda yapılan deneysel ve teorik araştırmalardan sistem için bir model geliştirilmiş ve relatif nem ve sıcaklık profilleri incelenmiştir (6) (7). Bu çalışmada entegre sera içerisindeki havanın doğal taşınımı ile hareketi yerine durgun olduğu kabul edilmiştir. Problem bu yönde basitleştirilerek çözümü oldukça zor olan süreklilik, momentum ve enerji eşitlikleri ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca problem tek boyutlu olarak ele alınmıştır. Bunların dışında entegre sera içerisinde sabit ısı akışı kullanılmamıştır. Ancak güneşten gelen enerjinin zamana göre değişimi problemin çözümünde dikkate alınmıştır.

Yukarıdaki bilgilerin ışığında, ülkemizde de uygulamaları yok denecek kadar az olan bu sistemle ilgili çalışmamda, ölçülen sıcaklık ve nem değerlerinin bioklimatik koşulların içerisinde kalıp kalmadığı ve sistemle birlikte yan hacimlerin ısı ihtiyaçlarının karşılanıp karşılanmadığı incelenmiştir. Bunun için de sera içerisinde ve çevresinde toplam 15 farklı noktadan sıcaklık ölçümü ve 2 farklı noktadan da relatif nem ölçümü yapılmıştır. Alınan bu ölçümler bilgisayar programları yardımıyla incelenmiş ve teorik analizlerle karşılaştırılarak sonuçlar grafik olarak verilmiştir. Sonuçlar ısıtmanın yoğun olduğu kış ayları için düzenlenmiştir.

2. UYGULANAN ENTEGRE SERA SİSTEMİNİN TANITIMI

Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü tarafından gerçekleştirilen ve E.Ü. Tıp Fakültesi Hastanesi Psikiyatri Polikliniği'ne uygulanan Entegre Sera'nın inşası Haziran 1992'de tamamlanmıştır. Entegre sera Psikiyatri

Polikliniği binasının zemin katında mevcut olan merdiven boşluğu ile kantin arasındaki boşluğa tatbik edilmiştir. Entegre seranın taban alanı yaklaşık 115 m²'dir. Entegre seranın tabanı içerisinde tropikal bitkilerin yetiştirilmesi için toprak dolgu yapılmış ve bu dolgunun etkilerini önlemek için güney cephesine bir istinad duvarı inşa edilmiştir. Ayrıca seranın güney cephesi ve tavanı cam örtü ile örtülmüştür (Şekil 1).



Entegre seranın içerisinde iklimik konforu sağlamak için oksijen verme özelliği fazla olan tropikal bitkiler (Muz, ananas, kahve,...) ile yüzey örtü bitkileri dikilerek yetiştirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca seranın tabanı da çim örtü olarak dizayn edilmiştir. Entegre seranın kuzey cephesi Psikiyatri Polikliniği'nin koridoru ile bağlantılı olduğu için, koridorla sera arasına geçişi sağlamak için bir adet cam kapı ile 5 adet cam pencere ve vasistas yapılmıştır.

3. TEORİK MODELLEME

3.1. GÜNEŞ RADYASYONU HESABI ve GÜNEŞTEN KAZANILAN ISI

3.1.1 EĞİK BİR DÜZLEME GELEN TERRESTERİAL GÜNEŞ RADYASYONU

Eğik bir düzleme gelen terresteerial güneş radyasyonu üç bileşenden oluşur (2) (8).

1. Direkt güneş radyasyonu,
2. Difuz güneş radyasyonu
3. Yerküre yüzeyinden difuz olarak yansıyan güneş radyasyonu

Bu üç bileşenin etkileri dikkate alınarak saatlik toplam güneş radyasyonu şu şekilde ifade edilebilir;

$$I_{hg} = I_{dhg} + I_{dgh} + I_{dyh} \quad (J/m^2) \dots\dots\dots (1)$$

Hesaplamlarda kullanılacak değerler, verilen zaman aralığının ortası için kullanılacaktır. Eğer difuz güneş radyasyonu izotropik ise, eğik düzlemin gökyüzü ile yaptığı radyasyon ile

