



Seralarda Isıtma Kazan Kapasitelerinin Belirlenmesi Ve Dikkate Alınacak Kriterler

A.Nafi BAYTORUN^{(1)*}

Özkan GÜGERCİN⁽¹⁾

Özet

Seralarda ısıtma sistemlerinin boyutlandırılması için ısı gücü belirlenmelidir. Seralarda ısı gücü DIN 4701 standartlarına göre hesaplanmaktadır. Isı gücü gereksinimine iklim etmenleri yanında sera donanımı etki etmektedir. İklim değerlerine ve sera donanımına göre belirlenen ısı gücü en düşük sıcaklık değerlerinde seranın ısı yükünü karşılayacak büyüklükte olmalıdır.

Yapılan bu çalışmada son yıllarda kurulan modern plastik seralarda 0°C esas alınarak belirlenen referans ısı gücü değerinden gidilerek, farklı donanımlar, farklı dış sıcaklık ve serada istenen iç sıcaklık değerlerine göre geliştirilen nomogramlardan gidilerek ısı gücünün kolayca belirlenmesi ve ısıtma kazanlarının boyutlandırılmasında dikkate alınacak kriterler verilmiştir.

Anahtar kelime: Sera ısıtma, ısı gücü, ısıtma kazanı, buffer tank

Determination of Heating Boiler Capacities and Criteria to be Considered

Abstract

To design the heating systems in greenhouses, it is a requisite to determine the heat power. Heat power in greenhouses is calculated conforming to DIN 4701 standards. Along with the climatic influences, the necessity of heat power is significantly affected by how a greenhouse is equipped. The heat power, which is determined by the climatic influences and how the greenhouse is equipped, has to counterbalance the heat load in the lowest temperatures.

In this study, it is aimed to determine the necessary heat power easily and to determine the criteria to be taken into account in the design of the heating boilers. To do so, the reference temperature power in the recently built plastic greenhouses, which is determined by taking zero degrees Celsius (0°C), is used as a basis. Nomograms, which are calculated based on different external and internal temperatures for differently equipped greenhouses, are taken into account as well.

Keyword: Greenhouse heating, heat power, heating boiler, buffer tank

Giriş

Türkiye'de seracılık 1940 yıllarında ilk defa Akdeniz bölgesinde özellikle Antalya'da başlamış, buradan ekolojik koşullara bağımlı bir gelişme göstererek, Ege ve Marmara bölgelerine yayılmıştır. Büyük yatırımcı grupların da sektöre girmesiyle hızlı bir gelişim gösteren *modern seracılık*, son on yıllık süreci göz önüne aldığımızda büyük bir gelişme göstererek günümüzde 1000 ha seviyelerine ulaşmıştır. Günümüzde sera alanlarımızın % 3'ünde modern seracılık yapılmaktadır. Önümüzdeki on yıllık süreçte bu payın % 15 seviyelerine ulaşması hedeflenmektedir (Eker, 2012).

Seracılıktaki yeni gelişmeler bu sektörde sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik gayretler ile paralel olarak ortaya çıkmaktadır. Seraların yapısal özelliklerinin iyileştirilmesi,

iklimlendirme ve alternatif enerji kaynaklarından faydalanma, kontrollü koşullarda üretim, topraksız tarımın yaygınlaştırılması, entegre hastalık ve zararlı yönetimi, sertifikalı güvenli ve izlenebilir gıda üretimi şeklinde özetlenebilir. Bitkisel üretimde uygun koşulların sağlanması (sıcaklık, nem, CO₂) için, seraların soğuk mevsimlerde ısıtılması, sıcak dönemlerde ise havalandırılması ve/veya soğutulmasını gerektirmektedir (Baytorun vd., 2016).

Türkiye'de en yoğun seracılık Akdeniz bölgesinde yapılmaktadır. Akdeniz Bölgesinde günlük ortalama sıcaklık 7°C'nin altına düşmediğinden, küçük aile işletmeleri soğuk seracılığı tercih etmekte, ekstrem günlerde ise basit önlemlerle serada üretimin devamını sağlamaktadırlar (Baytorun ve Ark., 1994;

2000). Ancak günlük ortalama sıcaklığın 7°C - 12°C arasında bulunması durumunda, kaliteli ve yüksek verimin elde edilebilmesi için seraların gece saatlerinde ısıtılması gereklidir (Nisen ve ark., 1988; Zabeltitz 1992).

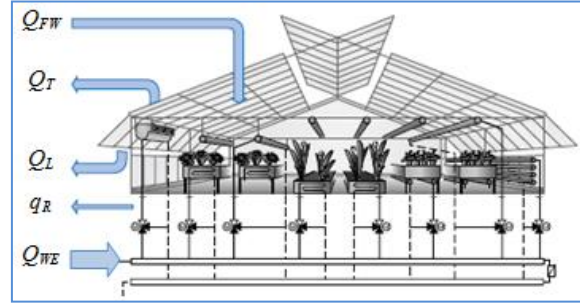
Düzenli olarak ısıtılmayan seralarda düşük verim ve kalitesiz üretim yanında, yüksek nem nedeniyle ortaya çıkan hastalıklara karşı aşırı kimyasallar kullanılmaktadır. Engindeniz ve ark. (2010), Türkiye'de seralarda 2850 g/da ilaç kullanıldığını belirlerken, Karaman ve ark. (2006) Bambus arılarının kullanılmadığı seralarda 35.7 kg/da ilaç kullanıldığını belirlemişlerdir. Bu miktar seralarda kullanılan ortalama değerlerin çok üstündedir. Isıtılmayan seralarda aşırı ilaç kullanımı tüketici sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir.

