



SERASİM: 3-Boyutlu Akıllı Sera Tasarım Programı

Bora Şen^{1*}, Sevilay Topçu¹, Özkan Güğercin¹, Hasan Hüseyin Öztürk²

^{1*} Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 01330 Adana, Türkiye

² Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 01330 Adana, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 23 Ekim 2013
Kabul 26 Aralık 2013
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:

Sera
Sera tasarımı
Uzman sistem
Sera statik ve mukavemet hesapları
Sera iklimlendirme
Ders materyali

* Sorumlu Yazar:

E-mail: borasen@hotmail.com

ÖZET

Seralar inşa edildikleri bölgenin iklim özellikleri, planlanan üretim şekli, üretim amacı, yetiştirilecek bitki türü ve inşasında kullanılacak yapı malzemelerinin özellikleri dikkate alınarak projelendirilmelidir. Ülkemizde anahtar teslimi sera imalatçıların önemli bir bölümü, sera konstrüksiyonu konusunda deneme yanılma yöntemi veya bazı Avrupa ülkelerinde inşa edilmiş seraları birebir taklit etme yolunu seçmektedirler. Bunun sonucunda bazen zayıf sera sistemleri bazen de gereğinden fazla malzeme kullanımı sonucu inşa maliyetleri yüksek sera yapıları ortaya çıkabilmekte ve her iki durumda da çiftçiler ekonomik kayba uğramaktadır. Bu çalışmada; uygulamadaki eksiklik ve yanlışlıkların giderilmesine katkı sağlamak amacıyla Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından belirtilen ölçütlere uygun seraların projelendirilmesinde kullanılacak bir uzman programı hazırlanmıştır. Yüksek lisans tez çalışması kapsamında geliştirilen ve SERASİM olarak isimlendirilen bu uzman program, tek açıklıklı beşik çatılı bir sera tipi için serayı oluşturan tüm yapı elemanlarının boyut ve kesit ölçülerini dünyada ve ülkemizde geçerli, güncel sera inşaat standartlarına uygun olarak hesaplayabilmektedir. Sera konstrüksiyonunun statik ve dinamik hesaplamaları ile inşaat metraj ve maliyet hesabını yapan SERASİM programı ile sera kurulacak lokasyon ve yetiştirilecek bitkiye bağlı olarak seranın ısıtma gereksinimi ve maliyeti de belirlenebilmektedir. SERASİM programı, aynı zamanda sera yapım tekniği, örtüaltı yetiştiriciliği ve sera iklimlendirmesi gibi konularda okutulan derslerde, ders materyali olarak kullanılabilir nitelikte hazırlanmıştır.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 1(2): 94-100, 2013

SERASİM: 3-D Expert System For Greenhouse Design

ARTICLE INFO

Article history:

Received 02 October 2013
Accepted 26 December 2013
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:

Greenhouse
Greenhouse design and construction
Expert systems
Static and strength calculations of greenhouse
Greenhouse acclimatization
Teaching material

* Corresponding Author:

E-mail: borasen@hotmail.com

ABSTRACT

Greenhouse construction projects need to consider local climate characteristics, production type in the greenhouse and materials used for the physical structure and glazing. A major share of commercial greenhouse manufacturers in Turkey produce turnkey greenhouse projects either using by trial and error method or imitating/reproducing greenhouse imported from other countries. Improperly designed projects may result in greenhouses having weak construction or more expensive structures due to using unnecessarily larger profiles which consequently cause a loss the profits for the growers. This study aims to contribute to the improvements and overcome the gaps in practice of greenhouse projects by designing a software for an expert system that utilizes an accurate Project considering them and mandatory buildings standards of Turkish Standardization Institute (TSE). The expert system, named SERASİM, has been developed within the framework of the present MSc. Thesis and enables calculating each part of the construction system of a gable roof glass house according to TSE standards. Besides calculations for statics, dynamics and strength as well estimating the bill of quantity, SERASİM can be utilized to determine the heating requirements and costs for selected locations and crops. SERASİM may also be used as a teaching tool for courses including greenhouse design, protected cultivation and greenhouse acclimatization.