ısı transferi faktör $((1+\cos \beta)/2)$ ve eğik düzlemin yerküre ile yaptığı ısı transferini faktör $((1-\cos \beta)/2)$ dikkate alır. Buna göre, 1 saatte yatay düzleme gelen açık hava direkt güneş radyasyonu,

$$I_{cthz} = I^*_{on} * T_1 * \cos(\Theta_z) * 3600 \text{ (J/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (2)$$

$$I^*_{on} = 1353 * (1 + 0.33 * \cos(360 * n / 365)) \text{ (W/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (3)$$

$$T_1 = a_0 + a_1 * \exp[-(k_1 / \cos(\Theta_z))] \dots\dots\dots (4)$$

a_0 , a_1 ve k_1 değerleri, görüş mesafesi 23 km olan standard atmosfer ve 2,5 km'den daha küçük yükseklikler için hesaplanır.

1 saatte yatay bir düzleme gelen açık hava difuz güneş radyasyonu,

$$I_{cdhz} = I^*_{on} * T_d * \cos(\Theta_z) * 3600 \text{ (J/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (5)$$

$$T_d = 0.271 - 0.2939 * T_1 \dots\dots\dots (6)$$

Yatay bir düzleme bir saatte gelen açık hava toplam güneş radyasyonu,

$$I_{cthz} = I_{cthz} + I_{cdhz} \text{ (J/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (7)$$

Eğik bir düzleme bir saatte gelen direkt güneş radyasyonu

$$I_{thz} = I_{cthz} * R_1 \text{ (J/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (8)$$

$$R_1 = \cos(\Theta) / \cos(\Theta_z) \dots\dots\dots (9)$$

$$I_{thz} = I_{cthz} - I_{cdhz} \text{ (J/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (10)$$

Yatay bir düzleme bir saatte gelen toplam güneş radyasyonu (I_{cthz}) ile yatay bir düzleme bir saatte gelen direkt güneş radyasyonu (I_{thz}) arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir [2];

$$I_{thz} / I_{cthz} = R \dots\dots\dots (11)$$

$$R = 1 - 0.1 * (I_{thz} / I_{cthz}), \quad 0 \leq I_{thz} / I_{cthz} < 0.48 \dots\dots\dots (12)$$

$$R = 1.11 + 0.0396 (I_{thz} / I_{cthz}) - 0.789 * (I_{thz} / I_{cthz}), \quad 0.48 \leq I_{thz} / I_{cthz} < 1.11 \dots\dots\dots (13)$$

$$I_{thz} / I_{cthz} \geq 1.11 \dots\dots\dots (14)$$

$$R = 0.2$$

Yatay bir düzleme bir saatte gelen toplam güneş radyasyonu (I_{cthz}) meteorolojinin ölçümlerinden alınacaktır. Yukarıdaki formüllere göre yatay bir düzleme bir saatte gelen direkt güneş radyasyonu (I_{thz}) değeri hesaplanarak **eğik bir düzleme bir saatte gelen difuz güneş radyasyonu**,

$$I_{dthz} = I_{cthz} * ((1 + \cos \beta) / 2) \text{ (J/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (15)$$

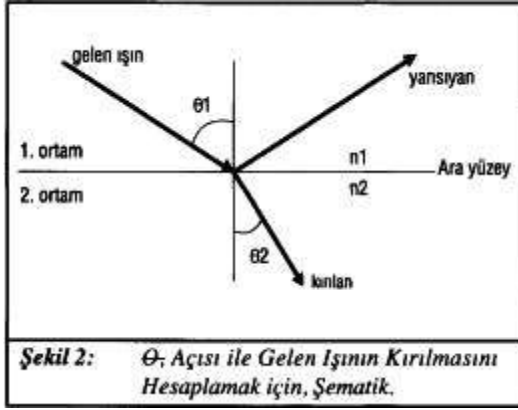
Yerküre yüzeyinden difuz olarak yansıyan güneş radyasyonu

$$I_{dythz} = (I_{cthz} + I_{dthz}) * r_u * ((1 - \cos \beta) / 2) \text{ (J/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (16)$$

olarak bulunur. Burada r_u değeri, eğik düzlemin çevresinin toplam güneş radyasyonu için yansıtma katsayısıdır. Genelde yerküre yüzeyi için $r_u = 0.2$ olarak alınır.

