

SERALARIN ISITILMASINDA GÜNEŞ ENERJİSİNDEN YARARLANMA OLANAKLARI

Prof. İskender HUMBARACI — Doç. Ümit Doğay ARINÇ

İ. D. M. M. A. Mak. Fak. Isı Tekniği Kürsüsü

Ö Z E T :

Akdeniz bölgesindeki seraların kışın don tehlikesine karşı korunması için, düz güneş toplayıcısı kullanılarak güneş enerjisiyle ısıtılmasına esas teşkil etmek üzere A. Ü. Z. F. Bağ - Bahçe Kürsüsü serasında yapılan deneyler kısaca verilmiştir.

Elde edilen verilen ışığında 6 mx9 m taban alanlı, güneye yönelik ve kuzeyine ısı depolama görevi yapacak olan duvar örülmüş tek ünitelik bir sera dizayn edilmiştir. Don tehlikesini önlemek için gerekli düz toplayıcı alanı 16 m² ve sıcak su deposu hacmi de 1,28 m³ olarak hesaplanmıştır.

G İ R İ Ş :

Türkiye'deki seraların % 97 si Antalya ve İçel illerinde bulunmaktadır (1). Bu illerde yılda birkaç güne inhisar eden don olayı nedeniyle ürünler hasar görmektedir.

Buralardaki seraların ısıtılması için % 99 odun sobası ve % 1 sıcak sulu merkezi ısıtma sistemi kullanılmaktadır.

Odun sobası ile ısıtmanın zararları şöyle özetlenebilir :

- a) Sera içinde dengeli bir ısıtma sağlanamaz.
- b) Yanma artığı zehirli gazlar; bitkilerin büyüme, gelişme ve çiçeklenmesine zarar verir. (2)
- c) Sobaya yakın bitkiler zarar görür (3)

Sıcak sulu merkezi ısıtma sistemi ise ilk tesisi ve işletmesi pahalı olduğundan ancak % 1 oranında uygulanabilmiştir. (1)

Gerek sobalı gerekse kaloriferli ısıtma yapılan seralarda bile, ısıtma işlemine çoğu zaman don tehlikesi haber alındıktan sonra başlanıldığından, ısıtma sisteminin ataleti nedeniyle don tehlikesinin bertaraf edilemediği bir gerçektir.

Diğer taraftan Antalya ve İçel illerinde, kârlı seracılıkta yapılan masrafın yaklaşık % 30 u ısıtma için yakıt tüketimine harcanmaktadır. Petrol ve orman ürünlerinin tükenmeye yüz tuttuğu ve fiyatlarının hızla arttığı bilinmektedir.

Ayrıca seralarımızın çoğu elektrik enerjisinin bulunmadığı kırsal kesimlerde kuruludur.

Bütün bunlar dikkate alınarak, güneş enerjisi potansiyelinin, don tehlikesi görülen aralık, ocak ve şubat aylarında bile yeterli seviyede olduğu Antalya ve İçel illerimizdeki seraların ısıtılmasında uygulanmak üzere, sıcak suyu tamamen güneş enerjisiyle sağlanan doğal akımlı bir ısıtma sistemi üzerinde teorik ve deneysel temel bir araştırma yapılmıştır. (1)

Bu araştırmada, Ankara'da A. Ü. Ziraat Fakültesi Bağ - Bahçe Kürsüsü serasının güneş enerjisiyle ısıtılması deneysel olarak incelenmiş ve bulunan değerlerin ışığında Antalya'da kışın don tehlikesini önleyecek, herhangi bir yakıt kullanmaksızın sadece düz güneş toplayıcıları kullanılarak, gündüz güneş enerjisiyle su ısıtıp depolayarak sabaha karşı doğal akımlı bir ısıtmanın sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD :

Akdeniz bölgesindeki seraların kışın don tehlikesine karşı güneş enerjisiyle ısıtılmasına temel teşkil edecek deneyler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bağ - Bahçe Kürsüsü'ne ait 8 m x 30 m taban alanlı, ortalama 3 m yükseklikte ve cam örtülü serada gerçekleştirilmiştir.

Toplayıcı olarak Günsa A.Ş. Ankara mamulü çift tabaka cam örtülü selektif absorber yüzeyli 2 m² lik 5 adet toplayıcı kullanılmıştır.

Sıcaklıkları ölçmek için; Teknim Ltd. Şti., Ankara mamulü, — 10°C/+ 90°C arasında kayıt yapan ± % 0,5 hassasiyetli, P₁ 100 ölçü elemanlı 6 kanallı, 20 mm/h kayıt hızında 1 adet P₁26L tipi kaydedici cihaz ve bu cihaza uygun P₁ — 100 Ohm rezistans elemanlı, herbiri 4 m kablolu Rt 305 tipi 6 adet rezistans termometre kullanılmıştır.

Sera örtüsü olarak 3 mm. lik cam kullanılmıştır. Ayrıca 0,2 mm. lik tek tabaka plastik şeffaf folye ile sera bölünmüştür.