Giriş

Dünya nüfusuna paralel olarak artan gıda maddesi ihtiyacının karşılanması, raf ömrü kısa olan besin maddelerinin doğa koşullarına bağlı olmaksızın yetiştirilip insanlığın hizmetine sunulabilmesi için sera yapıları inşa edilmektedir. Sera yapıları, inşa edildikleri bölgenin iklim özellikleri, üretim amacı (fide üretimi veya yetiştiricilik seraları vd.), yetiştirilecek bitki türü ve inşasında kullanılacak yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak projelendirilmelidir. Ülkemizde sera imalatçılarının önemli bir bölümü sera konstrüksiyonunun yapımı konusunda deneme yanılma yolunu seçmekte veya bazı Avrupa ülkelerinde inşa edilmiş seraları birebir taklit etmektedirler. Bunun sonucunda bazen zayıf sera sistemleri bazen de gereğinden fazla malzeme kullanımı sonucu inşa maliyetleri yüksek sera yapıları ortaya çıkabilmekte ve sonuçta üreticiler ekonomik kayıplara uğramaktadır. Ayrıca iklim özellikleri dikkate alınmadan yapılan ısıtma projeleri sonucunda yetersiz kapasitede ısıtma sistemlerinin seçilmesi nedeniyle ürün verim ve kalitesinde düşmeler ya da gereğinden yüksek kapasitede ısıtma sistemi kullanımıyla ilk yatırım ve işletme maliyetleri artmaktadır. Belirtilen her iki durumda da çiftçiler ekonomik zarara uğramaktadır.

Örtü altı yetiştiriciliğinde verim ve kalitede standardizasyon sağlanmak isteniyorsa yapılacak projenin maliyet-performans analizi yapılması ve ortaya çıkarılacak üretimin rekabetçi piyasalarda tutunması önem arz etmektedir. Projelendirme esnasında atık malzeme, fazla işçilik, yanlış malzeme seçimi ve üretim sırasındaki giderlerin beklenenin üzerinde seyretmesi gibi nedenlerle, ürün maliyeti artmakta ve durum üretici aleyhine olumsuz yönde gelişmektedir. Hâlbuki projelendirme aşamasından önce simülasyonların (benzetim paketleri) hazırlanması, ilk yatırım ve işletme giderlerinin ortaya çıkarılmasında etken olacağından, uygun malzeme seçimi ve azami kalitede ürün elde etme gibi avantajları beraberinde getirecektir.

Ekonomik bir örtü altı yetiştiriciliğinde seranın kurulum ve işletim maliyetleri önemlidir. Projelendirme esnasında sera yapım tekniğine uygun olarak yapılan bir planlama, sera yetiştiriciliğinde işletme giderlerini de etkilemektedir. Seralarda ilk yatırım ve işletme masraflarının düşük tutulabilmesi için ışık, sıcaklık, nem ve havanın karbondioksit içeriği gibi gelişim etmenlerinin optimum koşulları sağlayacak şekilde planlanması gerekmektedir. İyi bir sera konstrüksiyonunun görevi, tüm yıl boyunca bitki gelişimi için gerekli iklim koşullarını sağlamak ve bu koşulları teknik olanaklardan da yararlanarak mümkün olduğunca istenilen düzeyde tutmaktır (Can, 2006). Ayrıca seralar, bitki gelişimi için mutlak gerekli olan toplam ışının bir bölümü olan görülebilir ışınların, sera içerisine ulaşması ve kışın ışının çok düşük olduğu zamanlarda yeterli derecede ışık alabilmesi için geçirgen bir örtü malzemesi ile örtülürler. Dünyanın farklı iklim bölgelerinde sıralaması değişmekle birlikte, genelde en yaygın kullanılan örtü malzemeleri sırasıyla polietilen, cam ve polikarbonattır (Topçu, 2007).

Diğer Akdeniz ülkeleri ile karşılaştırıldığında ülkemizde cam sera alanı fazladır. Ülkemizde düz cam fiyatlarının düşük, işçiliğin ucuz olması, ayrıca diğer

Akdeniz ülkelerine göre yağışlı, dolayısıyla bulutlu günlerin fazla olması, cam malzemenin yüksek ışık geçirgenliği ve kış aylarında sera içindeki aşırı nemin daha az buğulanmaya yol açması gibi nedenler cam örtü malzemesinin başlıca tercih sebeplerindedir (Titiz, 2004). Geleneksel cam seralarda konstrüksiyon malzemesi olarak çelik kullanılmakta, cam iskelete macunla tutturulmaktadır. Macunun zamanla kurumması nedeniyle, yeniden macunlama gerekmekte, serada ısı yalıtımı sağlanamadığı gibi, sera çatısı yağmurlu havalarda akmaktadır. Modern seralarda ise iskelet olarak alüminyum kullanılmakta, camlar fitilli klips sistemiyle su ve hava geçirmeyecek şekilde sabitlenebilmekte ve havalandırma yüzeyi %40'a kadar çıkmaktadır.

