



## Çin Güneş Serasının Türkiye İklim Şartlarına Göre Uygunluğunun Araştırılması

Okan KON

Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Balıkesir/TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0002-5166-0258>

Corresponding author: okan@balikesir.edu.tr

### Araştırma Makalesi

#### Tarihçe:

Geliş tarihi: 03 Haziran 2024  
Kabul tarihi: 30 Temmuz 2024  
Online yayınlanma: 15 Aralık 2024

#### Anahtar Kelimeler:

Çin Güneş Serası  
Isı Kaybı  
Türkiye İklim Şartları  
Enerji Depolaması

### ÖZET

Çalışmada, literatürde Çin güneş serası olarak bilinen sera tipinin ülkemizin iklim şartlarına uygunluğu araştırılmıştır. Bunun için Türkiye de önemli tarım şehirlerinden olan Balıkesir İli iklim şartları referans alınmıştır. Çin güneş seraları gündüz saydam polietilen güney çatısı vasıtasıyla alınan güneş enerjisi (güneş radyasyonu) güneş kolektörlerine tarafından toplanarak gece sera ortamına verilen ısı sayesinde seranın iç ortamının gece ve gündüz sabit sıcaklık ve nem değerinde tutulması sağlanmaktadır. Böylece tarım ürünlerinin daha uygun ortamda yetişmesi için gerekli iklim şartları sağlanmaktadır. Bu durum özellikle kış mevsiminin en soğuk ayı olan ocak için zirai don olayının yaşanmaması açısından çok önemlidir. Çin güneş seralarının en önemli yapı bileşenleri, tuğla veya beton yapılan kuzey duvar ve çatısı ile şeffaf güney çatısıdır. Bunlara ek olarak isteğe bağlı tuğla, beton veya şeffaf elemandan yapılan doğu ve batı duvarlarıdır. Güney çatısının şeffaf örtüsü sayesinde gündüz güneş enerjisi kolektörler vasıtasıyla depolanmaktadır. Güney çatısının şeffaf örtüsü, gece ısı kaybına sebep olmaması için çoğunlukla sarılabilen battaniye şeklinde örtü ile kapatılmaktadır. Çalışmada, güney çatısı 4,4 m yüksekliğinde, sera 40 m uzunluğunda ve 10 m genişliğindedir. Sera için sabit 10 °C sıcaklıkta olması istenmiştir.

## Investigation of the Suitability of Chinese Solar Greenhouse for Türkiye's Climate Conditions

### Research Article

#### History:

Received: 03 June 2024  
Accepted: 30 July 2024  
Published online: 15 December 2024

#### Keywords:

Chinese solar greenhouse  
Heat loss  
Türkiye climate conditions  
Energy storage

### ABSTRACT

In this study, the suitability of the greenhouse type known as the Chinese solar greenhouse to the climate conditions of Türkiye was investigated. For this reason, the climate conditions of Balıkesir Province, one of Türkiye's important agricultural cities, were taken as reference. In Chinese solar greenhouses, solar collectors collect solar energy from the transparent polyethylene south roof during the day. The heat given to the greenhouse environment at night ensures that the internal environment of the greenhouse is kept at a constant temperature and humidity level day and night. Thus, the necessary climate conditions are provided for agricultural products to grow in a more suitable environment. This is very important to prevent agricultural frost, especially in January, which is the coldest month of the winter. The most important structural components of Chinese solar greenhouses are the northern wall and roof made of brick or concrete and the transparent southern roof. In addition, optional east and west walls can be constructed using brick, concrete, or

transparent materials. Solar energy is absorbed through the transparent cover of the southern roof during the day and stored by collectors. To prevent heat loss at night, the transparent cover is typically insulated with a wrap-around blanket. In the study, the south roof is 4.4 m high; the greenhouse is 40 m long and 10 m wide. A constant temperature of 10 °C was required for the greenhouse.

---

**To Cite :** Kon O., 2024. Investigation of the Suitability of Chinese Solar Greenhouse for Türkiye's Climate Conditions. Journal of Agriculture, Food, Environment and Animal Sciences, 5(2): 164-177.

---

## GİRİŞ

Tarım sektöründe en fazla enerji tüketen sektörlerdendir. Seracılık, açık hava bahçeciliğine göre 10 ila 20 kat oranında daha yüksek üretime sahip olması nedeniyle en karlı sektörlerden biridir. Ticari seralar ise daha verimli ve rüzgâr ile yağmur gibi doğal çevre etkilerinden korumak amacıyla bitki yetiştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Seranın bir diğer faydası da sezon dışı ürün yetiştirme olanağı sağlamasıdır (Taki ve ark., 2018).

Seralar, bir bölgenin tarımsal modernizasyon düzeyini gösteren tarımsal kalkınmadaki bir eğilimi temsil etmektedir. Yüksek verim elde etmek için sera ortamının düzenlenmesi gerekmektedir. Bir serada ışık, nem alma, ısıtma, soğutma ve diğer önlemlerin alınmasından kaynaklanan enerji tüketimi, temel enerji tüketimi olarak bilinmektedir (Shen ve ark., 2018). Sera, bitki büyümesi için uygun bir mikro iklim oluşturmak amacıyla güneş ışınımını kullanan bir yapıdır. Bir sera sistemi, mahsulün büyümesine yardımcı olmak, üretim ve kaliteyi arttırmak için bitkileri dış ortamlara karşı korumalıdır. Sera tasarımında yer alan bileşenler şunlardır: kaplama malzemesi, şekil, yönlendirme ve sera içindeki mikro iklimi kontrol etmek için gereken teknik ekipmandır (Choab ve ark., 2019). Sera ikliminin dinamik davranışı, serada meydana gelen ve dış ortama giden enerji (radyasyon ve ısı) ve kütle transferini (su buharı akışı ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonu) içeren fiziksel süreçlerin bir bileşimidir (Taki ve ark., 2018).