Yukarıda açıklanan sakıncaların ortadan kaldırılması, kaliteli ve yüksek verim elde edilebilmesi için seraların düzenli ısıtılması gereklidir. Ancak seraların ısıtılmasında öncelikle ısıtma sisteminin doğru seçilmesi, boyutlandırılması ve projelenmesi enerji tasarrufu ve yatırım açısından büyük bir önem arz etmektedir. Seralarda ısıtma sistemleri serada yapılacak üretim şekline ve mevcut enerji kaynaklarına bağlı olarak doğru seçilmelidir. Isıtma sisteminin seçimi ve projelenmesinde, her şeyden önce sera kurulacak yerin iklim koşullarına, seranın tipine ve donanımına (ısı perdesi, çift katlı örtü, ısıtma sistemi ve otomasyon) bağlı olarak ısı gücünün belirlenmesi gereklidir.

Bu çalışmanın amacı, seralarda gerek duyulan ısı gücünü etkileyen faktörleri göz önüne alarak geliştirilen nomogramlarla maksimum ısı gücünün belirlenmesi ve ısıtma sisteminin kuruluşunda dikkate alınacak kriterlerin belirlenmesidir.

Seralarda gereksinilen ısı gücü ve ısı gücünü etkileyen etmenler

Seralarda ısı gereksinimi, sera tipine, örtü yüzey alanına ve serayla dış ortam arasındaki sıcaklık farkına bağlı olup, DIN 4701 standartlarında belirlenen esaslara göre hesaplanmaktadır. Seralarda ısı kayıpları örtü malzemesinden transmisyona ve istenmeyen açıklıklardan havalandırma ile meydana gelen kayıplardan oluşur (Şekil 1).



Şekil 1. Sera enerji dengesi hesaplamalarında kazanılan ve kaybedilen ısı akıları

Transmisyon ısı kayıpları örtü malzemesinin ısı iletimine karşı gösterdiği dirence bağlı olarak değişir (Tantau, 1983). Malzemenin ısı iletimi küçüldükçe transmisyon ısı iletimi azalmaktadır. Sera örtü yüzeyinde bulunan istenmeyen açıklıklar sürekli olarak dış havayla değişimin ortaya çıkmasına neden olur. Isı enerjisinin bir kısmı istenmeyen açıklıklardan seraya ulaşan taze havanın ısıtılmasında kullanılır. Bu da ısı enerjisinin yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadır (Buderus, 2003). Havalandırma ısı kayıpları sera örtü yüzeyindeki açıklıkların büyüklüğüne ve dış sıcaklığa bağlı olarak değişir. Serada çift katlı örtü kullanılması veya sera yüzeyinin iyi yalıtılması durumunda bu değer azalır.

Seralarda ısıtma sistemleri ısı üreteçleri (ısıtma kazanı), ısı iletim ve dağıtım ünitelerinden oluşmaktadır. Isıtma kazanı serada istenilen iç sıcaklık değerlerini hızla karşılayacak bir şekilde tasarlanmalı aynı zamanda ısıtma boruları, bağlantı parçaları ve sera örtü yüzeyinden ortaya çıkan ısı kayıplarını hızlı karşılayabilecek şekilde planlanmalıdır. Seralarda ısıtma kazanlarının boyutlandırılması ve dizaynı sağlıklı bir yetiştiricilik yanında, üretim maliyeti açısından da önem arz etmektedir. Enerji fiyatlarındaki artış ve ısıtma kazanlarının atmosfere verdiği emisyonlar nedeniyle sera üreticileri işletmelerindeki ısıtma sistemlerini elden geçirme zorunluluğunu duymaya başlamışlardır. Federal Almanya'da 50 kW 'dan büyük ısıtma kazanlarının egzoz gazındaki ısı kayıpları maksimum % 9 ile sınırlanmıştır (Buderus, 2003).

Seralarda ısıtma kazanlarının boyutlandırılması için üretim periyodu boyunca

ortaya çıkan maksimum ısı gücü gereksiniminin bilinmesi gereklidir. Isı gücü gereksinimi, belirli bir dış sıcaklık değerinde serada istenen sıcaklık değerinin sağlanması için, ısıtma sistemi tarafından üretilmesi gerekli olan ısı yükü olarak tanımlanır. Isıtma sisteminin projelenmesi için gerekli olan bu değer projelendirme kriteri olarak değerlendirilmektedir. Isı gücü gereksinimi Watt (W), Kilowatt (kW) veya Megawatt (MW) olarak ifade edilir.

Seralarda gerekli ısı gücünün belirlenmesi enerji dengesi yönteminden gidilerek geliştirilen basit eşitlikler yardımı ile belirlenebilmektedir. Şekil 1’de serada kazanılan ve kaybedilen ısı akıları verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi serada ortaya çıkan ısı akıları, ısıtma kazanı tarafından üretilen ısı enerjisi \dot{Q}_{WE} , seranın herhangi bir şekilde ek olarak kazandığı ısı enerjisi (güneş enerjisi v.b) \dot{Q}_{FW} , örtü malzemesinden transmisyonla kaybolan ısı (\dot{Q}_T) ve havalandırma (\dot{Q}_L) ile dış ortama taşınan ısı akılarından oluşmaktadır. Kazan kapasitelerinin belirlenmesinde ısıtma kazanından (\dot{q}_B), ısıtma boru ve armatürlerinden kaybolan ısı (\dot{q}_R) miktarları da göz önüne alınmalıdır.

Sera örtüsünden transmisyon ve istenmeyen açıklıklardan meydana gelen ısı kayıpları dikkate alındığında, seralarda ısı gücü gereksinimi DIN 4701 standartlarına göre (1) nolu eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır (Tantau, 1983; Zabeltitz 1986).

$$Q = A_H * U_{cs} * (t_i - t_a) \quad [1]$$

Eşitlikte:

Q =Isı gücü gereksinimi [W]

A_H =Sera dış yüzey örtü alanı [m²]

U_{cs} =Toplam Isı gereksinim katsayısı [W/ m² K]

t_i =Serada arzulan iç sıcaklık değeri [°C]

t_a =En düşük ortalama dış sıcaklık değeri [°C]

1 nolu eşitlikte t_i serada arzulan iç sıcaklık olup, serada yetiştirilecek bitkiye bağlı belirlenmelidir. Bu değer sıcak iklim bitkileri için 17°C, salon bitkileri için 10°C, kışlık sebzeler için 5°C alınmalıdır (Buderus, 2003). Dış sıcaklık değeri (t_a) sera kurulacak yerde uzun yıllar (en az 10 yıl) iki yıl arka arkaya ortaya çıkan en düşük sıcaklık ortalaması olarak kabul edilmektedir (Zabeltitz 1986).