3.1.2. GÜNEŞTEN KAZANILAN ISI

Şu ana kadar bu bölümde verilen bağıntılarla hesaplanan eğik bir düzleme bir saatte gelen toplam terresterial güneş radyasyonundan başka bir şey değildi. Bu radyasyon değeri Entegre seranın camlarına kadar gelen değerdir. Gerçekte bize lazım olan değer entegre seranın içerisine giren toplam güneş radyasyonu değeridir. Bu değer hesabına geçmeden önce, entegre sera yüzeyine gelen terresterial güneş radyasyon değeri, cam yüzeyden geçerken belirli bir kısmını geriye cam yüzeye yansıtacak, bir kısmını da absorblayacaktır.



Şekil 2'den de görüleceği gibi pürüzsüz bir ara yüzeye Θ_1 geliş açısı ile gelen polarize olmamış radyasyonun kırılma indisi n_1 olan maddeden, kırılma indisi n_2 olan maddeye geçişi ve bu radyasyonun dik ve paralel bileşenleri ve bunların ortalamaları Frensel'e göre verilmiştir (2). {30*}

olarak bulunur. Buna göre, güneş radyasyonu cam örtüden geçerken cam örtü tarafından absorblanan miktarı da Bouguer kanununa göre hesaplanır.

$$C_a = \exp [-32 \cdot \delta_{cam} / \cos(\Theta_2)] \dots \dots \dots (22)$$

Yukarıdaki bağıntılardan yararlanarak cam örtünün geçirgenliği (d_{cam}), aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$d_{cam} = C_r \cdot C_a \dots \dots \dots (23)$$

Cam örtünün geçirgenliği hesaplandıktan sonra, entegre sera tarafından absorblanan güneş radyasyonu, başka bir deyişle güneşten kazanılan ısı miktarı aşağıda verilen bağıntıyla hesaplanabilir.

$$I_{gthB} = I_{thB} \cdot d_{cam} \text{ (J/m}^2\text{)} \dots \dots \dots (24)$$

$$Q_{kazanç} = I_{gthB} \cdot A_{cam} \text{ (J)} \dots \dots \dots (25)$$

3.2. ENTEGRE SERANIN ISI KAYIP HESABI

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Psikiyatri Polikliniği'ne yapılan entegre sera 9.3 m derinliğinde ve 12.4 m uzunluğunda olup, ortalama 3.3 m yüksekliğindedir. Buna göre seradan ısı kaybı iki yolla meydana gelmektedir. Örtü içinden kondüksiyonla ve havanın infiltrasyonu. Bu kayıplar, sera içinde herhangi bir türde bitki mevcutsa ihmal edilebilir. Fakat kayıplar küçük ebatlı seralar için önemlidir. Seradan toplam ısı kaybı aşağıda gösterildiği gibidir(9).

$$Q = Q_c + Q_1 \text{ (kW)} \dots\dots\dots (26)$$

Q_c : Kondüktif ısı kaybı (kW)

Q_1 : Havanın infiltrasyonu tarafından ısı kaybı (kW)

Kondüktif ısı kaybı kesin olarak,

$$Q_c = U \cdot A_{yüzey} \cdot (T_1 - T_2) \text{ (kW)} \dots\dots\dots (27)$$

U : Toplam taşınım katsayısı ($W/m^2 \cdot K$)

$A_{yüzey}$: Isı transferinin olacağı yüzeyin alanı (m^2)

$(T_1 - T_2)$: Isı transferinin olacağı ortamlar arasında sıcaklık farkı ($^{\circ}K$)

$$U = 1 / (R_{iç} + R_o + R_{dış}) \text{ (W/m}^2 \cdot K) \dots\dots\dots (28)$$

$$R_{iç} = 1 / (\alpha_{iç} \text{ (m}^2 \cdot K/W) \dots\dots\dots (29)$$

$$R_o = \delta / \lambda \text{ (m}^2 \cdot K/W) \dots\dots\dots (30)$$

$$R_{dış} = 1 / \alpha_{dış} \text{ (m}^2 \cdot K/W) \dots\dots\dots (31)$$

$$\alpha_{dış} = 5.7 + 3.8 \cdot (V_r) \text{ (W/m}^2 \cdot K) \dots\dots\dots (32)$$