Çin güneş seraları, yaygın olarak kullanılan özel bir sera türüdür. Çin güneş seralarının ana yapıları, kuzey duvarı, doğu duvarı, batı duvarı, kuzey çatısı ve güney çatısıdır. Havalandırma deliği ve harici ısı koruma battaniye veya yorgan çatı sırtına monte edilmiştir. Kışın ise gündüzleri ısı koruma yorganı kaldırılır, akşamları ise güney çatıda örtülür. Duvarlar tipik olarak termal depolama, ısı koruma ve yük taşıma sağlayan kil, tuğla veya kompozit malzemeler kullanılarak inşa edilir. Kuzey çatısı genellikle hafif yalıtım levha eklenmiş malzemelerden yapılır. Kavisli çelik çerçevelerle desteklenen şeffaf güney çatısı iyi ışık geçirgenliğine sahip plastik bir filmden yapılır. Isı koruma yorganı, dokunmamış kumaş veya püskürtme pamuktan yapılmış hasır perde, yorgan veya battaniye kompozit malzemelerden oluşur. Havalandırma, iç ortam sıcaklığına ve neme göre ayarlanır (Wang ve ark., 2024). Çin güneş seraları, gündüz boyunca güneş termal enerjisini alan ve biriktiren, gece boyunca ısıyı serbest bırakan, yardımcı ısıtma olmadan ürünler için bir mikro iklim

sağlayan, üretim süresini uzatan ve karbon ayak izini azaltan pasif güneş seralarıdır. Mimari tasarım ve yapı fiziği alanı içerisinde (Ding, 2024).

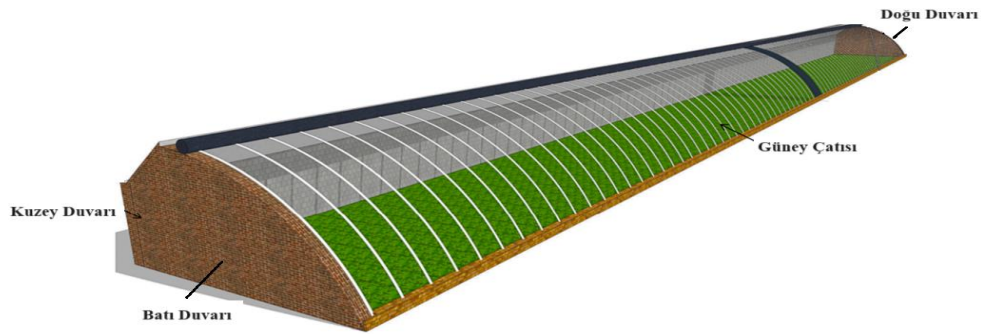
Xia ve ark. (2023), yaptığı çalışmada, sera termal ortamını incelemek için, siyah boya ile kaplanmış ve iki katmanlı polietilen film arasında kumaş astarlı güneş enerjili ısıtma sistemi önerilmiştir. Gece boyunca sera ısıtma yükü tahmin edilmiş ve ısı transferi için su kütlesi hesaplanmıştır (Xia ve ark., 2023). Choab ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, sera sistemleri hakkında literatür taraması ve farklı iklimler ile çalışma koşulları için seraların en çok tercih edilen özelliklerinin belirlenmesine yönelik incelemeler yapılmıştır. Kaplama malzemelerinin özellikleri incelenmiştir. Çalışmada, seranın termal çalışma koşullarını optimize etmek için termal modeller ve simülasyonlar yapılmıştır (Choab ve ark., 2019). Wang ve ark. (2024) yaptıkları çalışmada, güneş serasının ısıtılmasında kullanılacak, binaya entegre edilmiş, verimli bir güneş kolektörü araştırılmıştır. Güneş kolektörünün termal özelliğini incelemek için üç boyutlu Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği modeli yapılmıştır. Model, güneş enerjili su ısıtma sistemi üzerinde yapılan testlerle doğrulanmıştır (Wang ve ark., 2024). Wan ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada, seranın kuzey çatının altında yeni bir su ısı akümülatörünün etkisini araştırılmıştır. Kuzey çatının altında ısı toplanması ve salınması olasılığı araştırılmıştır. Deneyde kolektör panellerinin malzemeleri, şekilleri ve kaplamaları incelenmiştir (Wan ve ark., 2023). Ding (2024), yaptığı çalışmada, yönlendirme, bina yapıları, kaplama malzemeleri, ısı depolama seçenekleri ve modelleme gibi sera tasarımına yönelik çeşitli teknolojiler karşılaştırılmıştır (Ding, 2024). Taki ve ark. (2018) çalışmalarında, farklı enerji tasarrufu teknolojilerine ve iklim kontrolüne yönelik yapay zekaya dayanan kapsamlı inceleme yapılmıştır. Etkin şekil, yapı ve yeni teknolojilere bağlı seralarda enerji tüketiminde azalma sağlamak amacıyla ayrıntılı olarak analizler yapılmıştır. Sonuçlarda, geleneksel seraların uygun şekilde güçlendirilmesiyle %70'e varan enerji tasarrufu sağlanabileceğini gösterilmiştir (Taki ve ark., 2018). Attar ve ark. (2013), seralarda kullanılan güneş enerjili su ısıtma sisteminin performansı Tunus hava durumuna göre TRNSYS bağlı olarak incelenmiştir. Güneş enerjili su ısıtma sistemi 200 L'lik bir depolama tankına bağlı toplam 4 m<sup>2</sup> yüzeye sahip iki güneş kolektöründen ve seraya entegre edilmiş kılcal polipropilen ısı eşanjöründen oluşmaktadır. İncelemelerde, iki güneş kolektörünün mümkün olan tüm kombinasyonları araştırılmıştır (Attar ve ark., 2013). Tong ve ark. (2023), Çin'in kuzey bölgelerinde uygulanan sera endüstrisinin modernizasyonu için önerilen, gündüzleri alınan ve gece bırakılan enerjiye dayanana sürgülü kapaklı enerji tasarruflu güneş serası incelenmiştir. Önerilen sera modeli, yerel iklime ve hedeflenen üretime dayalı olarak optimum tasarımına dayanmaktadır (Tong ve ark., 2023). Wang ve ark. (2023), geleneksel Çin güneş seralarında, Çin'in soğuk kuzey bölgesinde sıcak mevsim bitkilerinin kışlık üretimini sağlamak için, düşük sıcaklıktaki kuzey duvarına bir levha ısıtma sistemi uygulamasının etkisi incelenmiştir. Çalışmada güneş kolektör boyutu ve kurulum konumu önerilmiştir (Wang ve ark., 2023). Nanda ve ark. (2023), enerjik