Geçmiş yıllara kıyasla, havalandırma açıklıklarının yeterli düzeye ulaşması bakımından ilerlemeler olmakla birlikte, halen çatı havalandırması bulunmayan plastik seralara rastlanabilmektedir. Eski cam seralarda çatı havalandırma açıklığı sadece %5 olmasına karşın, 1990-1995 yılları arasında uygulanan yatırım teşvikleri ile kurulan cam seralarda, çatı havalandırma alanı %10-25'e çıkmıştır. Sera sıcaklığını düşürmek amacıyla, çatı havalandırmasına ek olarak gölgelemeye uygun perdeler ve sera içinde yüksek basınçlı sisleme üniteleri de kullanılmaktadır. Bu tür ek sera içi donanımları da sera konstrüksiyonuna gelen yükleri etkilemektedir. (Tüzel ve ark., 2005)

Sera yapılarının üretimi 15-20 yıl öncesine kadar deneyimlere bağlı olarak yapılırken, günümüzde bu yapılar özellikle gelişmiş ülkelerde gerekli hesaplamalar dikkate alınarak üretilmektedir. Geçmişte bu yapılar, duruma göre bazen ekonomik olmayan kesitler nedeniyle pahalı yapılara, bazen de gerekli emniyet koşulları yerine getirilmediği için olumsuzluklarla karşılaşılacak yapılara dönüşmüştür. Örneğin; Hollanda'da 1972-73 yıllarında iki şiddetli fırtınada meydana gelen toplam zarar 40 milyon Gulden'i bulmuştur. Bunun sonucunda, IMAG-Wageningen ve TNO-Delf'teki Araştırma Enstitülerinde seraya gelen yüklerin dikkate alındığı araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle sera yapı standartları geliştirme çalışmaları başlatılmıştır. Geliştirilen standartlarda, yapı yükleri özyükler (sabit yükler) yanında rüzgâr, kar ve bitki yükleri de dikkate alınmıştır (Hollanda 1978 Cam seralar standartları (NEN 3859)). Daha sonra konuya ilişkin geliştirme çalışmalarına hız verilmiş ve diğer Avrupa ülkeleri standartları da değerlendirilerek (Alman Standartları Enstitüsü 1987 Seralarda 12 m nominal genişlikte sıcak galvanizli çelik inşaat standartları (DIN 11536)), Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) tarafından 1997 yılında EN 13031 nolu seraların yapısal tasarımına ilişkin bir Avrupa Standardı hazırlanmıştır (Anonymous, 2001).

Yüksel (1992), sera ile ilgili olarak hazırlanan TS-4110 ve TS-5603 standartlarının, birçok yönlerden eksik olduğunu ve düzeltilmesi gereken noktalarının bulunduğunu belirtmiştir. Araştırmacı bu eksikliklerle ve standardın içerdiği bazı ifadelerle ilgili olarak uygun bir sera üretiminin mümkün olduğunu, fakat bu serada tarım yapmanın ya da bitki yetiştirmenin mümkün gibi görünmediğini vurgulamıştır. Nitekim Türkiye'de de yukarıda anılan Avrupa Standardizasyon Komitesi

tarafından 1997 yılında hazırlanan sera yapı standartları birkaç yıl sonra Türk Standartlar Enstitüsü (TSE) tarafından revize edilerek ülkemizde de kullanıma sunulmuştur. Bununla birlikte TSE tarafından revize edilen sera yapımına ilişkin yeni standartların pratikte kullanıldığına dair bilgilere ulaşılamamıştır.

Proje analizi yapılmadan inşa edilen seralarda genellikle bazı elemanlarda gereğinden daha büyük kesitli taşıyıcı aksam kullanılırken bazen de kesiti yetersiz olan taşıyıcı elemanların kullanıldığı görülmektedir. Bu durum gereğinden büyük kesitlerde maliyet artışına neden olurken küçük kesitlerde ise dış yüklerde meydana gelen küçük değişikliklerde dahi sistemin göçmesi/çökmesi sonucunu doğurabilmektedir. Bu durumda bir yandan yeniden inşa maliyeti söz konusu olurken diğer yandan sera içindeki ürün tamamen heba olmakta ve üreticiler önemli ölçüde ekonomik kayba uğramaktadır. Projersiz sera imalatındaki temel faktörler:

- Yüksek proje maliyetleri,
- Projenin gereğine inanmama,
- Görerek taklit etme yeteneği,
- Kamu kurumları dâhil kredi sağlayan diğer kurum ve kuruluşların proje konusunda yeterince titizlik göstermemeleri sayılabilir.