Eşitlik 1’deki ısı gereksinim katsayısı (U_{cs}), seranın tipine, kullanılan örtü

malzemesine, dış iklim koşullarına, seradaki ısıtma ve sulama sisteminin tipine bağlı olarak değişmektedir. Çizelge 1’de yapılan çalışmada örtü malzemesi ve sera donanımına bağlı hesaplamalarda kullanılan U_{cs} değerleri verilmiştir (Haase vd. 2014).

Çizelge 1. Isı gücü gereksinimi hesaplanmasında kullanılan toplam ısı gereksinim katsayıları (Haase vd., 2014).

Örtü malzemesi ve ısı koruma amaçlı malzeme	U_{cs} (W/m ² K)
Tek kat PE plastik + Isı perdesi	4.5
Tek kat PE plastik	7.0
8 mm aralıklı çift katlı PC	4.6
Çift katlı PE plastik	5.1

Farklı iç sıcaklık ve sera donanımına bağlı ısı gücünün belirlenmesi

Yapılan çalışmada Türkiye’de son yıllarda inşa edilen gotik çatılı modern plastik sera boyutları esas alınarak farklı sera donanımları ve farklı büyüklükler için referans ısı gücü gereksinimi hesaplanmıştır. Hesaplamalarda dikkate alınan sera boyutları Çizelge 2’de verilmiştir.

Isı perdeli ve perdesiz gotik çatılı PE plastik seralarda 0°C dış sıcaklık ve farklı iç sıcaklık değerleri için hesaplanan referans ısı gücü (Q_{ref}) değerleri nomogram halinde Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Isı gücü hesaplanmalarında kullanılan seranın teknik ölçüleri.

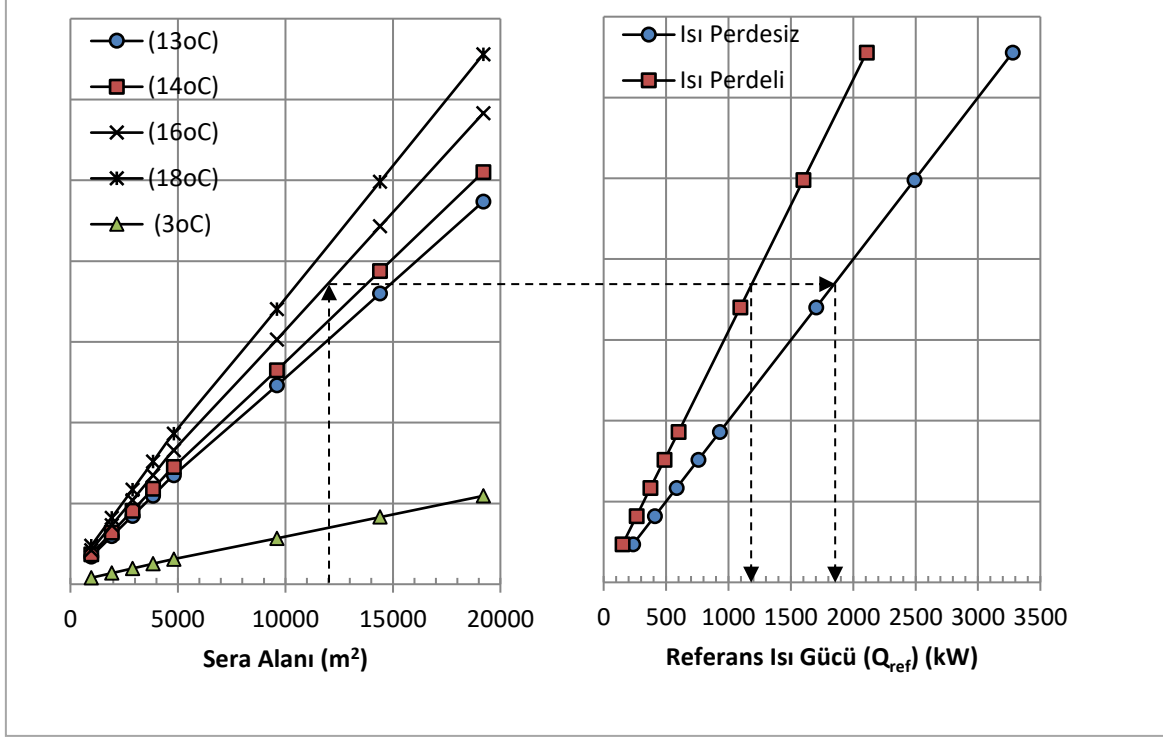
Seranın teknik ölçüleri	Birim (m)
Yan duvar Yüksekliği	5.0
Çatı yüksekliği	2.5
Mahya yüksekliği	7.5
Bölme açıklığı	9.6

Geliştirilen nomogram yardımıyla farklı büyüklüklere sahip gotik çatılı PE plastik seraların referans ısı gücü (Q_{ref}) gereksinimleri kolayca belirlenebilmektedir. Şekil 2’den de görüleceği gibi taban alanı 12000 m² olan tek kat PE plastik kaplı ısı perdesiz serada, iç sıcaklığın 16°C’de tutulmak istenmesi durumunda gerekli olan referans ısı gücü değeri 1880 kW olurken, aynı serada ısı perdesinin kullanılması durumunda bu değer 1200 kW’ye düşmektedir. Geliştirilen bu nomogram yardımı

Seralarda Isıtma Kazan Kapasitelerinin Belirlenmesi Ve Dikkate Alınacak Kriterler

ile farklı büyüklüklere sahip ısı perdeli ve perdesiz PE seraların 0°C dış sıcaklık

değerlerinde gereksinilen referans ısı gücü (Q_{ref}) kolaylıkla elde edilebilmektedir.