ve ekserjetik yaklaşımlar ve analizler, teknolojik olarak geliştirilen güneş su ısıtma sistemi geniş bir şekilde incelenmiştir. Çalışmada güneş su ısıtma sisteminin avantajları, dezavantajları ve diğer gelişmeler anlatılmıştır (Nanda ve ark., 2023). Xu ve ark. (2022), Çin güneş enerjisi seralarının gece ısıtılması için yüksek termal kapasiteli bir kuzey duvarı sunulmuştur. Kuzey duvarının normal yapı malzemeleri kullanılarak ısı depolama kabiliyeti, ısı iletimi ve duvar yüzeyinden derinliği incelenmiştir (Xu ve ark., 2022). Arslan ve Dölek (2021) çalışmalarında, Türkiye'nin Akdeniz havzasındaki kömür yakıtlı kazanla ısıtılan bir seranın termal analizi yapılmıştır. İç hava sıcaklığı, nemi ve toprak yüzeyi sıcaklığı ile kömür tüketim oranını tahmin etmek için enerji ve kütle dengeleri incelenmiştir. Bölgenin en soğuk döneminde serada zamana bağlı, seranın konveksiyon ve iletim yoluyla duvar, tavan ve zeminden meydana gelen ısı kayıpları analiz edilmiştir (Arslan ve Dölek, 2021). Kon ve Caner (2023) yaptıkları çalışmada, polietilen ve cam kaplı seralarda ısı kayıpları hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Kaplama malzemeleri olan polietilen ve camın ısı iletim katsayıları, emisyon değerleri, absorbanları ve radyasyon geçirgenlikleri dikkate alınmıştır. Çalışma Balıkesir ilinde örnek bir sera için yürütülmüştür. Serada ek olarak, toprak özelliklerine ve derinliğe bağlı olarak topraktan iletim ve ışınım yoluyla ısı kaybı, hava değişim miktarı ve hızına bağlı olarak iç mekân hava akışından kaynaklanan ısı kaybı ve bitki özelliklerine bağlı olarak evapotranspirasyon yoluyla ısı kaybı da hesaplanmıştır (Kon ve Caner, 2023). Zhang ve ark. (2019), Çin'deki güneş seraları, kuzey duvarının termal performansının artırılması, seranın termal ortamının iyileştirilmesinin ve dolayısıyla tarımsal verimliliğin artırılması için, flanş katmanlı, beton katmanlı, çakıl katmanlı, gazbeton tuğla katmanlı ve beton içi boş blok katmanlı duvar yapıları incelenmiştir (Zhang ve ark., 2019). Mohammadi ve ark. (2018), İran'ın kuzeybatısında, Azerbaycan Eyaleti'ndeki yarı-güneş yenilikçi sera yapısında, iç ortam değişkenlerinin modellenmeleri yapılmış ve deneysel olarak doğrulanmıştır. İç ortam faktörleri, iç hava sıcaklığı ve iç toprak sıcaklığıdır (Mohammadi ve ark., 2018). Ren ve ark. (2019), Güneş seralarının kuzey duvarında samandan yapılmış yeni tip bloklar geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Yeni tip saman blokların higrotermal ve mantar (küf) özellikleri araştırılmıştır (Ren ve ark., 2019). Zhang ve ark. (2022), Çin soğuk kuzey bölgelerine güneş seraları için enerji tasarrufuna yönelik sera enerji dengesi modelini analiz edilmiştir. Kış aylarında sera kullanımı için maksimum enerji tasarrufuna sahip en uygun güneş serası şeklini belirlemek için şekil enterpolasyonları sistematik olarak analiz edilmiştir (Zhang ve ark., 2022). Taki ve ark. (2016), yenilikçi bir güneş serası için, ısı ve kütle transfer fonksiyonlarının modellenmesini ve deneysel olarak değerlendirilmesini yapmışlardır. Buna yönelik olarak İran'ın kuzeybatısında, Azerbaycan Eyaleti'nde yarı-güneş serası tasarlanıp inşa edilmiştir. İç ortam faktörleri için iç hava sıcaklığı, perdenin üzerindeki sıcaklık, ürün sıcaklığı, toprak sıcaklığı, örtü sıcaklığı temel alınmıştır (Taki ve ark., 2016). Huang ve ark. (2021), güneş serası hava sıcaklığını ve ısıtma yükünü tahmin etmek için Laplace dönüşümüne dayalı dinamik