Doğal akımlı bir ısıtma sisteminde suyu harekete getiren basınç kuvveti

$$\Delta P = (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot h \text{ (kg/m}^2 \text{ = mm SS) dur. [1]}$$

Burada ;

γ_1 ; soğuk suyun özgül ağırlığı (kg/m³)

γ_2 ; sıcak suyun özgül ağırlığı (kg/m³) ve h yüksekliktir (m).

Seralarda doğal akımlı sıcak sulu ısıtma sisteminde suyu harekete getiren kuvvet 5 - 100 mm SS arasında değişmektedir. (3)

Suyun özgül ağırlığının, sıcaklığa bağlı olarak değişmesi Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Suyun özgül ağırlığının, sıcaklığa bağlı olarak değişmesi. (4)

Sıcaklık °C	0	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Özgül Ağırlık kg/m ³	999.8	1000.0	999.6	998.2	995.6	995.2	988.0	983.2	977.7	971.8	965.3

Düz toplayıcılar ile Antalya'da kışın 45 °C sıcaklığında su elde etmek mümkündür. (5,7) Sera içi sıcaklığının da minimum 7 °C de tutulması istenildiğine göre (2,3) sıcak su deposu ile sera için arasındaki sıcaklık farkından dolayı özgül ağırlık farkı (Tablo 1 den)

$$\gamma_{7^\circ\text{C}} - \gamma_{45^\circ\text{C}} = 999,80 - 991,60 = 8,2 \text{ kg/m}^3 \quad \text{olacaktır.}$$

Seraların ortalama yüksekliği 3,5 m alınır,

$$(\gamma_1 - \gamma_2) \cdot h = 8,2 \cdot 3,5 = 28,7 \text{ kg/m}^2 \stackrel{\text{su}}{\approx} 29 \text{ mm SS} \quad \text{luk.}$$

İtici basınç kuvveti elde edilir ki bu değer doğal akımlı ısıtma için önerilen sınırlar arasında kalmaktadır.

Deney düzeni olarak 3,5 m yüksekliğinde 0,25 ϕ m çapında bir depo yapılmıştır. Bu deponun hacmi $V = 172 \text{ lt}$ bulunmuştur.

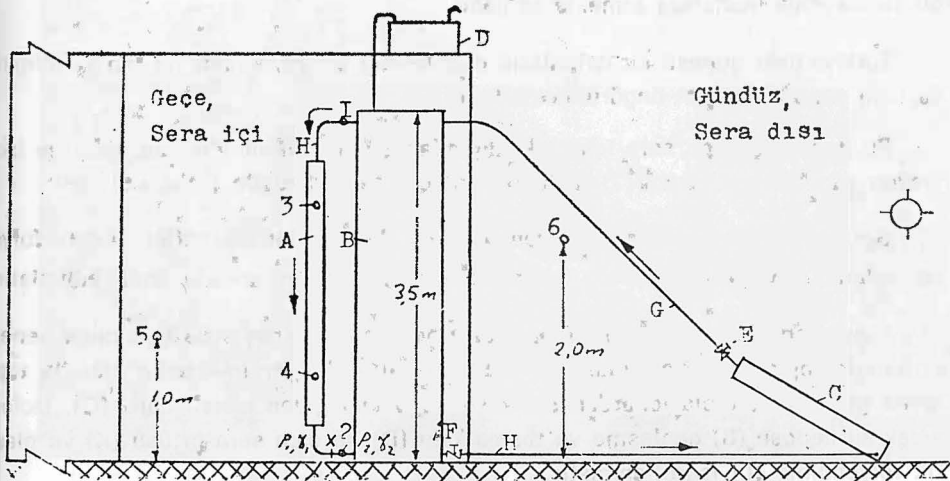
Günsa mamulü düz toplayıcı sistemin Ankara şartlarında 50 °C sıcaklığında yıllık ortalama verimi 38,6 lt/m² gün olarak saptanmıştır. (5) Bu durumda gerekli toplayıcı yüzeyi

$$172 \text{ lt/gün} / 38,6 \text{ lt/m}^2 \text{ gün} = 4,46 \text{ m}^2 \quad \text{bulunur.}$$

Bu çalışmada herbiri 2 m² lik 5 adet, toplam 10 m² lik toplayıcı kullanılmıştır.

Toplayıcılar, Ankara (39°57' K. enlem) ve bütün yıl boyunca kullanma dikkate alınarak, 36° eğimli olarak tam güneye doğru yerleştirilmiştir.

Deney düzeni şeması Şekil 1 de görülmektedir.



Şekil 1. Deney Düzeninin Şeması.

(A) 25 mm (1") boru üzerine çevrede aksel olarak 8 adet 0,5 mm. lik saçtan, 4,5 cm derinliğinde kanat bulunan ısıtıcı; (B) İzoleli sıcak su deposu; (C) Toplayıcı; (D) Genleşme ve taşma kabı; (E) Vana; (F) Doldurma ve boşaltma vanası; (G) İzoleli 25 mm sert lâstik boru; (H) İzolesiz 25 mm sert lâstik boru; (1) Depo üstü sıcaklık hissedicisi; (2) Depo altı sıcaklık hissedicisi; (3) Isıtıcı üstü sıcaklık hissedicisi; (4) Isıtıcı altı sıcaklık hissedicisi; (5) Sera içi sıcaklık hissedicisi; (6) Sera dışı sıcaklık hissedicisi.