Yukarıda belirtilen olumsuz ve eksiklikler biryana, bilişim alanında ülkemizde olumlu gelişmeler yaşansa da sera konusuyla ilgili kullanıcı dostu görsel arayüze sahip bir yazılıma rastlanmamıştır. Bunun nedeni ise seracılık sektöründe çalışan ara elemanlar ile ziraat mühendislerinin genellikle bilgisayar yazılımları konusunda eksik veya yetersiz bilgi ve donanıma sahip olmalarıdır. Bilişim alanındaki uzmanların da sera ve bitkisel üretimle ilgili yeterli ve gerekli bilgiye sahip olmadıkları açıktır. Ayrıca sera projelerinin yapımında kullanılan bilgisayar programları (SAP2000 vb) daha çok sanayi yapılarına yönelik olup sera yapıları için istenilen çözümleri üretmekten uzaktır. Bu durum maliyet artışına neden olmakta ve üreticileri proje hazırlamaktan uzaklaştırmaktadır.

Bu çalışma yüksek lisans tez çalışması kapsamında yapılmış olup çalışmada, sera konstrüksiyonuna yönelik

tüm yükleri dikkate alan ve tüm taşıyıcı sistemlerin statik ve mukavemet hesaplarını yapabilen bir uzman programın hazırlanması amaçlanmıştır (Şen, 2013). Benzetim çalışmaları sonucunda eleman özelliklerini de dikkate alarak serayı ve taşıyıcı sistem elemanlarını boyutlandırabilen, ayrıca istenilen bölgenin (il, ilçe ve rakım değeri) iklim şartları altında sera için gerekli ısıtma maliyetlerini hesaplayabilen program hazırlanmıştır. Geliştirilen uzman sistemin seraların projelendirilmesi konusunda çalışacak olan teknik elemanlar ve akademisyenlerin, kısa zamanda ve sağlıklı proje üretebilmelerine olanak sağlamanın yanı sıra eğitim-öğretim materyali olarak ders ve kurslarda kullanılabilecek özellikte olması hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak yüksek çalışma hızı ve kapasiteye sahip bilgisayar, SERASİM programını yazmak için Visual Basic 2008 programlama dili tercih edilmiş olup, yazılan programın doğruluğunu test etmek amacıyla her çeşit yapının statik ve mukavemet hesaplarında kullanılabilen SAP2000 programından yararlanılmıştır. Bahsi geçen programların kullanımı için bilgisayar, “Windows7/32 bit, Intel i3 CPU, 2 Gb RAM 1333 Mhz bellek, 1 Gb harici HD destekli ekran kartı, 30 Gb HDD, 1 Mb hızında internet bağlantısı” konfigürasyonunu içermesi gerektirmektedir.

Ayrıca, yazılı ve basılı olarak TSE standartları ve ülkemizde sera imalatında kullanılan ST37 çelikleri ile ilgili çeşitli kaynaklardan yararlanılmıştır. Programın hazırlanmasında tüm değerler ve tablolar ilgili TSE standartları ve eklerinden elde edilmiştir. Kullanılan TSE standartları Çizelge 1’de verilmiştir.

SERASİM programının arayüz ekran görüntüleri ve işlevleri, program tasarımı ile ilgili detaylar ile TSE’den elde edilen dokümanlardaki programın arka planında konstrüksiyon hesaplamaların için kullanılan formüllerden yararlanılmıştır. Örnek için projelendirilen bir seranın ölçek değerleri SAP2000 programı ile çözümlenerek elde edilen sonuçlar SERASİM programı sonuçları ile kıyaslanarak, sonuçlar Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. SERASİM Programında kullanılan TSE standartları.