Şekil 2. Gotik çatılı ısı perdeli ve perdesiz PE plastik seralarda farklı iç sıcaklık değerleri için gereksinilen referans ısı gücü değerleri.

Soğuk bölgelerdeki seralarda üretimin yapılmaması durumunda ısıtma sisteminin donmaması için (3°C) gerekli olan ısı gücü değerleri de hesaplanarak verilmiştir.

Dış sıcaklığın 0°C'den farklı olduğu bölgelerde bulunan seraların ısı gücü gereksinimlerinin belirlenmesinde dış sıcaklığa bağlı düzeltme faktörünün kullanılması gereklidir. Bu amaçla yapılan çalışmada dış sıcaklığın -8°C ve +8°C arasında değiştiği yerler için dış sıcaklık düzeltme faktörü hesaplanarak Şekil 3'te verilmiştir.

Bir bölgedeki sıcaklığın 0°C'den farklı olması durumunda o bölgede bulunan seranın ısı gücü gereksinimi Şekil 2 ve Şekil 3'ten elde edilen değerlerden gidilerek 2 no.lu eşitlik yardımı ile belirlenmektedir.

$$Q = Q_{ref} * f_1 \quad [2]$$

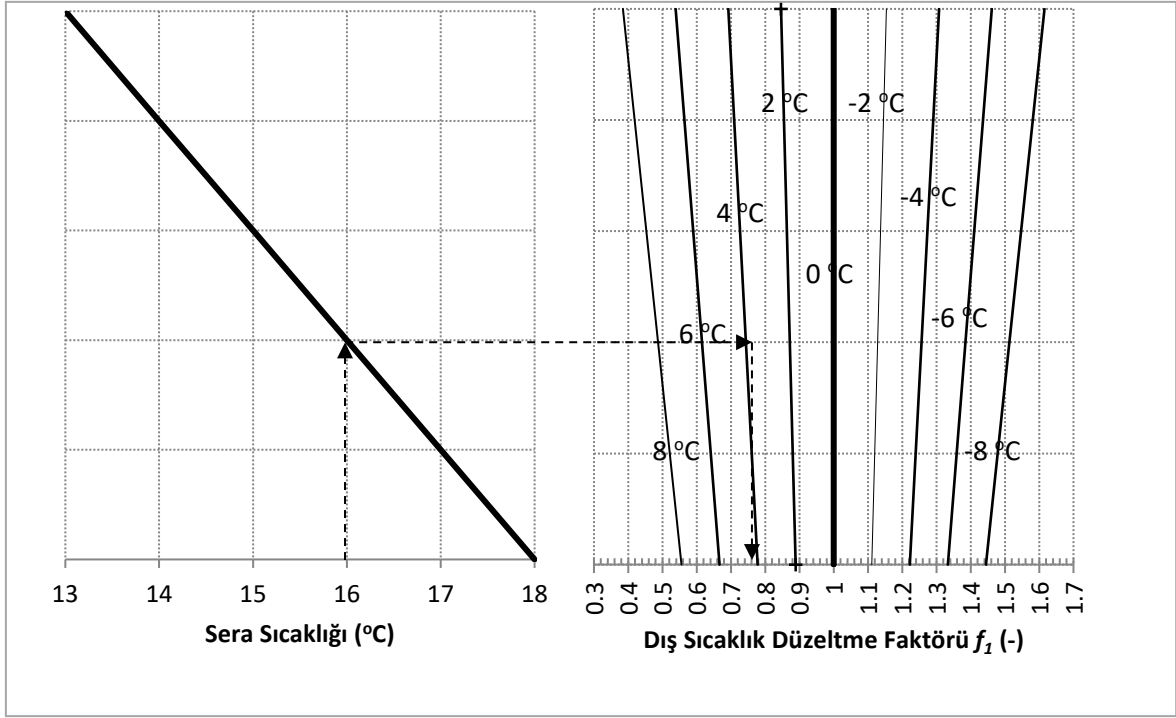
Eşitlikte;

Q :Seranın ısı gücü gereksinimi (kW)

Q_{ref} :Referans ısı gücü gereksinimi:(0°C) (kW)

f_1 :Dış sıcaklık düzeltme faktörü

Seralarda Isıtma Kazan Kapasitelerinin Belirlenmesi Ve Dikkate Alınacak Kriterler



Şekil 3. Farklı sıcaklık değerleri için dış sıcaklığa bağlı düzeltme faktörü

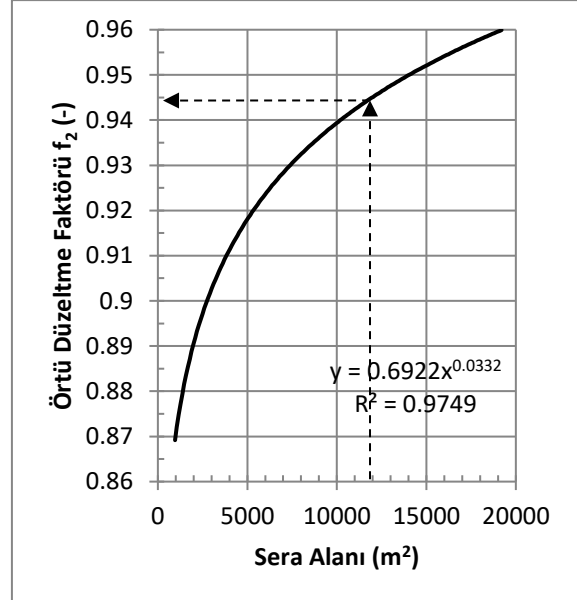
Örnek olarak 12000 m² büyüklüğünde ısı perdeli PE plastik seranın kurulduğu yerde dış sıcaklık + 4°C alındığında Şekil 2'den 16°C iç sıcaklık için referans ısı gücü gereksinimi 1200 kW olarak belirlenirken, Şekil 3'ten dış sıcaklık düzeltme faktörü (f_1) 0.74 olarak bulunmaktadır. Bu koşullarda seranın gerçek ısı gücü gereksinimi;

$$Q = 1200 * 0.74 = 888 \text{ kW}$$

olmaktadır.