Şekil 1 de x noktasındaki basınçlar yazılırsa :

$$P_1 = \gamma_1 \cdot h$$

$$P_2 = \gamma_2 \cdot h$$

$$P_1 - P_2 = \Delta P = (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot h \quad \text{bulunur.} \quad [1]$$

Burada; γ_1 = ısıtıcı içinden geçen soğumuş suyun özgül ağırlığı olup sıcaklığı en düşük olarak sera içi sıcaklığına eşit olabilir.

γ_2 = depo edilmiş sıcak suyun özgül ağırlığıdır.

Eşitlik [1] den; (x) noktasında, suyu harekete getiren itici kuvvetin büyüklüğü; depodaki suyun sıcaklığının büyüklüğü ve depo yüksekliğinin büyüklüğü ile doğru orantılı olduğu görülür.

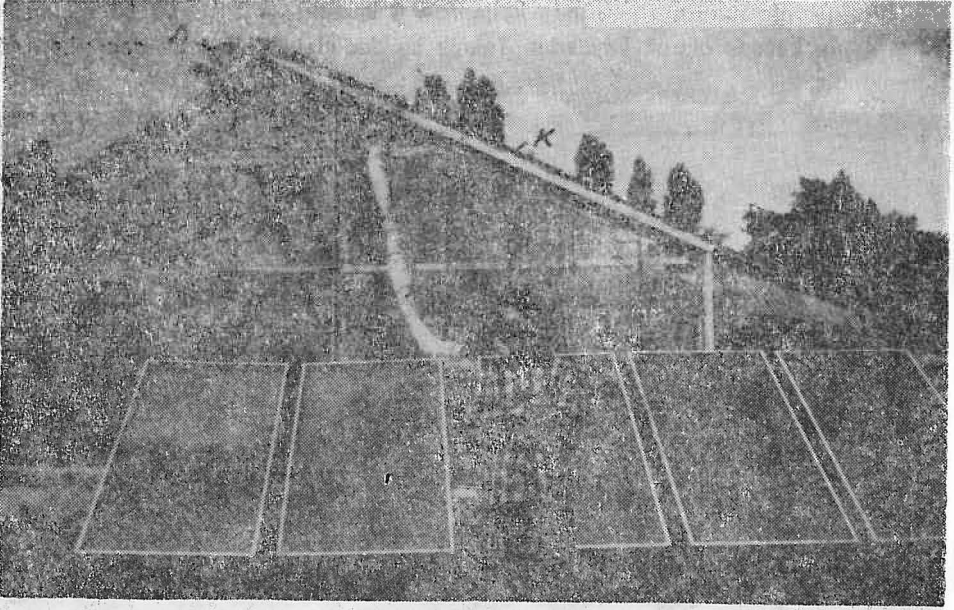
Depo yüksekliğini, seradan daha yükseğe çıkarmak anlamsız olacağından, en fazla konstrüksiyonun elverdiği kadar alınabilir. Bu durumda itici kuvvetin büyüklüğünde en önemli etken depodaki suyun sıcaklığının yüksekliği olmaktadır. Bu da gün boyunca yüksek sıcaklıkta su depolamak ve depolanan suyun sıcaklığını iyi bir izolasyonla muhafaza etmekle sağlanır.

Türkiye'deki güneşli su ısıtıcıların depolarının izolasyonunda 15 cm kalınlığında cam yünü izolasyon öngörülmektedir (6).

Bu deneyde, depo sera içinde kaldığından 7 cm kalınlığında cam yünü ile izolasyon yapılmıştır. Ayrıca (7) no.lu boru 3 cm cam yünü ile izole edilmiştir.

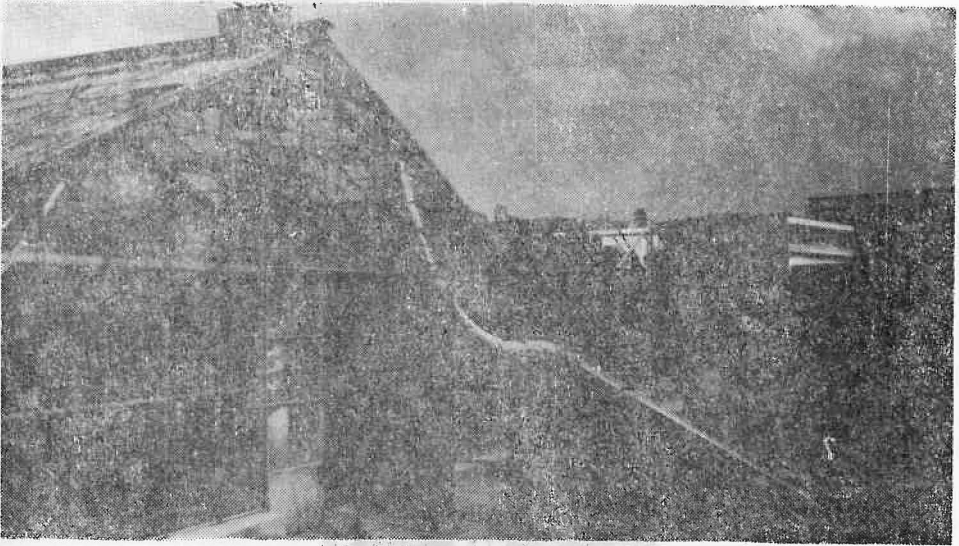
Sera, 3 m derinliğinden itibaren 0.2 mm. lik tek tabaka şeffaf plastik folye ile bölünmüş ve aralıklar rulo halinde paketlenmiş kuru otlarla izole edilmiştir.