bir termal model sunulmuştur. Sera kuzey duvarının iç yüzeyi ve topraktaki ısı akısı sınır koşulları dikkate alınmıştır. Üç farklı iç mekân hava koşulunda, kuzey duvarı ve toprağın ısı transferi analiz edilmiştir (Huang ve ark., 2021). Joudi ve Farhan (2015) çalışmalarında, Irak'taki Bağdat Üniversitesi'nde, geleneksel bir seranın çatısına monte edilmiş güneş enerjili hava ısıtıcılarıyla birleştiren yenilikçi bir sera için analizler yapılmıştır. Seranın iç sıcaklığını tahmin etmek için dinamik bir model geliştirilmiştir (Joudi and Farhan, 2015). Shen ve ark. (2018), enerji tasarrufu için sera enerji tüketimi matematiksel modeli geliştirilmiştir. Enerji tüketim modelinde belirlenmesi için üç farklı optimizasyon algoritması kullanılmıştır. Optimize edilmiş sonuçlara göre, soğuk hava koşullarında enerji maliyetinde %9 oranında tasarruf sağlandığı gösterilmiştir (Shen ve ark., 2018). Liu ve ark. (2021), Çin güneş seralarındaki sıcaklığı ve nemi tahmin etmek için mekanik bir yöntem kullanan yeni bir sera modeli sunulmuştur. Çevre koşulları için enerji dengesine dayalı yeni ve kullanımı kolay bir duvar sıcaklığı tahmin yöntemi önerilmiştir. Sera iklimi için geliştirilen model, sıcaklık ve nem kontrolü yapan ve güneş seralarının daha kolay yönetilmesine yardımcı olan özelliktedir (Liu ve ark., 2021). Kon ve Caner (2023), diğer bir çalışmada, müstakil evlerin çatılarına yerleştirilen hem elektrik üretimi hem de kışın ısıtma, yazın ise soğutma amacıyla kullanılan hava akışlı fotovoltaik termal (PV/T) sisteminin enerji ve ekserji analizleri yapılmıştır. Müstakil evin Balıkesir ilinde olduğu kabul edilmiştir. Balıkesir ilinin güneş radyasyonu, dış ortam sıcaklığı ve rüzgâr hızı dikkate alınmıştır (Kon ve Caner, 2023b).

Çalışmanın amacı, literatürde Çin güneş serası olarak bilinen sera tipinin ülkemiz iklim şartlarına uygunluğu ve verimliliği araştırılmıştır. Şekil'1 de Çin güneş serası görünümü verilmiştir. Bunun için tarım ağırlıklı Balıkesir ilinde Çin güneş serasının uygunluğu incelenmiştir. Bunun için seranın yapı elemanlarından olan ısı kayıpları ve güneş kolektörü ve ekipmanlarının özellikleri tespit edilmiştir. Çin güneş seralarının yapı kabuğu elemanları; kuzey duvarı, kuzey çatısı, güneş kaplamalı çatısı, doğu ve batı duvarlarıdır. Çalışmada Şekil 2'de Çin güneş serasındaki meydana gelen ısı transfer mekanizması gösterilmiştir. Sera içinde toprak katmanlarından iletimle, toprak yüzeyinden taşınım ve ışınlama ile ısı kayıpları, tarım ürünlerinden terleme ve buharlaşma yoluyla kütle kayıpları, infiltrasyon (açıklıklardan sızma) ısı kaybı, sera duvar ve çatılarından taşınım ve radyasyon yoluyla ısı kayıpları meydana gelmektedir (Kon ve Caner, 2023a). Çin güneş seraları, polietilen malzeme ile kaplı güneş çatısının vasıtasıyla kolektörlerdeki gündüz güneş radyasyonunu alınıp su tarafından depolanan ve gece kolektörlerde su tarafından depolanan güneş enerjisini sera içine verilmesi ile çalışır. Gece güney çatısı polietilen kaplama, pamuk veya benzeri malzeme ile yapılan yorgan (veya battaniye) örtülür. Böylece gece ısı kaybı önlenmiş olmaktadır. Çatının en üst tarafında bu yorgan gündüz salırmış halde tutulmaktadır. Şekil 3 ve Şekil 4'te Çin güneş serası gündüz ısı toplayıp ve gece ısı salınmasına bağlı kolektör çalışma prensibi ve kolektör sistemi içindeki su dolaşımı verilmiştir. Şekil 5'de sera içindeki güneş kolektörü gündüz ve gece meydana gelen sıcaklık değişimi

gösterilmiştir. Burada gün içinde kolektör yüzeyinde, güney çatısından gelen güneş radyasyonu ile ışınım ısı transferi, sera içindeki hava akımından dolayı taşınım ısı transferi ve kolektör kendi yapısı içinde iletimle ısı transferleri mekanizmaları gerçekleşmektedir. Sera içindeki güneş kolektörlerinde ışınım, taşınım ve iletim ile ısı transferi mekanizmaları gerçekleşerek gündüz şebeke suyunun ısıtılması ve gece bu ısıtılan suyun enerjisi ile sera içine verilerek, sera sıcaklığı tarım ürünlerinin zarar görmesi engellenmiş olacaktır (Kon ve Caner, 2023b).

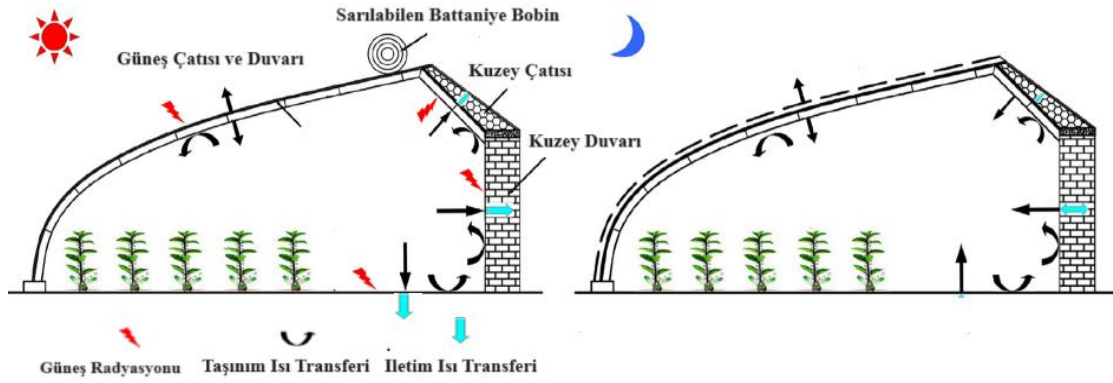


Şekil 1. Çin güneş serası görünüşleri (Liu ve ark., 2021; Xu ve ark., 2022; Tong ve ark., 2023; Wang ve ark., 2024; Xia ve ark., 2023)