Havanın infiltrasyonunun neden olduğu ısı kaybı ise,

$$Q_1 = (ACR \cdot V / A_g) \cdot @ \cdot C_{phava} \cdot (T_1 - T_2) / 3600 \text{ (kW)} \dots\dots\dots (33)$$

ACR : Havanın değişim hızı (h^{-1})

V : Sera hacmi (m^3)

A_g : Seranın taban alanı (m^2)

$@$: Havanın yoğunluğu (kg/m^3)

C_{phava} : Havanın sabit basınçta özgül ısısı ($kJ/kg \cdot K$)

Hava değişim hızı, rüzgarın yönüne, hızına, seranın bağlantılarına, koruyucu malzeme ve seranın dizaynına bağlıdır. Yukarıdaki bilgilerin ve denklemlerin ışığında, seranın her yöndeki ısı kayıpları tek boyutlu olarak hesaplanmıştır. Bunun için, yüzeyler arasındaki ısıyı iletecek olan havanın hareket durumu ve o yüzeyler arasındaki konvektif ısı transfer katsayısı hesaplanıp, buna göre ısı kayıpları bulunmuştur. Konvektif ısı transfer katsayısı ve yüzeyler arasındaki havanın hareketi şu şekilde hesaplanır(10);

Havanın ısı iletkenlik katsayısı,

$$\lambda_{hava} = 2115 \cdot 10^{-6} \cdot (T_m)^{1/2} / (1 + (123.6 / T_m)) \text{ (W/m}^2 \cdot K) \dots\dots\dots (34)$$

Havanın sıcaklık iletim katsayısı,

$$a = \lambda_{hava} / (C_{phava} \cdot @_{hava}) \text{ (m}^2/s) \dots\dots\dots (35)$$

Kinematik viskozite formülü,

$$\nu = \mu / @ \text{ (m}^2/s) \dots\dots\dots (36)$$

$$\mu = 1710 \cdot 10^{-8} \cdot (T_m / T_o) \cdot (1 + (123.6 / T_o)) / (1 + (123.6 / T_m)) \dots\dots\dots (37)$$

Yüksekliği bağlı Grasshor sayısı formülü,

$$Gr_H = g \cdot (1 / T_m) \cdot ((T_1 - T_2) / \nu^2) \cdot H^3 \text{ (-)} \dots\dots\dots (38)$$

Prandtl sayısı,

$$Pr = \nu / a \text{ (-)} \dots\dots\dots (39)$$

olarak ifade edilebilir. Burada, yükseklik (H) olarak hesap yapılacak olan bölgedeki ortalama yükseklik alınacaktır. Bununla beraber bölgenin boyutlarıyla ilgili Aspect oranı,

$$\phi^* = H/L_n \quad (-) \dots\dots\dots (40)$$

L_n : Hesabı yapılacak olan bölgenin genişliği (m)

olarak ifade edilebilir. Yukarıda verilen formüllerden yararlanılarak yüksekliğe bağlı Rayleigh sayısı,

$$Ra_H = Gr_H * Pr \quad (-) \dots\dots\dots (41)$$

olarak ifade edilebilir ve aşağıdaki formülleri verilen dikey iki boyutlu kapalı yüzeylerin korelasyon eşitlikleri kullanılarak bölgelerdeki hava hareketlerinin cinsi ve konvektif ısı transfer katsayıları bulunabilir (10).