Güneş enerjisi ile sera ısıtılması üzerine yapılan deneylerde kullanılan deney düzeninin toplayıcılar tarafından görünüşü Şekil 2 de görülmektedir. Burada toplayıcı grubu (C), toplayıcılardan sıcak su deposuna giden izoleli boru (G), izoleli sıcak su deposu (B) genleşme ve taşma kabı (D) ile cam sera örtüsü (K) ve plastik folyebölme (L) işaretlenmiştir.



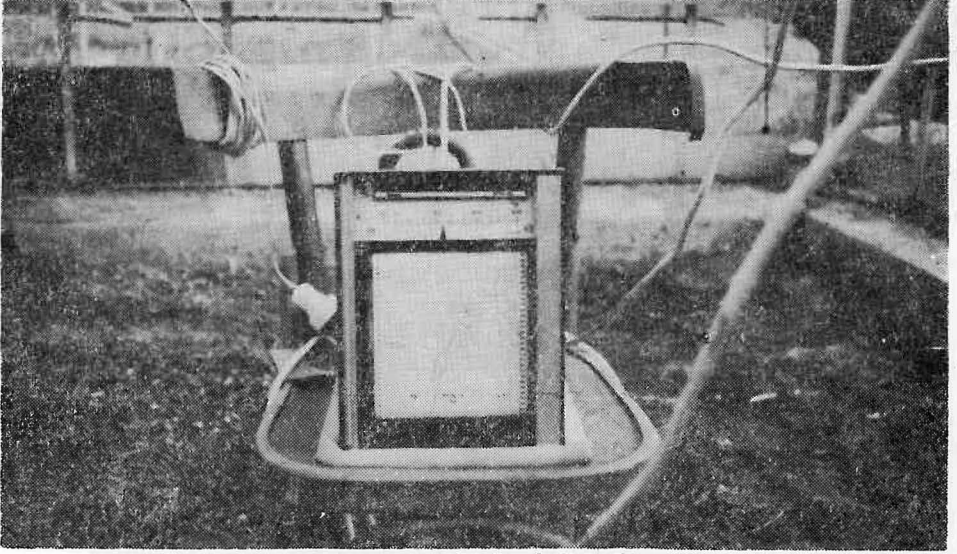
Şekil 2. Deney düzenin karşıdan görünüşü.

Deney düzeninin, toplayıcıların yan tarafından görünüşü ise Şekil 3 de verilmiştir. Bu şekilde kanatlı boru ısıtıcı (A), toplayıcı grubu (C), izoleli gidiş borusu (G), izoleli sıcak su deposu (B) genişleme ve taşma deposu (D), cam sera örtüsü (K), ile plastik folye bölme (L) gösterilmiştir.



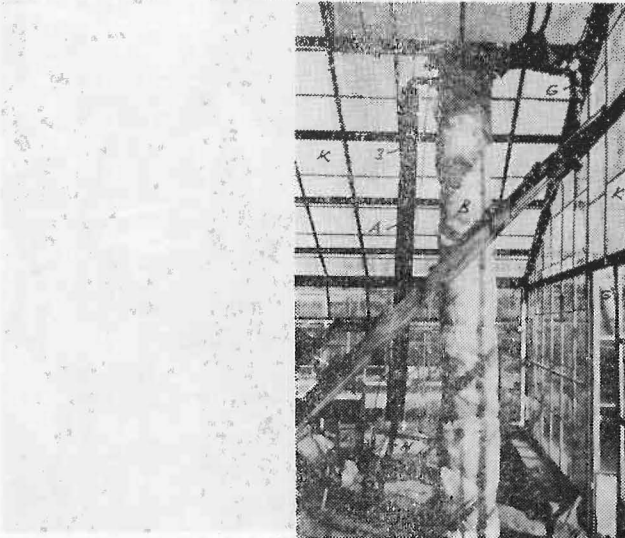
Şekil 3. Yan Cepheden deney düzeninin görünüşü

Sıcaklık ölçümlerinin kaydında kullanılan 6 kanallı, — 10°C ve 90 °C sıcaklık aralığını hassas olarak kaydeden Teknik kaydedicisi Şekil 4 de çalışırken görülmektedir.



Şekil 4. Sıcaklık kaydedici cihaz.