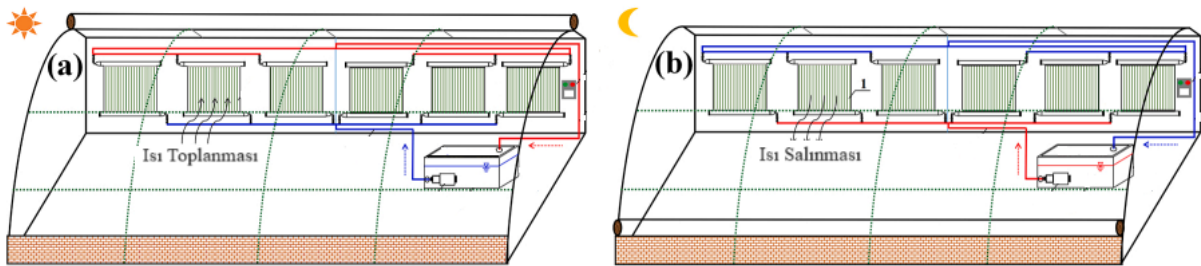
Örnek alınan Çin güneş seranın 4.4 m yüksekliğinde ve 10 m genişliğindedir. Kuzey duvarı 3 m yüksekliğinde ve kuzey çatısı 2 m genişliğindedir. Kuzey çatısı ve güney çatısı seranın üst kısmını oluşturmaktadır. Çalışmada, güneş radyasyonu  $300 \text{ W/m}^2$  değeri kabul edilmiştir. Güney çatısının güneş geçirgenliği 0.9 alınmıştır. Sera içindeki güneş kolektörlerindeki dolaşan suyun giriş çıkış sıcaklık farkı  $8 \text{ }^\circ\text{C}$  dir. Sera içi  $10 \text{ }^\circ\text{C}$



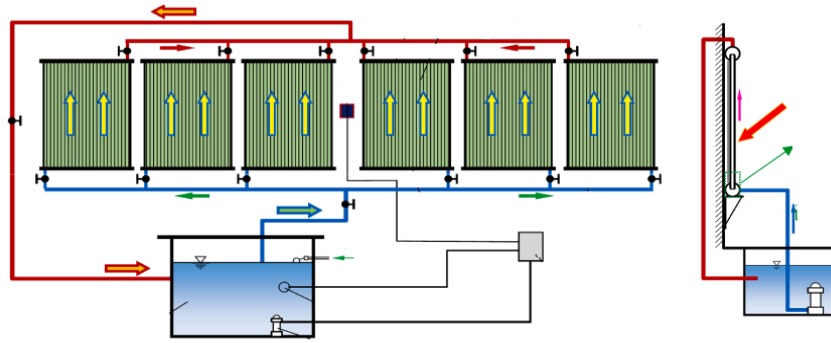
ve dış ortam sıcaklığı yılın en soğuk ayı ocak için Balıkesir ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri ile 25 yıllık en düşük olan sıcaklık 0.9 °C kabul edilmiştir. Literatürde zirai don meydana gelmemesi için sera içinde yaklaşık 10 °C alınmıştır. Çin güneş serasının Balıkesir ili iklim şartları bağlı olarak, sera içindeki güneş kolektörlerinin verimi ve ısı depolanan suyun debisi ve sıcaklığı tespit edilmiştir. Çalışma, Çin de yaygın olarak kullanılan sera tipinin Türkiye'nin iklim şartlarına uygunluğu ısı kayıplarına bağlı olarak araştırılmıştır. Bunun için seranın hem yapı özelliklerine bağlı ısı kayıpları hem de ekipman özellikleri tespit edilmiştir. Bu tespitlere bağlı olarak ülkemizin akademik literatürüne katkı sağlayacaktır.



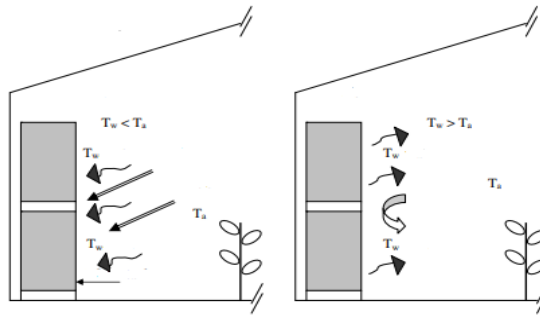
Şekil 2. Çin güneş serası içindeki meydana gelen ısı transfer mekanizması (Choab ve ark., 2019)



Şekil 3. Çin güneş serası gündüz ısı toplayıp ve gece ısı salınmasına bağlı kolektör çalışma prensibi (Wang ve ark., 2023)



Şekil 4. Çin güneş serasındaki kolektör sistemi içindeki su dolaşımı (Xu ve ark., 2022)

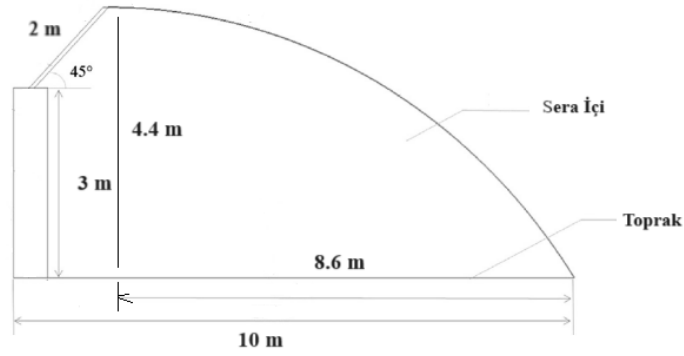


Şekil 5. Sera içindeki güneş kolektörü gündüz ve gece meydana gelen sıcaklık değişimi (Sethi ve Sharma, 2008)