| |
|---|
| T.S.E., 2005. Yapılar üzerindeki etkiler bölüm 1-6: genel etkiler - işletme esnasındaki etkiler. TS EN 1991-1, Ankara. |
| T.S.E., 2005. Depreme dayanaklı yapıların projelendirilmesi - genel kurallar, sismik etkiler ve bina kuralları. TS EN 1998-1, Ankara. |
| T.S.E., 2006. Yapılar üzerindeki etkiler-bölüm1-1: genel etkiler -yoğunluklar, binaların zati ağırlıkları ve maruz kaldığı diğer yükler TS EN 1991-1-1, Ankara. |
| T.S.E., 2007. Yapılar üzerindeki etkiler-bölüm1-3: genel etkiler-kar yükleri TS EN 1991-1-3, Ankara. |
| T.S.E., 2007. Alüminyum yapıların tasarımı-bölüm 1-1: genel kurallar - binalar için kurallar TS EN 1999-1-1, Ankara. |
| T.S.E., 2007. Yapılar üzerindeki etkiler-bölüm 1-4: genel etkiler-rüzgâr etkileri TS EN 1991-1-4, Ankara. |
| T.S.E., 2009. Yapı tasarım esasları (eurocode) TS EN 1990, Ankara. |
| T.S.E., 2009. Yapı tasarım esasları (eurocode) TS EN 1990/A1, Ankara. |
| T.S.E., 2009. Yapılar üzerindeki etkiler bölüm 1-6: genel etkiler -yapım esnasında oluşan etkiler TS EN 1991-1-6/AC, Ankara. |
| T.S.E., 2010. Yapılar üzerindeki etkiler-bölüm 1-4: genel etkiler-rüzgâr etkileri TS EN 1991-1-4/AC, Ankara. |

Çizelge 2. SERASİM ve SAP2000 Programlarıyla hesaplanan sera çatısına ait kafes kiriş siteminin gerilme değerleri

| Senaryolar | 1.Durum | | 2.Durum | | 3.Durum | | 4.Durum | | 5.Durum | | 6.Durum | | |
|---------------------|-----------|--------|------------|--------|-----------|--------|------------|--------|-----------|--------|------------|--------|-------|
| Sera Genişliği m. | 12 | | 12 | | 12 | | 12 | | 24 | | 24 | | |
| Rüzgâr Hızı km/saat | 0 km/saat | | 26 km/saat | | 0 km/saat | | 26 km/saat | | 0 km/saat | | 26 km/saat | | |
| Çatı Eğimi ° | 25 | 25 | 25 | 25 | 45 | 45 | 45 | 45 | 60 | 60 | 60 | 60 | |
| Program Türü | SERASİ | Sap200 | SERASİ | Sap200 | SERASİ | Sap200 | SERASİ | Sap200 | SERASİ | Sap200 | SERASİ | Sap200 | |
| | M | 0 | M | 0 | M | 0 | M | 0 | M | 0 | M | 0 | |
| ÇUBUK ADI kgf | AB | 1931 | 1832 | 346 | 338 | 922 | 920 | 1647 | 1645 | 850 | 850 | 6171 | 6170 |
| | BC | 1931 | 1827 | 346 | 337 | 922 | 920 | 1647 | 1645 | 850 | 850 | 6171 | 6170 |
| | CD | 1931 | 1827 | 187 | 186 | 922 | 920 | 1093 | 1091 | 850 | 850 | 3511 | 3510 |
| | DE | 1931 | 1832 | 187 | 186 | 922 | 920 | 1093 | 1091 | 850 | 850 | 3511 | 3510 |
| | AH | -2130 | -2041 | -124 | -116 | -1303 | -1301 | -881 | -879 | -1699 | -1699 | 960 | 960 |
| | HG | -1420 | -1369 | 109 | 112 | -869 | -868 | -447 | -446 | -1133 | -1132 | -247 | -245 |
| | GF | -1420 | -1369 | 77 | 80 | -870 | -868 | -839 | -839 | -1133 | -1132 | -4238 | -4235 |
| | FE | -2130 | -2041 | -44 | -42 | -1303 | -1301 | -1272 | -1272 | -1699 | -1699 | -5689 | -5689 |
| | HB | 216 | 215 | 216 | 216 | 216 | 214 | 216 | 213 | 432 | 432 | 432 | 432 |
| | HC | -710 | -663 | 33 | 41 | -434 | -431 | -676 | -672 | -566 | -566 | -4114 | -4111 |
| | GC | 816 | 807 | 114 | 107 | 830 | 827 | 618 | 615 | 1413 | 1412 | 2951 | 2945 |
| | FC | -710 | -663 | 208 | 209 | -434 | -431 | 108 | 111 | -566 | -566 | 1205 | 1209 |
| FD | 216 | 215 | 216 | 216 | 216 | 214 | 216 | 214 | 432 | 432 | 432 | 432 | |

Bulgular ve Tartışma

Visual Basic programlama dili kullanılarak 3-boyutlu akıllı bir sera tasarım ve projelendirme programı olan SERASİM olarak isimlendirilen uzman programın işlevleri aşağıda özetlenmiştir.