Seranın çatısında ve yan duvarlarında farklı örtü malzemesinin kullanılması durumunda gereksinilen ısı gücünün belirlenmesinde ikinci bir düzeltme faktörüne ihtiyaç vardır. Şekil 4'te sera alanına bağlı olarak yan duvarlarda ısı yalıtımı için çok katlı örtü malzemesinin kullanılması durumunda geliştirilen örtü düzeltme faktörü (f_2) verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi sera alanının büyümesine bağlı olarak yan duvar ve cephelerde kullanılan çift katlı örtüye bağlı olarak tasarruf edilecek ısı enerjisi miktarı azalmaktadır. Yapılan hesaplamalarla Şekil 4'te elde edilen eğriden de görüleceği gibi 1000 -

5000 m² arasındaki büyüklüklere sahip serada değişim eğimi daha fazla iken 5000 - 20000 m² arasındaki doğrunun eğimi azalmaktadır.



Şekil 4. Seranın yan duvarlarında çift katlı örtü malzemesinin kullanılması durumunda hesaplamalarda kullanılacak düzeltme faktörü

Geliştirilen nomogramlardan gidilerek bulunan f_1 ve f_2 faktörlerinin dikkate alınması durumunda, farklı donanım ve sıcaklık değerleri için gereksinilen ısı gücü 3 nolu eşitlikle belirlenebilmektedir. Verilen örnekteki 12000 m² büyüklüğünde ısı perdeli PE plastik seranın yan duvarları çift katlı örtü malzemesi ile kaplandığında gerekli ısı gücü gereksinimi;

$$Q = Q_{ref} * f_1 * f_2 \quad [3]$$

$$Q = 12000 * 0.74 * 0.945 = 839.2 \text{ kW}$$

Isıtma sistemlerinde kullanılacak kazan gücünün belirlenmesi

Isıtma sistemleri tüketilen ısı enerjisine etki ederler (Tantau, 1983; Zabeltitz 1986). Sera ısıtmasında işletme giderlerinin azaltılması amacıyla birçok teknik önlem alınabilir. Her şeyden önce sera ısıtmasında kullanılan modern ısıtma kazanları sürekli olarak yüksek sıcaklık değerlerinde tutulmak zorunda değildirler. Sera ısıtma sistemlerinde sıcak su hacmi büyük olan ısıtma kazanları tercih edilmektedir. Isıtma kazanının sahip olduğu su hacmi serada ortaya çıkacak ani sıcaklık düşüşlerine karşı ısıtma zamanını kısa tutabilmeli ve serada ortaya çıkan ani sıcaklık düşüşlerinde ısıtma kazanındaki sıcak su 2–3 dakikada seraya gönderilmelidir (Buderus Planungs unterlage, 2003). Isıtma kazanı su hacminin, sistemdeki toplam su hacmine oranı 1/10 olduğu düşünülürse, kazandan gönderilen sıcak suyun sera sıcaklığına çok küçük bir etkisinin olduğu görülmektedir. Kazan su kapasitesinin iki katına çıkarılması aynı zamanda sıcak suyun hazırlanması için geçen zamanı iki katına çıkarmaktadır. Bu nedenle, ısıtma sistemlerinde hakim olan konseptin aksine, küçük miktarda su hacmi ve yüksek kazan gücü belirleyici parametreler olarak ele alınmalıdır.

Seralarda ısıtma kazanlarının boyutlandırılmasında maksimum ısı gücü gereksinimi esas alınır. Modern seralarda maksimum ısı gücü ısı perdelerinin açıldığı sabah saatlerinde ve havanın açık olduğu günlerde güneşin batımından hemen sonra ortaya çıkmaktadır. Bu koşullarda ısıtma kazanları serada ihtiyaç duyulan ısı yükünü hemen karşılayabilecek nitelikte olmalı veya

serada kullanılan denetim sistemleri su sıcaklığını önceden yavaş yavaş yükseltmelidir.

Sera işletmelerinde kurulan ısıtma merkezlerinde tek veya çoklu ısıtma kazanları kullanılmaktadır. Her iki sistemin kendine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Ancak son yıllarda kurulan modern seralarda kazanlarda ortaya çıkabilecek arızlar nedeniyle çift ısıtma kazanı kullanımı tavsiye edilmektedir. Ancak kurulan tüm yeni sistemlerde sera ısı yükünün tamamını karşılayan ana kazan ve aynı kapasitede yedek kazan kullanılmaktadır. Bu durum yatırım giderlerinin artmasına neden olduğu gibi enerji kayıplarına da neden olmaktadır.