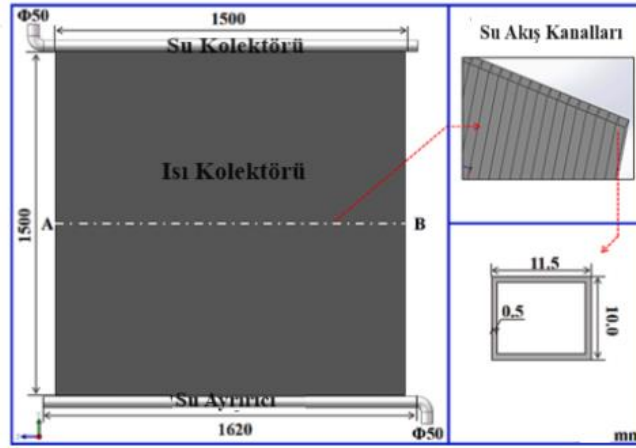
## MATERYAL ve METOD

Çalışmada, hesaplamalarda Çin güneş serası için 4.4 m yükseklik, 10 m genişlik, 45° eğimli kuzey çatısı, 3 yüksekliğinde kuzey duvarı ölçüleri alınmıştır. Uzunluğu 40 m ve toplam kullanım alanı 344 m<sup>2</sup> dir. Kullanılan diğer tüm ölçüler Şekil 6 da verilmiştir. Hesaplamalar sonucu sera içindeki ortam sıcaklığını sabit tutmak için kullanılacak güneş kolektörünün ölçüleri 1.5\*1.5 m ve 20 adettir. Güneş kolektörü ve ekipmanların Şekil 7 de görülmektedir. Kolektör içindeki suyun dolaştığı kanalın ölçüleri 0.0100\*0.0115 m dir. Sera güney çatısı polietilen malzeme ile kaplanmıştır. Çalışmada topraktan ısı kaybı için toprak derinliğinin 30 cm dikkate alınmıştır. Hesaplamalarda kullanılan bu ve diğer tüm parametreler ise Tablo 1 ve verilmiştir.





Şekil 6. Örnek çin güneş serası yapı ölçüleri (Taki ve ark., 2018; Ding 2024)



Şekil 7. Çin güneş serasında kullanılan kolektör ve ekipmanları (Wang ve ark., 2024)

Çin güneş serasının toplam ısı kaybı hesaplamaları için her bir yapı elemanın ısı kayıp formülleri denklem (1), (2) ve (3) de verilmiştir. Sera içindeki topraktan olan ısı kaybı ise denklem (4) ve havalandırma ile olan ısı kaybı ise denklem (5) gösterilmiştir. Seranın toplam ısı kaybı denklem (7) verilmiştir. Güneş kolektöründe ısıtılacak suyun miktarı denklem (8) ve güneş kolektörünün ısı verimi denklem (9) gösterilmiştir.

Kuzey yönü çatı ısı kaybı (Xia ve ark., 2023; Wan ve ark., 2023, Huang ve ark., 2021);

$$Q_{kç} = U_{kç} \cdot A_{kç} \cdot (T_i - T_d) \quad (1)$$

Güney yönü çatı ısı kaybı;

$$Q_{gç} = U_{gç} \cdot A_{gç} \cdot (T_i - T_d) \quad (2)$$

Kuzey yönü duvar ısı kaybı;

$$Q_{kd} = U_{kd} \cdot A_{kd} \cdot (T_i - T_d) \quad (3)$$

Burada,  $U$  sera yapı elemanının ısı transfer katsayısını ( $W/m^2.K$ ),  $A$  sera yapı elemanının yüzey alanını ( $m^2$ ),  $T_i$  sera içi sıcaklığını ( $^{\circ}C, K$ ),  $T_d$  sera dışı sıcaklığını ( $^{\circ}C, K$ ),  $T_{derinlik}$  sera içindeki toprağın sıcaklığı ( $^{\circ}C, K$ ) ve  $T_{yüzey}$  sera toprak yüzeyi sıcaklığını ( $^{\circ}C, K$ ) göstermektedir.

$$Q_{toprak} = U_{toprak} \cdot A_{toprak} \cdot (T_{yüzey} - T_{derinlik}) \quad (4)$$

$$Q_{havalan} = d_{sera} \cdot C_p \cdot V_1 \cdot (T_i - T_d) \quad (5)$$

Burada,  $d_{sera}$  seranın içindeki havanın yoğunluğunu ( $kg/m^3$ ),  $C_p$  seranın içindeki havanın sabit basınçta özgül ısısını ( $kJ/kg K$ ),  $V_1$  seranın içinin havalandırma aralık faktörünü ve  $A_{toprak}$  seranın ürün yetiştirilen toprağın yüzey alanını göstermektedir.