$\phi^* > 1$ için,
Laminar hava hareketi
($\phi^* > 5$ ve $10^2 < Ra_H * \phi^{*-4} < 10^6$) için,
 $Nu_H = [(0.364 * [Ra_H * f_1(Pr)])^{1/4} / G(Ra_H, \phi^*)] \dots\dots\dots (42)$
 $f_1(Pr) = [1 + (0.5/Pr)^{9/16}]^{16/9} \dots\dots\dots (43)$
 $G(Ra_H, \phi^*) = [1 + (0.231)/(Ra_H * \phi^{*4})^{1/4}]^2 \dots\dots\dots (44)$
Türbülanslı hava hareketi ($Ra_H * \phi^{*-4} > 10^6$) için,
 $Nu_H = 0.05 * [Ra_H * f_1(Pr)]^{1/3} \dots\dots\dots (45)$
 $\phi^* < 1$ için,
Laminar hava hareketi ($\phi^* < 10^6$ ve $\phi^* = 1$) için,
 $Nu_H = a * Ra_H^b \dots\dots\dots (46)$
Türbülanslı hava hareketi ($10^{12} > Ra_H > 10^6$) için,
 $Nu_H = 0.082 * Ra_H^{0.329} \dots\dots\dots (47)$
Türbülanslı hava hareketi ($10^{12} < Ra_H < 10^{16}$) için,
 $Nu_H = 1.325 * Ra_H^{0.245} \dots\dots\dots (48)$
Konvektif ısı transfer katsayısı,
 $\alpha_c = Nu_H * \lambda / H \quad (W/m^2 \cdot K) \dots\dots\dots (49)$

olarak hesaplanır. Konvektif ısı transfer katsayısının hesaplanmasından sonra yüzeylerin ısı geçirgenlik katsayıları hesaplanarak bölgelerin ısı kayıpları bulunur.

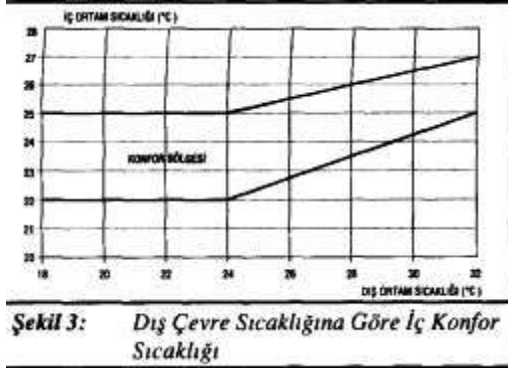
3.3. KLİMATİK KONFOR AÇISINDAN İNCELEME

İnsanoğlu bulunduğu ortama uyum göstermesine rağmen her zaman kendisini rahat ve zinde hissedeceği yaşam koşullarını arar. Bu durum aynı zamanda insan vücudunun çeşitli fiziksel çevre faktörlerine karşı termik dengesi olarak da tarif edilebilir. İnsanoğlunun kendisini rahat ve zinde hissedeceği ortam şartlarına etki eden bazı faktörler vardır(11).

Bu faktörler;

1. İnsanın bulunduğu ortamın sıcaklığı ve nem durumu,
2. İnsanın giyim durumu,
3. Cinsiyeti ve yaşı,
4. Sağlığı ve beslenme durumu,
5. İçinde bulunduğu mevsim,
6. Bulunduğu ortamdaki hareket durumu ve
7. O andaki ruhsal durumu gibi.

Yukarıda da belirtildiği gibi, insanın rahat ve zinde hissedeceği ortamın iklimatik konforuna etki eden faktörler çeşitlilik göstermektedir. Ancak en önemlisi ortamın hava sıcaklığı ve nem dengesidir. Dış sıcaklığın aşırı yükselmesiyle ortam sıcaklığı artış gösterecek fakat, ortamın relatif neminde bir düşüş gözlenecek ve ortamın iklimatik konfor şartlarında bir değişme oluşacaktır. Dış sıcaklığa bağımlı olarak iklimatik konfor şartlarını Şekil 3'teki gibi göstermek mümkündür (11),(12).