Tek veya çoklu ısıtma kazanı sistemleri

Seralarda ısıtma sistemleri planlanırken ısıtma sisteminde tek veya çift kazan kullanılacağına, ayrıca sistemde tek kazanın kullanılması durumunda, seradaki ısıtma dinamiğinin iyileştirilmesi amacıyla ısıtma kazanının hesaplanandan daha büyük boyutlarda seçilip seçilmemesine önceden karar verilmelidir. Bu durum çoklu kazan sisteminde de dikkate alınmalıdır. Teorik olarak ısıtma kazanı veya kazanları sera için hesaplanan ısı gücünü tamamen karşılamak zorundadırlar. Uygulamada serada istenen sıcaklık değerlerini sağlamak amacıyla emniyet açısından hesaplanan ısı gücü değerleri belirli bir oranda (1.2-1.3) artırılmalıdır (Buderus Planungs unterlage, 2003). Emniyet katsayısının 1.3 olarak seçilmesi durumunda ısıtma merkezinde kullanılacak temel ısıtma kazanı kapasitesi (Q_{TK}) 4 nolu eşitlik yardımı ile belirlenir.

$$Q_{TK} = Q * 1.3 \quad [4]$$

Başlangıçta tek sonraki yıllarda gelişmeye bağlı ikinci kazan seçeneği

Bu seçeneğin planlamasında temel ısıtma kazanı kurulu seranın maksimum ısı gücünü karşılayacak şekilde boyutlandırılırken, gelecekte sera işletmesinin büyüyeceği varsayılarak ikinci ısıtma kazanı da planlamada dikkate alınır. Bu tür planlamada hidrolik bağlantılar temel kazanla birlikte gelecekteki ikinci kazan içinde düşünülmelidir. Şekil 5'te işletmenin gelecekteki büyümesi de dikkate

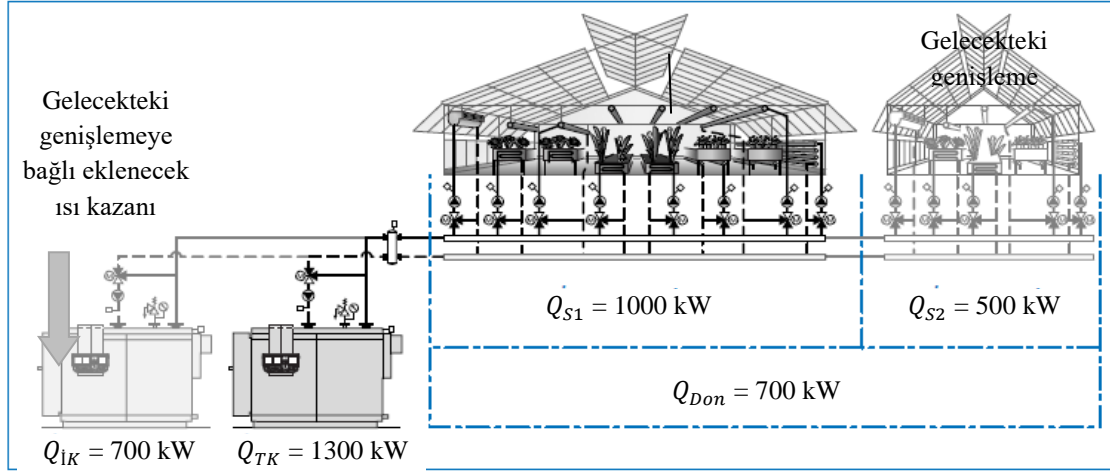
Seralarda Isıtma Kazan Kapasitelerinin Belirlenmesi Ve Dikkate Alınacak Kriterler

alınarak yapılan planlama şeması verilmiştir. Isıtma sisteminde kurulan temel ısıtma kazanı emniyet faktörü 1.2 veya 1.3 katsayısı esas alınarak belirlenir. İşletmenin büyümesine bağlı olarak kurulacak seranın özellikleri dikkate alınarak sisteme eklenecek ikinci kazan her iki sera kompleksini dona karşı (3°C) koruyacak kapasitede ve her iki ısıtma kazanının birlikte

çalışması durumunda tüm işletmenin ısı yükünü karşılayacak güçte olmalıdırlar.

Bu seçeneğin özellikleri;

- Yüksek güvenilirlik
- Farklı çalışma süreleri
- Gerektiğinden büyük boyutlandırma şeklinde özetlenebilir (Buderus, 2003)



Şekil 5. Gelecekte büyüme potansiyeli olan seralarda ısıtma kazanları ve hidrolik bağlantı şeması

Bu seçenekte ısıtma sisteminde ikinci kazanın kullanımından vazgeçildiğinde ilgili hidrolik sistemden de vazgeçilir, ancak bu durumda kazan olduğundan büyük boyutlarda tasarlanmış olur. Bir örnek verilecek olursa; Herhangi bir yerde serada sıcaklığın 12°C 'de tutulmak istenmesi durumunda mevcut seralar için hesaplanan ısı gücü $Q_{S1} = 1\ 000\ \text{kW}$, sera işletmesinin genişletilmesi durumunda ikinci ünite seralar için gerekli olan ısı gücü gereksinimi $Q_{S2} = 500\ \text{kW}$ ve işletmedeki tüm seraların dondan korunması amacıyla (3°C) gereksinilen toplam ısı gücü $Q_{Don} = 700\ \text{kW}$ olsun (Şekil 5). Bu durumda işletmede kurulacak ısıtma sisteminde temel kazan gücü (emniyet faktörü dikkate alınarak)

$$Q_{TK} = 1\ 000 * 1.3 = 1\ 300\ \text{kW}$$

İkinci kazan ise tüm işletmedeki seraları dona karşı koruyacak kapasitede olmalıdır. Bu durumda;

$$Q_{İK} = Q_{Don} = 700\ \text{kW}\ \text{olmalıdır.}$$

Çift kazan seçeneği

Bu seçenekte ısıtma merkezine kurulan her iki kazanın da gücü eşittir. Her bir kazanın gücü serada bitkileri dondan koruyacak (3°C)

kapasitede olmalıdır. Isıtma sisteminde iki kazanın kullanılması durumunda gerekli hidrolik bağlantıların şeması şekil 6'da verilmiştir.