Sera yapı elemanlarının toplam ısı kaybı;

$$Q_{ısı} = Q_{kç} + Q_{gç} + Q_{kd} \quad (6)$$

Seranın toplam ısı kaybı;

$$Q_{Toplam-ısı} = Q_{ısı} + Q_{toprak} + Q_{havalan} \quad (7)$$

Güneş kolektöründe ısıtılacak suyun miktarı;

$$m_{su} = \frac{Q_{Toplam-ısı}}{C_{p-su} \cdot (T_{su-çıkış} - T_{su-giriş})} \quad (8)$$

Burada,  $C_{p-su}$  güneş kolektördeki suyun sabit basınçta özgül ısısını ( $kJ/kg K$ ),  $T_{su-çıkış}$  güneş kolektördeki suyun çıkış sıcaklığını ( $^{\circ}C, K$ ),  $T_{su-giriş}$  güneş kolektördeki suyun giriş sıcaklığını ( $^{\circ}C, K$ ), Güneş kolektörlerinin verimini göstermektedir (Xia ve ark., 2023; Wan ve ark., 2023, Huang ve ark., 2021, Çengel ve Ghajar, 2015).

$$\eta = \frac{Q_{Toprak-ısı}}{\delta \cdot A_{gç} \cdot I_{güneş}} \quad (9)$$

Burada,  $\delta$  sera polietilen kaplamanın güneş radyasyonu geçirgenliğini (transmittance),  $A_{gç}$  sera güney çatısının yüzey alanını ( $m^2$ ),  $I_{güneş}$  seraya gelen güneş radyasyonu (enerjisi) değerini ( $W/m^2$ ) göstermektedir (Çengel ve Ghajar, 2015; Anonim, 2013).

## SONUÇLAR ve TATRIŞMA

Çin güneş serasının, Şekil 6 da ve Tablo 1 de verilen ölçülere bağlı olarak hacmi 1792  $m^3$  olarak hesaplanmıştır. 30 cm derinliğindeki topraktan olan ısı kaybı 2573.1 W ve polietilen kaplı güney çatısından ise ısı kaybı ise 25856 W dır. Kuzey çatı ve duvarından olan ısı kaybı 393.1 W dır. Havalandırma yoluyla olan ısı kaybı ise 3513.4 W tır. Doğu batı duvarından olan ısı kaybı 97.3 W ile en düşük değerdedir. Doğu batı yönündeki ısı kaybının çin güneş seralarında en düşük seviyede olması istenir. En yüksek ısı kaybı polietilen kaplı güneş çatısından meydana gelmektedir. Güneş kollektörüne giriş suyu sıcaklığı yaklaşık şehir şebekesi su sıcaklığı olan 12  $^{\circ}C$  ve çıkış sıcaklığı ise 20  $^{\circ}C$  alınmıştır. Güneş radyasyonu değeri 300  $W/m^2$  kabul edilmiştir.

Hesaplamalar ülkemizin önemli tarım şehirlerinden olan Balıkesir ili için yapılmıştır. Yılın en soğuk ayı ocak ayının 25 yıllık en düşük atmosfer sıcaklığı ortalaması olan 0.9 °C kabul edilmiştir. Toplam 45 m<sup>2</sup> kolektör alanı olan 20 adet kolektör içinde toplam 0.4 kg/s su debisi hesaplanmıştır. Buna bağlı güneş kolektörü verimi %42 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Çin güneş serası için hesaplamalarda kullanılan parametreler ve değerleri Xia ve ark., 2023; Wang ve ark., 2023; Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri, 2024, Çengel ve Ghajar, 2015; Anonim, 2013)

Parametre	Değer
Toprak Isı Transferi Katsayısı	1.1 W/m <sup>2</sup> .K
Toprak Derinliği	30 cm
Toprak Derinliği Sıcaklığı	2.2 °C
Toprak Üstü Sıcaklığı	9 °C
Havalandırma Açıklık Katsayısı	0.6
Güney Çatısı Polietilen Isı Transfer Katsayısı	6.6 W/m <sup>2</sup> .K
Kuzey Duvarı, Batı ve Doğu Duvarı Isı Transfer Katsayısı (EPS)	0.36 W/m <sup>2</sup> .K
Kuzey Çatısı Isı Transfer Katsayısı	0.54 W/m <sup>2</sup> .K
Güney Çatısı Polietilen Kaplama Güneş Geçirgenliği (Transmitter)	0.9
Uzunluk	40 m
Döşeme (Taban) Alanı	400 m <sup>2</sup>
Tarım Ürünü Yetiştirme Alanı	344 m <sup>2</sup>
Güneş Kolektörü Adeti ve Alanı (1 adet kolektör 1.5*1.5 m)	20 Adet ve 45 m <sup>2</sup>
Sera hacimi	1792 m <sup>3</sup>

Bu çalışmada Çin tipi güneş seralarının ülkemiz şartlarında kullanılabilirliği incelenmiştir. Leratürdeki çalışmalarda Çin iklim ile meteoroloji verilerine ve tarım ürünlerinin çeşidine bağlı olarak bu sera tipi araştırılmıştır. Ülkemizin iklim ile meteorolojik iklim şartları ve tarım ürünlerinde farklılıklar göstermektedir. Bu sera tipinin ülkemizde uygulanması için daha fazla çalışma ve araştırmalar yapılmalıdır. Daha fazla deneme ve gözlemler yapılarak bu sera tipi ülkemizde uygulanması sağlanmalıdır.

## SONUÇ ve TAVSİYELER

Çalışmada, Çin güneş seranın Balıkesir ilindeki ocak ayı için temel alınan parametrelere bağlı toplam ısı kaybı 32729 W olarak hesaplanmıştır. Güneş kolektörünün giriş çıkış su sıcaklık farkı 8 °C olarak alınmıştır. 20 adet toplam 45 m<sup>2</sup> güneş kolektörü kullanılmıştır. Seranın toplam ısıtılacak hacmi 1792 m<sup>3</sup>tür. En yüksek ısı kaybı 25856 W ile polietilen kaplı güney çatısıdır. Güney çatısının ısı kaybı, seranın tüm ısı kaybının %79'u kadardır. Sera içini 10 °C de sabit kayması için güneş

kolektörlerinin içinden saniyede 0.4 kg/s debide su dolaşması gerekmektedir. Güneş kolektörü verimi %42 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak ülkemizdeki önemli tarım şehirlerinden olan Balıkesir ili için Çin güneş seralarının uygulanması açısından çok büyük zorluk olmayacağı ve yatırım maliyetinin bir miktar yüksek olabileceği uzun vadede getirisinin olabileceği öngörülmüştür.