- Yazılımla *Beşik Çatılı* bir seranın statik ve mukavemet hesapları yapılabilmektedir.
- Yazılım istenildiğinde cam örtü malzemesinde atık malzeme oluşmaması için konstrüksiyon ölçülerini otomatik olarak kullanıcı ölçü verilerinde düzeltme yoluna gitmektedir.
- Yazılım aynı zamanda seranın ısıtma gereksinimini ve yakıt tüketimi ile işletme giderlerini hesaplayabilmektedir.
- SERASİM Programı ile metraj cetveli hazırlanabilmekte ve güncel fiyatlar kullanılarak projelene bir seranın yapım maliyeti hesaplanabilmektedir.
- Uzman program ile gerekli hesaplamaları tamamlanmış bir sera projesinin yazılı bir dökümü rapor formatı şeklinde kullanıcıya sunulur hale getirilmiştir.
- Yazılımda bazı arayüzler kullanılarak, sera yapısı içerisinde serbest dolaşım hareketlerinin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlanmıştır.
- Bilgisayar kullanımı konusunda sadece temel bilgiye sahip kişilerin de kolayca kullanabileceği bu yazılım aynı zamanda sera yapımı ve yönetimi ile ilgili konulardaki dersler ve kurslar için eğitim-öğretim materyali olarak kullanılabilir bir biçimde hazırlanmıştır.

Sera eni ve boyu, yan duvar ve su basman yüksekliği, konstrüksiyon malzemesi, örtü malzemesi ve çatı eğim açısı (Şekil 1), rüzgar yükü (Şekil 2), kar yükü (Şekil 3) önemli program girdi verilerindedir. Bu girdiler sayesinde veri tabanında kayıtlı verilerle birlikte seranın statik ve mukavemet hesapları yapılmaktadır. Aynı zamanda sera eni ve boyu uzman sistem sayesinde artık malzeme çıkmaması amacı ile yeniden boyutlandırılabilir.

Çatı makası düğüm noktaları analizi için hareketli ve ölü yükler hesaplanarak, kolonlara gelen yük miktarı belirlenmekte ve bu yük miktarını taşıyabilecek en uygun profil seçilebilmektedir (Şekil 3). Daha önce yapılan çalışmalarda rüzgâr etkisi sadece çatı için hesaplanmaktaydı. Çatı ve diğer kaplama elemanlarını taşıyan kolonların hesabında ise sadece düşey yüklerin etkisi ve bu etki sonucu oluşan flambaj dikkate alınmakta idi. Hâlbuki günümüzde sera duvar yükseklikleri 6 metreye kadar çıkmış, dolayısıyla seranın yan yüzeylerinde meydana gelen rüzgâr etkisi çatıya kıyasla çok daha büyük değerlere ulaşmaktadır. Rüzgâr etkilerinin kolon temel birleşme noktasında meydana getirdikleri döndürme etkisi (moment) değerleri önemli miktarlara ulaşmaktadır. Bu moment etkisinin dikkate alınmaması ve kolon kesitlerinin buna göre saptanmaması sonucu, seralarda göçmeler olabilmektedir. Göçmelerin başladığı ilk nokta kolon temel birleşme arakesitidir. Özellikle kolon üst bölgesindeki kolon kafes kiriş birleşme noktasının da zayıf olması durumunda sera duvarları hasara uğramaktadır.