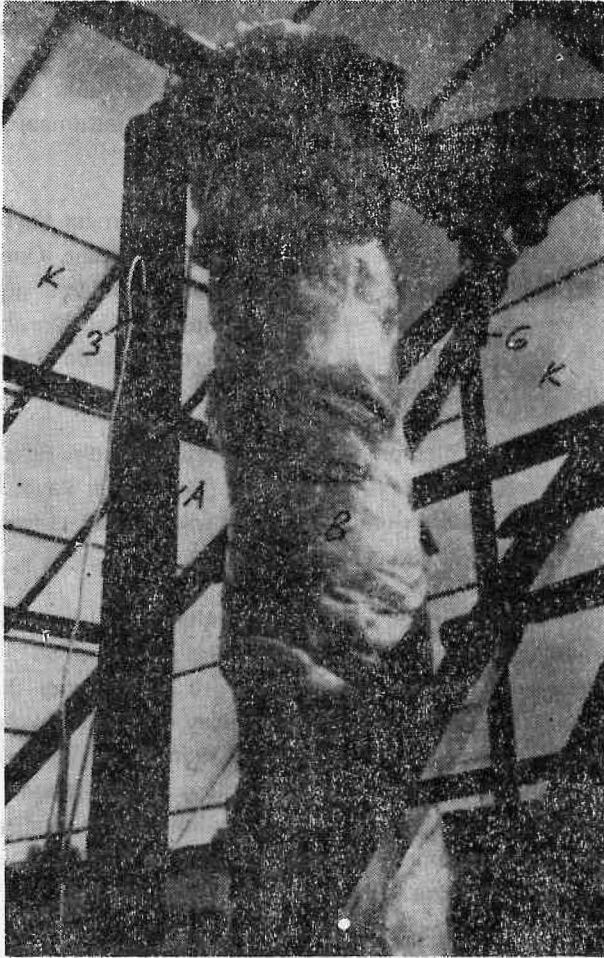
Sera içinden deney düzeninin görünüşü Şekil 5 de gösterilmiştir. Burada kanatlı boru ısıtıcı (A), izoleli sıcak su deposu (B), izoleli gidiş borusu (G) cam sera örtüsü (K) sıcaklık kaydedicisi (M) depo üstü sıcaklık hissedicisi (1) ısıtıcı üstü sıcaklık hissedicisi (3), ısıtıcı altı sıcaklık hissedicisi (4) işaretlenmiştir.



Şekil 5. Deney düzeninin sera içinden görünüşü

Şekil 6 da izoleli sıcak su deposu (B) ile kanatlı boru ısıtıcı (A) nın yakından görünüşü görülmektedir. Ayrıca izoleli gidiş borusu (G), cam sera örtüsü (K), depo üstü sıcaklık hissedicisi (1) ve ısıtıcı üstü sıcaklık hissedicisi (3) işaretlenmiştir.

Su sıcaklığını hisseden uçlar 5 cm uzunluğunda su ile temas halinde olacak şekilde vidalanmıştır. Hava sıcaklığını hissedecek uçlar; direkt yayılmış ve yansımış güneş ışınlarından etkilenmemek için etrafı alüminyum folye ile gölge muhafazaya alınmıştır.



Şekil 6. İzoleli Sıcak Su Deposu ile Kanatlı Boru Isıcının yakından görünüşü.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Ankara'da yapılan deney sonucunda toplayıcı - depo - ısıtıcı sisteminin toplam verimi 0,24 olarak bulunmuştur. Çift tabaka cam örtülü ve seçici yüzeyli düz toplayıcının deney yapılan günlerdeki veriminin 0,40 olduğu (5) bilindiğinden toplayıcı dışında sistemin verimi olarak,

$$\zeta \text{ sistem} = \zeta \text{ toplam} / \zeta \text{ düz topl.} = 0,24/0,40 = 0,60$$

bulunur ki bu değer literatürde önerilen değer (7) ile tamamen uyum sağlamaktadır.

Bu sonuçtan yararlanarak Antalya'da aralık, ocak ve şubat aylarında 6 mx9 m boyutlarında tek ünitelik bir seranın minimum 7 °C de ısıtılması için gerekli düz toplayıcı yüzeyi ile depo hacmi hesaplanabilir.

Güneş enerjisi ile ısıtma yapılacak her türlü hacmin ısı kaybının minimuma indirilmesi, ilk tesis masraflarının az olmasını sağlamaktadır. Önerdiğimiz sera güneye yönelik olup kuzey tarafı aynı zamanda ısı depolama görevini yapması için dıştan izoleli ve dolu tuğladan yapılacaktır. Sera örtüsü olarak üstte 0,2 mm. lik çift tabaka (10 mm. aralıklı) şeffaf plastik folye, yanlarda 0,2 mm. lik tek tabaka folye kullanılacaktır.