Daha sonraki çalışmalarda, kuzey çatının farklı eğim açılarına bağlı olarak çin tipi güneş seralarının iç sıcaklık değişimleri incelenecektir. Ek olarak, su güneş kolektörlerinin ebatlarına ve içinde dolaşan suyun debisine bağlı sera içi sıcaklık değişimleri araştırılacaktır.

## KAYNAKLAR

Arslan G, Dölek S., 2021. Dynamic Modeling of Micro-Climate Conditions of A Greenhouse Coupled With Coal Fired Hot-Air Furnace. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 43 (9): 1115-1133.

Attar I, Naili N, Khalifa N, Hazami M, Farhat A., 2013. Parametric and numerical study of a solar system for heating a greenhouse equipped with a buried exchanger. *Energy Conversion and Management*, 70: 163-173.

Çengel YA, Ghajar AJ., 2015. *Isı ve Kütle Transferi Esaslar ve Uygulamalar*. Palme Yayınevi 4. Baskı.

Choab N, Allouhi A, Maakoul A E, Kousksou T, Saadeddin S, Jamil A., 2019. Review on greenhouse microclimate and application: Design parameters, thermal modeling and simulation, climate controlling Technologies. *Solar Energy*, 191: 109-137.

Ding D., 2024. Design strategies of passive solar greenhouses: A bibliometric and systematic review. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(5): 102680.

Huang L, Deng L, Li A, Gao R, Zhang L, Lei W., 2021. A novel approach for solar greenhouse air temperature and heating load prediction based on Laplace transform, *Journal of Building Engineering*, 44: 102682.

Joudi KA, Farhan AA., 2015. A dynamic model and an experimental study for the internal air and soil temperatures in an innovative greenhouse. *Energy Conversion and Management*, 91: 76-82.

Kon O, Caner İ., 2023a. Investigation of Heat and Mass Losses in Greenhouses with Different Coverings. 3rd International Conference on Research of Agricultural and Food Technologies- (I-CRAFT-2023), October 2023, Adana/Türkiye.

Kon O, Caner İ., 2023b. Energy and Exergy Analysis of Photovoltaic Thermal System (PV/T) Added to Roofs of Residences. International Congress on Advanced Research and Applications, December 2023, Sivas/Türkiye.

Liu R, Li M, Guzman J L, Rodríguez F., 2021. A fast and practical one-dimensional transient model for greenhouse temperature and humidity. *Computers and Electronics in Agriculture*, 186: 106186.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü., 2024.T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojikuydular.aspx>. Erişim Tarihi: 19.04.2024)

Mohammadi B, Ranjbar S F, Ajabshirchi Y., 2018. Application of dynamic model to predict some inside environment variables in a semi-solar greenhouse. *Information Processing in Agriculture*, 5: 279–288.

Nanda IR, Pambudi NA, Aziz M., 2023. Review on the Progress of Solar Water Heaters and Their Future Perspectives. *Energy Technology*. 11: 2300191.

Ren J, Zhao Z, Zhang J, Wang J, Guo S, Sun J., 2019. Study on the hygrothermal properties of a Chinese solar greenhouse with a straw block north wall. *Energy and Buildings*, 193: 127-138.

Sethi VP, Sharma SK., 2008. Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. *Solar Energy*, 82: 832–859.

Shen Y, Wei R, Xu L., 2018. Energy Consumption Prediction of a Greenhouse and Optimization of Daily Average Temperature. *Energies*, 11: 65.

Taki M, Ajabshirchi Y, Ranjbar SF, Rohani A, Matloobi M., 2016. Modeling and experimental validation of heat transfer and energy consumption in an innovative greenhouse structure, *Information Processing in Agriculture*, 3:157–174.

Taki M, Rohani A, Rahmati-Joneidabad M., 2018. Solar thermal simulation and applications in greenhouse. *Information Processing in Agriculture* 5: 83–113.

Tong X, Sun Z, Sigrimis N, Li T, Yu X., 2023. Energy sustainability performance of a sliding-cover solar greenhouse: Captured energy management aspects. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 57: 103239.

Anonim., 2013. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. Türk Standard, Aralık 2013. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

Wan X, Xia T, Li Y, Sun Z, Liu X, Li T., 2023. Study on a novel water heat accumulator below the north roof in Chinese solar greenhouse: System design. *Applied Thermal Engineering*, 234: 121316.

Wang J, Luo Q, Cheng J, Qu M, Wang P, Zhao S, Xu H, Ma C., 2024. Study on thermal property of a solar collector applied to solar greenhouse. *Applied Thermal Engineering*, 244: 122628.

Wang J, Qu M, Zhao S, Ma C, Song W., 2023. New insights into the scientific configuration of a sheet heating system applied in Chinese solar greenhouse. *Applied Thermal Engineering*, 219, Part A, 119448.

Xia T, Li Y, Sun Z, Wan X, Sun D, Wang L, Liu X, Li T., 2023. Performance study of an active solar water curtain heating system for Chinese solar greenhouse heating in high latitudes regions. *Applied Energy*, 332: 120548.

Xu W, Guo H, Ma C., 2022. An active solar water wall for passive solar greenhouse heating. *Applied Energy*, 308:118270.

Zhang X, Lv J, Dawuda M M, Xie J, Yu J, Gan Y, Zhang J, Tang Z, Li J., 2019. Innovative passive heat-storage walls improve thermal performance and energy efficiency in Chinese solar greenhouses for non-arable lands. *Solar Energy*, 190: 561-575.

Zhang Y, Henke M, Li Y, Xu D, Liu A, Liu X, Li T., 2022. Towards the maximization of energy performance of an energy-saving Chinese solar greenhouse: A systematic analysis of common greenhouse shapes. *Solar Energy*, 236: 2022, 320-334.