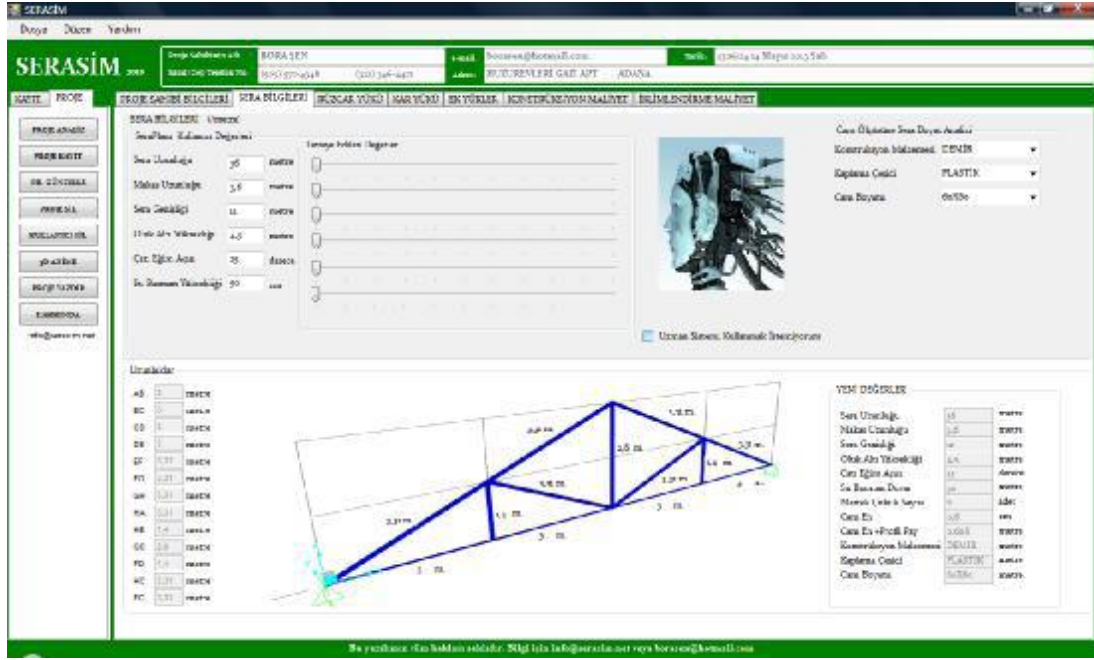
Geliştirilen SERASİM programının analiz sonuçlarının doğruluğunu test etmek amacıyla inşaat mühendisleri tarafından yaygın olarak kullanılan SAP2000 programından elde edilen sonuçlar referans olarak kullanılmıştır. Kıyaslama amaçlı bir örneklem elde etmek için üç farklı çatı eğimi ve sera boyutları belirlenmiş ve bu özelliklerdeki seralar için rüzgârlı ve rüzgarsız olmak üzere iki farklı koşul için (toplam 6 farklı senaryo) sera konstrüksiyonlarının statik ve mukavemet projeleri SERASİM ve SAP2000 programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan 6 farklı senaryonun sonuçları kıyaslama yapılması amacıyla Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2.'de gösterilen örneklemlerden 1., 2., 3. ve 4. durumlarda sera açıklığı 12 m., sera boyu 36 m., oluk altı yüksekliği 4,5 m., çatı eğimi 1. ve 2. durumlarda 25⁰, 3. ve 4. durumlarda ise, 45⁰, çatı mahya yüksekliği çatı eğimine bağlı olarak sırasıyla 25⁰ için 2,8 m. ve 45⁰ için 6 m. olarak alınmıştır. Kar yükü TS EN 1991-1-3'de, rüzgâr yükü TS EN 1991-1-4 ve TS EN 1991-1-4/AC'de ifade

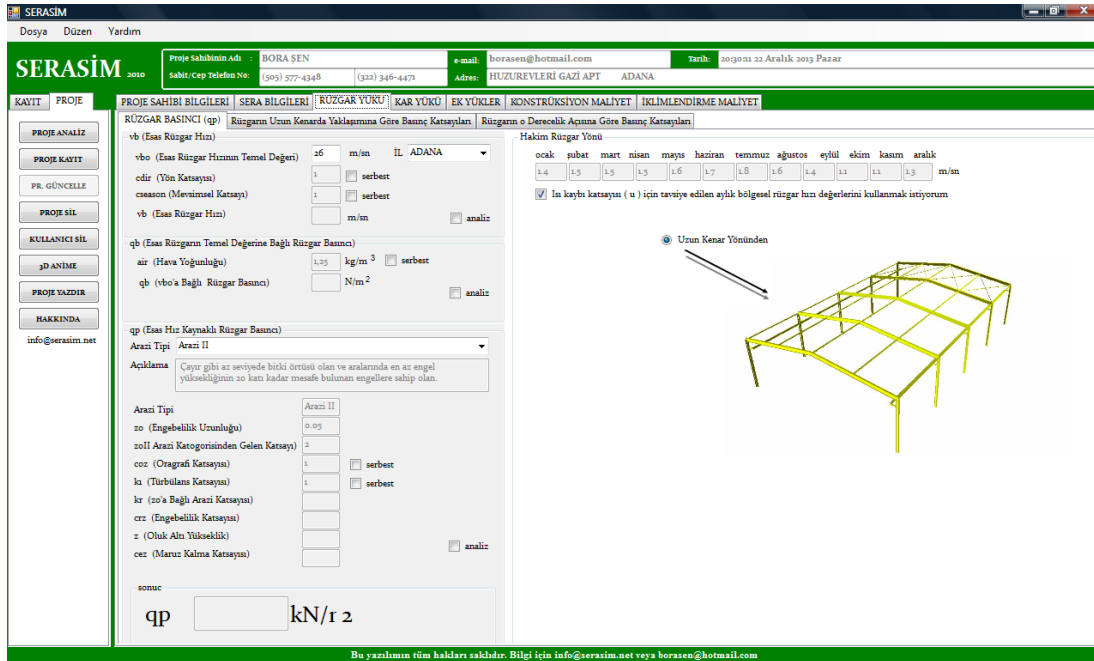
edilen hesaplama yöntemleri kullanılarak SERASİM programıyla yapılan hesaplamalar ile SAP2000 programı ile aynı değerlerin kullanılması ile ulaşılan çubuk kuvvetleri birbirleriyle örtüştüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte ölçümün güvenilirliğini farklı değerler altında test etmek için seraya sıra dışı ölçüler de girilerek çıkan gerilme değerleri irdelenmiştir. Sıra dışı değer olarak sera genişliği 24 m., çatı eğim açısı 60° altında rüzgârli (26 m/sn) ve rüzgarsız şartlar girilerek bu değerlerin SERASİM ve SAP2000 programlarında analiz edilmesi sağlanmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 2.'de durum 5 ve 6 'da gösterilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde ise sonuçları ihmal edilecek kadar küçük