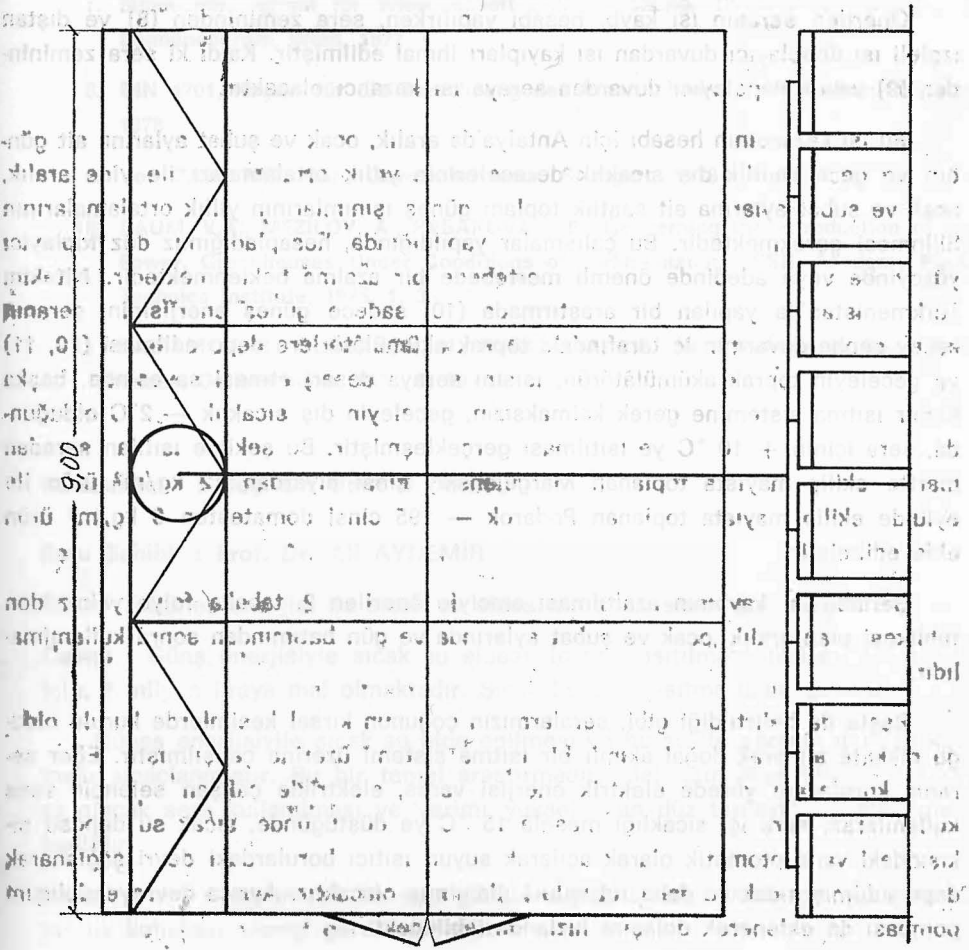
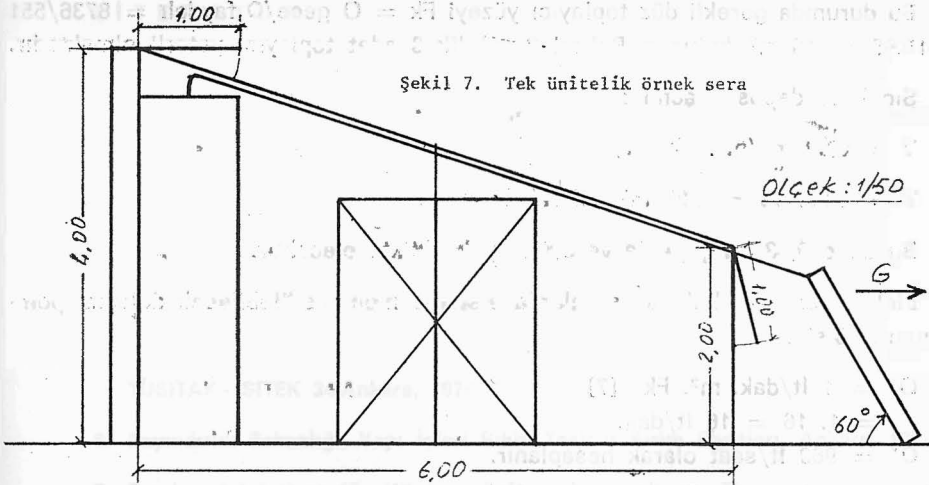
Bu örnek seranın diğer ölçüleri Şekil 7 de görülmektedir. Bu seranın, Antalya kış iklim şartlarında ve DIN 4701/1978 normuna (8) göre ısı kaybı hesapları yapıldığında $Q_h = 2912 \text{ kcal/saat}$ bulunur. Sabaha karşı 3 saat ısıtma ihtiyacı doğacağı kabul edilerek $Q_{g\text{ccc}} = 8736 \text{ kcal/gece}$ bulunur.