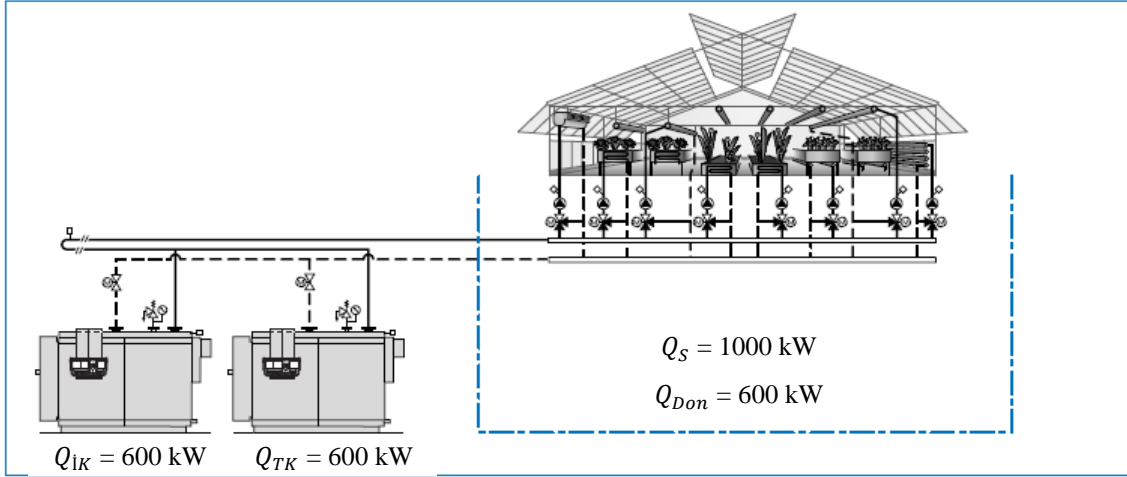
Bu seçeneğin özellikleri;

- Yüksek işletme güvenliği,
- Kazanların aynı çalışma süreleri ile müteakip dönüşüme tabi tutulması,
- Bakım çalışmaları sırasında aynı bileşenler,
- Denge vanaları olmadan basitleştirilmiş hidrolik bağlantı,
- Bir kazanın devre dışı kalması durumunda bitkilerin diğer kazan yardımı ile dona karşı korunması,
- Çok kazanlı sistemlerde, daha yüksek işletme güvenliği nedeniyle hasar sigortasında ilave prim avantajları. (Buderus, 2003)

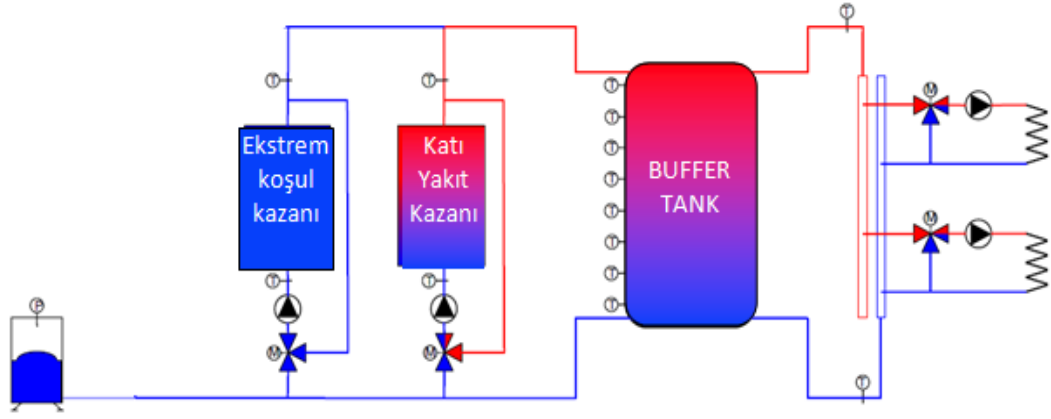
Örnek: Seranın ısı gücü gereksinimi $Q_S = 1\ 000\ \text{kW}$ ve seraların dondan korunması için hesaplanan ısı gücü $Q_{Don} = 600\ \text{kW}$ olsun. Bu durumda

Temel kazanın gücü $Q_{TK} = 600\ \text{kW}$

İkinci kazan gücü $Q_{İK} = 600\ \text{kW}$



Şekil 6. Seralarda çift ısıtma kazanı kullanımı ve hidrolik bağlantı şeması



Şekil 7. Hidrolik dengeleyici olarak buffer tankının bağlantı şeması (Daniel, 2011)

Buffer tank seçeneği

Katı yakacak kazanlarının veya alternatif enerji kaynaklarının (Jeotermal, Kojenerasyon) kullanıldığı ısıtma sistemlere buffer tanklarının eklenmesi kaçınılmaz olmuştur. Buffer tankı, odun ve kömür gibi katı yakacak tüketen ısıtma kazanları ve yenilenebilir enerji sistemlerinin uygulamalarında verimliliği arttırmak ve birden fazla ısı kaynağını tek bir sistemde toplamak için kullanılan içleri su dolu haznelerdir.

Buffer tankı yardımıyla temel ısı kazanından daha etkin yararlanma, enerji tasarrufu ve ekstrem koşullardaki ısı enerjisinin karşılanması mümkündür. Buffer tankı aynı zamanda katı yakacak kazanlarının kullanıldığı işletmelerde yanmaya bağlı emisyonun düzelmesine olanak sağlarken, kazan etki derecesini de arttırmakta, daha önemlisi katı

yakacak kazanının ürettiği ve o anda serada ihtiyaç duyulmayan atık ısının depolanmasına da olanak sağlamaktadır. Şekil 7'de serada iki kazan ve buffer tankının bağlantı şeması verilmiştir. Buffer tankı kullanmanın avantajları aşağıda verildiği gibi özetlenebilir (Daniel, 2011):

- Katı yakacak kazanlarında yanma ve dinlenme sürelerini uzatarak kazan veriminin yükselmesine olanak sağlar.
- İçerisinde ısıtılmış su bulunduran buffer tankı, sistemde ani ihtiyaç doğrultusunda kullanılacak sıcak su olduğu anlamına gelir. Bu sayede herhangi bir ısı kaynağının suyu ısıtmasını beklemek gerekmez.

Sera ısıtma sistemlerinde buffer tanklarının boyutlandırılması sistemde

kullanılan ısıtma kazan veya kazanlarının gücü dikkate alınarak özel programlarla (ISIGER-SERA) belirlenebilmektedir (Baytorun vd. 2016).