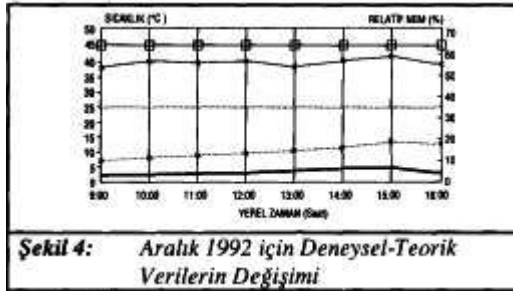
4. SONUÇLAR

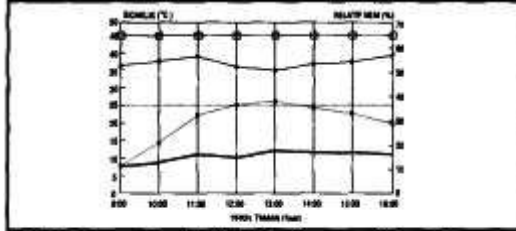
Teorik ve deneysel sonuçların arasında görülen farklılık aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı oluşmaktadır. Teorik çalışmalar ve ısı kayıp hesaplarında,

1. Isı hareketleri bir boyutlu olarak ele alınmıştır.
2. Tavan, taban ve cephelerin birbirleriyle yaptıkları radyasyonla ısı alışverişi ihmal edilmiştir.
3. Entegre sera içerisindeki havanın durgun olduğu kabul edilmiştir.
4. Entegre sera içerisinde var olan tropikal bitkilerin ısı kullanım yüzdeleri seraya gelen enerjinin %2-3'ü kadar olmasına rağmen, hesaplamalarda ihmal edilmiştir.

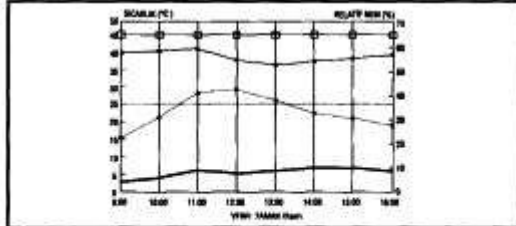
olarak dikkate alınmıştır. Teorik çalışmalar ve deneysel verilerden elde edilen sonuçlara göre, entegre seranın iklimik konfor açısından incelendiğinde, yaz aylarında aşırı derecede ısı depoladığı ve içerisinde oturulamaz hale geldiği, yani verilen iklimik konfor grafiklerinde konfor sınırı dışında ve boğucu sıcaklık bölgesinde olduğu, bunun yanı sıra kış aylarında bu değerlerin istenilen konfor sınırları içerisinde kaldığı ve hatta biraz da altına düştüğü gözlenmiştir.

Açığa çıkan problemleri önlemek için, yaz aylarındaki fazla ısının giderilmesi için ek bir soğutma sisteminin kullanılması veya güneş kontrol filmlerinin verimliliğinin analiz edilmesi sonucunda kullanılabilirliğinin araştırılması, kış aylarında ise ek bir ısıtma sistemi ile bitkiler ve insanlar için iç sıcaklığın ve relatif nemin iklimik konfor düzeyine ulaşabilmesi için gerekli olan ısının karşılanması gerekir. Gerekli yöntemlerin seçimine ışık tutacak grafikler Şekil 4-5-6-7-8-9'da sunulmaktadır.

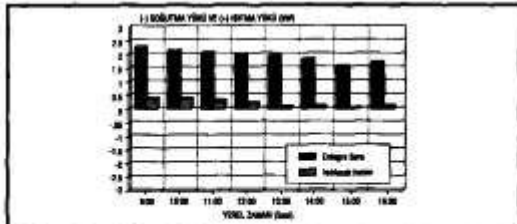




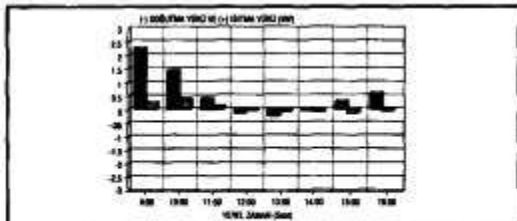
Şekil 5: Ocak 1993 için Deneysel-Teorik Verilerin Değişimi