Diğer taraftan Antalya'da (36° 53' Kuzey enlem), aralık, ocak ve şubat ayları için düz toplayıcının yatayla yapacağı optimum açı $\varphi = 60^\circ$, iki tabaka cam örtülü ve seçici yüzeyli toplayıcı verimi $\zeta_k = 0,32$, toplayıcı dışında sistemin verimi $\zeta \text{ tesisat} = 0,60$ ve eğik yüzey/yatay yüzey dönüşüm faktörü için Antalya enlemi, aralık - şubat dönemi ve 60° eğim açısı için $R = 1,808$, Antalya'da aralık - şubat dönemi için yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınımı ortalaması $Q_t \text{ yatay} = 1586,3 \text{ kcal/m}^2 \text{ gün}$ alınarak (1) 60° eğimle duran düz güneş toplayıcısına gelen toplam güneş ışınımı ortalaması $Q_t \text{ eğik} = 1586,3 \cdot R = 1586,3 \cdot 1,808 = 2868 \text{ kcal/m}^2 \text{ gün}$, sera içine intikal edecek faydalı ısı ise

$$Q_t \text{ faydalı} = Q_t \text{ eğik} \cdot \zeta \text{ toplayıcı} \cdot \zeta \text{ tesisat} = 2868 \cdot 0,32 \cdot 0,60 = 546,546$$

$$Q_t \text{ faydalı} = 550,65 \text{ kcal/m}^2 \text{ gün bulunur.}$$

Şekil 7. Tek ünitelik örnek sera



Bu durumda gerekli düz toplayıcı yüzeyi $F_k = O \text{ gece}/Q \text{ faydalı} = 8736/551 = 15,85 = 16 \text{ m}^2$ bulunur. Beheri 2 m^2 lik 8 adet toplayıcı yeterli olmaktadır.

Sıcak su deposu hacmi :

$$V = 0,08 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot F_k \quad (7)$$

$$V = 0,08 \cdot 16 = 1,28 \text{ m}^3 \text{ olarak bulunur.}$$

Bu depo $0,68/0 \text{ m}$ çapında ve $3,5 \text{ m}$ yükseklikte olacaktır.

Elektrik enerjisi bulunan seralarda sisteme monte edilebilecek dolaşım pompasının debisi :

$$O^\circ = 1 \text{ lt/dak. m}^2 \cdot F_k \quad (7)$$

$$= 1 \cdot 16 = 16 \text{ lt/dak.}$$

$$Q^\circ = 960 \text{ lt/saat olarak hesaplanır.}$$

Önerilen seranın ısı kaybı hesabı yapılırken, sera zemininden (8) ve dıştan izoleli ısı depolayıcı duvardan ısı kayıpları ihmal edilmiştir. Kaldı ki sera zemininden (9) ve ısı depolayıcı duvardan seraya ısı kazancı olacaktır.

Bu ısı kazancının hesabı için Antalya'da aralık, ocak ve şubat aylarına ait gündüz ve gece saatlik dış sıcaklık derecelerinin yıllık ortalamaları ile yine aralık, ocak ve şubat aylarına ait saatlik toplam güneş ışınımalarının yıllık ortalamalarının bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmalar yapıldığında, hesapladığımız düz toplayıcı yüzeyinde veya adedinde önemli mertebede bir azalma beklenmektedir. Nitekim Türkmenistan'da yapılan bir araştırmada (10) sadece güneş enerjisinin, seranın kuzey cephe duvarının iç tarafındaki toprak akümülatörlere depo edilmesi (10, 11) ve geceleyin toprak akümülatörün, ısınıyı seraya deşarj etmesi sayesinde, başka hiçbir ısıtma sistemine gerek kalmaksızın, geceleyin dış sıcaklık -2°C olduğunda, sera içinin $+10^\circ\text{C}$ ye ısıtılması gerçekleşmiştir. Bu şekilde ısıtılan seradan martta ekilip mayısta toplanan Margelanskiy cinsi hiyardan 12 kg/m^2 ürün ile eylülde ekilip mayısta toplanan Podarok -195 cinsi domatesten 6 kg/m^2 ürün elde edilmiştir.

Seranın ısı kaybının azaltılması amacıyla önerilen 2. tabaka folye yalnız don tehlikesi olan aralık, ocak ve şubat aylarında ve gün batımından sonra kullanılmaktadır.

Başta da belirtildiği gibi, seralarmızın çoğunun kırsal kesimlerde kurulu olduğu dikkate alınarak doğal akımlı bir ısıtma sistemi üzerine çalışılmıştır. Eğer seranın kurulacağı yörede elektrik enerjisi varsa, elektrikle çalışan selenoid vana kullanılarak, sera içi sıcaklığı meselâ 15°C ye düştüğünde, sıcak su deposu çıkışındaki vana otomatik olarak açılarak suyun ısıtıcı borulardaki devri sağlanarak depo edilmiş sıcak su daha tutumlu kullanılmış olacaktır. Ayrıca devreye dolaşım pompası da eklenerek dolaşım hızlandırılabilir.