Sonuç ve Değerlendirme

Seralarda ısıtma sistemlerinin projelenebilmesi için sera kurulacak yerin iklim özellikleri ve sera donanımına bağlı olarak maksimum ısı gücü gereksiniminin belirlenmesi gereklidir. Isı gücü hesaplamalarında serada yapılacak bitkisel üretime bağlı olarak iç sıcaklık değerleri dikkate alınırken; dış sıcaklık değerleri uzun yıllık iklim değerlerinden (en az 10 yıl) arka arkaya iki yıl ortaya çıkan en düşük sıcaklık ortalaması alınmalıdır. Yapılan bu çalışmada farklı iç sıcaklık değerleri için referans ısı gücü gereksinimi (Q_{ref}) hesaplanmış, gerçek ısı gücü gereksinimi dış sıcaklık ve örtü malzemesi düzeltme faktörlerinden yararlanarak belirlenmiştir.

Seralarda ısı gücü gereksiniminin belirlenmesinde saatlik iklim değerlerinden yararlanarak hesaplama yapan modellerin kullanılması daha uygun sonuçların elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu modellerle yapılan hesaplamalarda gerçek ısı gücü gereksinimi yanında, aynı zamanda bu ısı gücüne yılın kaç saatinde ihtiyaç duyulduğu belirlenebilmektedir. Bu değerden giderek serada seçilecek ısıtma kazanının boyutlandırılması daha sağlıklı olmaktadır. Ancak bu modellerin kullanılması için bilgisayarlara ihtiyaç duyulduğu gibi modellere yüksek ücret ödenmektedir.

Türkiye'de düzenli ısıtılan seralarda kömür kazanları kullanılmaktadır. Ancak ısıtma kazanları gerekenden büyük boyutlandırıldığı gibi, yedek ısı kazanları temel kazan kapasitesinde seçilmektedirler. Bu durum ilk yatırım giderlerini yükselttiği gibi, ana kazanın tam kapasite ile uzun süre çalışmaması nedeniyle kazan verimleri oldukça düşük olmaktadır. Belirtilen nedenlerle sera işletmelerinde kurulacak ısıtma sistemlerinde temel ısıtma kazanı ısı gücünün en az % 70'ini karşılarken, yedek ısıtma kazanının gücü seraları dondan koruyacak büyüklükte olmalıdır. Aynı şekilde modern seralarda sabahın erken saatlerinde ısı perdelerinin açıldığı koşullarda ortaya çıkacak ısı yükünü hemen karşılayacak

buffer sisteminin eklenmesi en uygun çözüm olacaktır.

Kaynaklar

- Baytorun, A.N., Tokgöz, H., Üstün, S., Akyüz, A. (1994). Seralarda iklimlendirme olanakları. 3. Soğutma ve İklimlendirme Kongresi Ç.Ü. Adana.
- Baytorun, A. N., Zaimoğlu, Z., Akyüz, A. (2000). Seralarda iklimlendirme. 2. Uluslararası Turfanda Şurası, Anamur.
- Baytorun, A. N., Akyüz, A., Üstün, S. (2016). Seralarda ısıtma sistemlerinin modellenmesi ve karar verme aşamasında bilimsel verilere dayalı uzman sistemin geliştirilmesi. TÜBİTAK Proje No: 114O533
- Baytorun, A. N. (2016). Seralar. Sera tipleri, donanımı ve iklimlendirmesi. Nobel Yayın evi 415 syf.
- Baytorun, A. N., Üstün, S., Akyüz, A., Çaylı, A. (2017). Antalya iklim koşullarında farklı donanımlara sahip seraların ısı enerjisi gereksiniminin belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2): 144-152, 2017
- Buderus Heiztechnik (2003). Dimensionierung und Auswahl von Heizkesseln für Gewächshäuser. Planungsunterlagen Ausgabe 03/2003
- Daniel, T. (2011). Pufferspeicher im Gartenbau KTBL-Arbeitskreis „Berater und Wissenschaftler für Technik im Gartenbau“ in Bad Laer
- Eker, M, M. (2012). Jeotermal seralarda hedef, 30 bin hektar (Özel Röpörtaj). Jeotermal Belediyeler dergisi ISSN 1302-4388.
- Engindeniz, S., Yılmaz, İ., Durmuşoğlu, E., Yağmur, B., Eltez, R, Z., Demirtaş, B., Engindeniz, D., Tatarhan, A, H. (2010). Sera sebzelerinin karşılaştırılmalı girdi analizi. Ekoloji 19,74, S 122-130.
- Haase, S., Rath, T. (2014). Berechnung des Waermebedarfs von Gewaechshaeusern. KTBL Fachartikel.
- Karaman, S., Yılmaz, İ. (2006). Cam serada domates yetiştiriciliğinde Bombus arısı kullanımının üretim girdileri ve karlılık üzerine etkisi. Anadolu, J. of AARI 16 (2) s 90-109. MARA

- Nisen, A., Grafiadellis, M., Jiménez, R., La Malfa, G., Martinez-Garcia, P, F., Monteiro, A., Verlodt, H., Villele, O., Zabeltitz, C, Denis, J., C., Baudoin, W., Garnaud, J. C. (1988). Cultures protegees en climat mediterranean. FAO, Rome.
- Tantau, H, J. (1983). Heizungsanlagen im Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Zabeltitz, C. von. (1986). Gewachshauser-Handbuch des Erwerbsgartners. Ulmer - Verlag, Stuttgart.
- Zabeltitz, C. von. (1992). Energy-efficient greenhouse designs for Mediterranean countries. *Plasticulture* no. 96, 1992/24. s.6-16.
- Zabeltitz. C. von. (2011). *Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates. Climate Conditions, Design Construction, Maintenance, Climate Control* Springer Verlag Berlin Heidelberg, pp. 363.