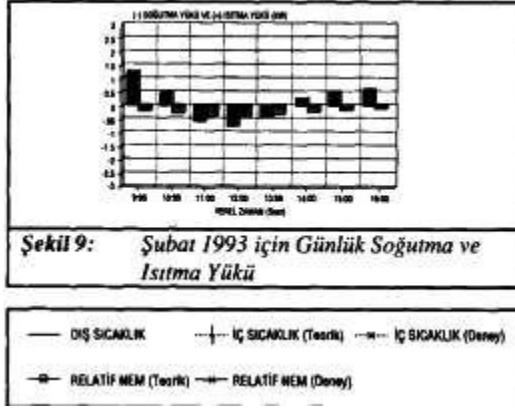
Şekil 6: Şubat 1993 için Deneysel-Teorik Verilerin Değişimi



Şekil 7: Aralık 1992 için Günlük Soğutma ve Isıtma Yükü



Şekil 8: Ocak 1993 için Günlük Soğutma ve Isıtma Yükü



5. GÖSTERİMLER

5. GÖSTERİMLER

- λ : Isıl İletkenlik Katsayısı ($W/m^{\circ}K$)
 α : Konvektif Isı Transfer Katsayısı (W/m^2K)
 a : Sıcaklık İletim Katsayısı (m^2/s)
 ν : Kinematik Viskozite (m^2/s)
 g : Gravitasyon Alan Şiddeti (m^2/s)
 $@$: Yoğunluk (kg/m^3)
 V_r : Rüzgar Hızı (m/s)
 A : Alan (m^2)
 δ : Malzeme Kalınlığı (m)
 I : Güneş Radyasyonu (W/m^2)
 I^*_{on} : Yatay Düzleme Dik Gelen Extraterrestrial Güneş Radyasyonu Şiddeti (W/m^2)
 Θ : Güneş Geliş Açısı ($^{\circ}$)
 Θ_i : Güneş Işınları Kırılma Açısı ($^{\circ}$)
 β : Eğik Düzlemin Yatayla Yaptığı Açısı ($^{\circ}$)
 n : Günün Yılı İçindeki Sayısı
 d_{cam} : Cam Örtünün Geçirgenlik Katsayısı (-)
 ϕ^* : Aspect Oranı (-)
 G_r : Grasshof Sayısı (-)
 Pr : Prandtl Sayısı (-)
 Ra : Rayleigh Sayısı (-)
 Nu : Nusselt Sayısı (-)

6. KAYNAKÇA

1. Türkiye 5. Enerji Kongresi, Enerji İstatistikleri, S.291 Ankara, Ekim 1990.
2. DUFFIE, J., BECKMAN, W.: "Solar Engineering and Thermal Processes", J.Wiley&Sons, Toronto, 1980.
3. MAZRIA, E.: "The Passive Solar Energy Handbook", Rodale Press-Emmaus, Pa., 1979.
4. DERİŞ, N., "Güneş Evleri", Özyılmaz Matbaası, İstanbul, 1984.
5. TAŞDEMİROĞLU, E.: "Solar Energy Utilization: Technical and Economic Aspects", METU., Ankara 1988.
6. BEJAN, A.: Convection Heat Transfer, Wiley&Sons., 1984.
7. BERGHOLZ, R.F.: "Natural Convection of a Heat Generating Fluid in a Closed Cavity", J.Heat Transfer, Vol.102, pp.242-247.
8. ORGILL, J.F., HOLLANDS, G.T.: "Correlation Equation far Hourly Diffuse Radiation Horizontale Surface", Solar Energy, No.19, pp357,1977.

9. FAO REGIONAL OFFICE FOR EUROPE, Reur Technical Series-3, CNRE Guideline N o.2,1988.
10. ATAGÜNDÜZ, G: "Güneş Enerjisi Temelleri ve Uygulamaları", E.Ü. Güneş Enerji Ens., İzmir, 1989.
11. RECKNAGEL. E.: "Taschenbuch Für Heizung Und Klimatechnik", Oldenburg, 81182 Verlag Gmbh, München Wien, 1981.
12. VARCA, A.: "Grundzüge der Elekt-robioklimatologie", Heidelberg 81. Verlag Gmbh, 1988.
13. ÜLGEN, K.: "Ege Bölgesi İklim Koşullarında Güneş Enerjisinden Faydalanılarak Entegre Seralar Yardımıyla Konutların Isıtılmasının Araştırılması" Doktora Tezi, Ege Üni. Güneş Enerjisi Enstitüsü, 1993