L İ T E R A T Ü R

1. ARINÇ, Ü.D., Güneşli Su Isıtıcılarının Yakıt Ekonomisine Katkısı ve Güneşli Sera Isıtıcıları Konusunda Bir Araştırma, (Doçenlik Tezi), İDMMA, 1979
2. GÜNAY, A., Serler ve Serlerde Sebze Yetiştirme Tekniği, Ankara, 1976
3. ALKAN, Z., Sera Plânlama Tekniği, TÜBİTAK - TOAG 233, Ankara, 1978
4. IHLE/BOTZ, Heizungstechnik, Hannover, 1972
5. AYKURT, M., Seri İmalâta Dönük Ev Tipi Güneşli Su Isıtıcısının Geliştirilmesi, TÜBİTAK - İSITEK 34, Ankara, 1976.
6. Bayındırlık Bakanlığı, Yapı İşleri Sıhhi Tesizat Birim Fiyatları, Ankara, 1978
7. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Thermische Nutzung der Sonnenenergie, Wien, 1977
8. DIN 4701, Regeln für die Berechnung des Waermebedarfs von Gebaeuden, Berlin 1978
9. Von ZABELTİTZ, Chr., Gewaechshaeser, Stuttgart, 1978
10. BAUM, V.A., MEZİLOV, A., RYBAKOVA, L.E., Concerning the Introduction of Solar Power, Greenhouses Under Conditions of Türkmenistan, USSR, Academy Physico Technics Institute, 1975, 1, 3 - 35
11. BAIRAMOV, R., GURBANON, N., RYBAKOVA, L.E., Heat Storage in Solar Greenhouses, Geliotekhnika, 1975, 5, 39 - 43

Konuşmacı : Doç. Dr. Ümit D. ARINÇ

Soru Sahibi : Prof. Dr. Ali AYDEMİR

Soru : Güneş enerjisi ile sıcak su eldesi ile sear ısıtma çok pahalıdır.

Cevap : Güneş enerjisiyle sıcak su eldesi ile sera ısıtılması, 500 m² lik bir sera için, 3 milyon liraya mal olmaktadır. Sıcak hava ile ısıtma daha ucuzdur.

Güneş enerjisiyle sıcak su elde edilmesi ve bu su ile seranın dondan korunması amaçlanmıştır. Bu bir temel araştırmadır. Maliyetin düşürülmesi, ısı kaybı az olacak sera kullanılması ve verimi yüksek olan düz toplayıcı kullanılmasına bağlıdır.

Katkı : 250 m².lik bir seri güneş enerjisiyle ısıtılmak için yaklaşık 1200 m².lik kollektör yüzeyi gerekmektedir.

Katkıya Katkı : 250 m².lik, nereden kurulu, hangi örtü malzeme ve şekilli, hangi sıcaklık farkı, hangi mevsimde ve hangi verimdeki kollektör için 1200 m² gerekmiştir? Açıklanması gerekir.

Soru Sahibi : İsmail BALCI

Soru : Bu sistem 10° nin üstünde ısı temin ediyor. (Hayır bize verilen baz 7° idi.) O halde araştırmanın 10° göre yapılması gerekir. Çünkü Türkiye’de yetiştirilen F₁ çeşitler 10° altında döllenenmiyor, ihracattan gelecek bekliyorsak bunu temin etmek zorundayız.

Cevap : Sistem, sera içinin minimum 7°C de tutularak don tehlikesini önleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Bu sıcaklık derecesi 2 ve 3 nolu ziraat literatürlere dayanılarak alınmıştır.

Soru Sahibi : Naim ÖZGÜR

Soru : Seranın + 10°C ısıtılması için güneş enerjisi ile ne kadar zaman günlük güneşlenmeye ihtiyaç vardır.

Cevap : Güneş enerjisiyle mahal ısıtma dizaynı yapılırken, en soğuk aylar olan Aralık, Ocak ve Şubat aylarına ait toplam güneş ısınımının yıllık ortalamaları dikkate alınarak bulutlu ve bulutsuz günler hesaba katılmış olur.

Soru Sahibi : Ural TÜMER

Soru : 1) Haritadaki verilen değerlerin sıhhatinden eminmisiniz?

- 2) Türkiye’de hiç bir şekilde seçici yüzey kullanan sistem yok. Kastınız boya mı?
- 3) 20 m² toplayıcı yüzey için doğea dolaşimli sistemi normal kullanabilecekmisiniz?
- 4) Kuzey duvarını depo vazifesi göreceğini veya gördüğünü kanıtlayan ölçü değerleriniz var mı?

Cevap : 1) Haritayı ek bilgi olarak sundum. Bu harita TÜBİTAK tarafından desteklenmiş ve Güneş enerjisiyle ilgili çalışmalarıyla tanınmış (5) nolu literatür sahibine ait olduğu için emin olmak isterim.

- 2) Deneyde kullanılan toplayıcının testi ODTÜ de yapılmıştır ve (5) nolu literatüre dayanılarak seçici yüzey tabiri kullanılmıştır.
- 3) Tek ünitelik sera (6m×9m taban alanlı) için 16 m² düz toplayıcı yüzeyi hesaplanmıştır. Sistemi boru hesapları doğru yapılmak şartıyla, sistem normal olarak kullanılabilir.
- 4) Kuzey duvarın ısı depolayıcı vazifesi göreceği (10) ve (11) nolu literatürde adı geçen deneylere dayanılarak verilmiştir. Bu konuda, tebliğde de belirtildiği gibi, tarafımızdan ayrıca çalışma yapılacaktır.