farklılıklar gösterdiği ve sonuçların örtüştüğü tespit edilmiştir.

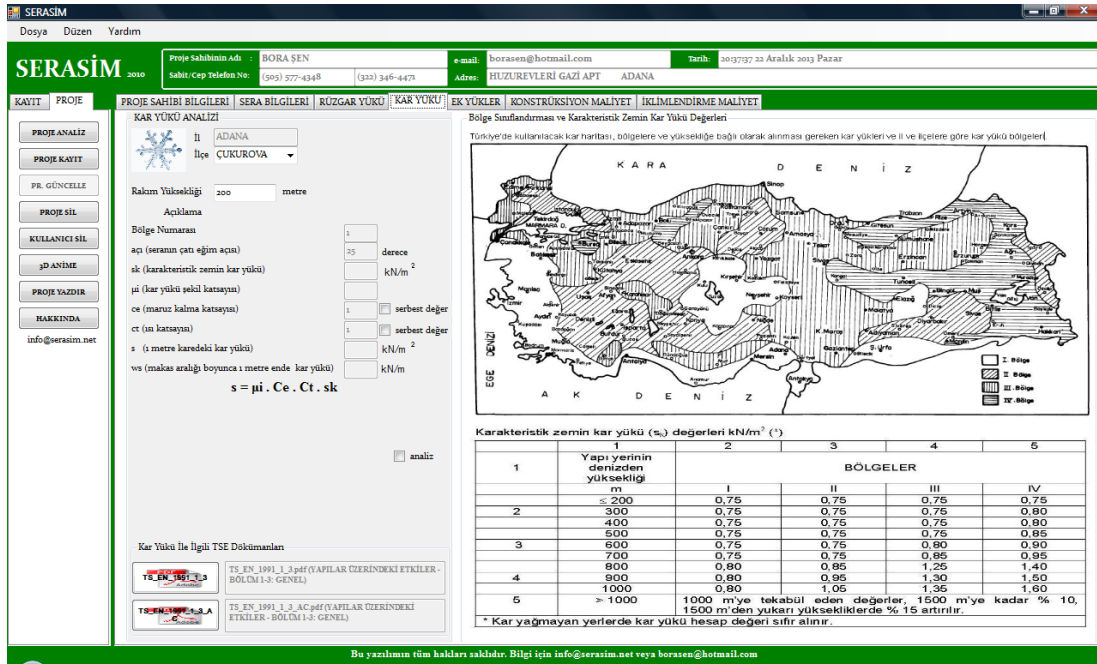
Çizelge 2.'de gösterilen senaryolar (durumlar) ayrıntılı incelendiğinde 25 derecelik açı altında, kar yükü ve öz yükler etkisi altında ancak rüzgâr yükü dikkate alınmaksızın hazırlanan SERASİM ismi altında oluşturulan program ile yapılan hesaplamalarda ulaşılan değerler, SAP2000 programı ile yapılan hesaplamalar sonucunda ulaşılan değerler arasındaki oran ((SERASİM-SAP2000)/SAP2000) çizelge 3'de verilmiştir. Oluşan farklılığın temel nedenlerinden biri virgülden sonraki yuvarlamalardaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.



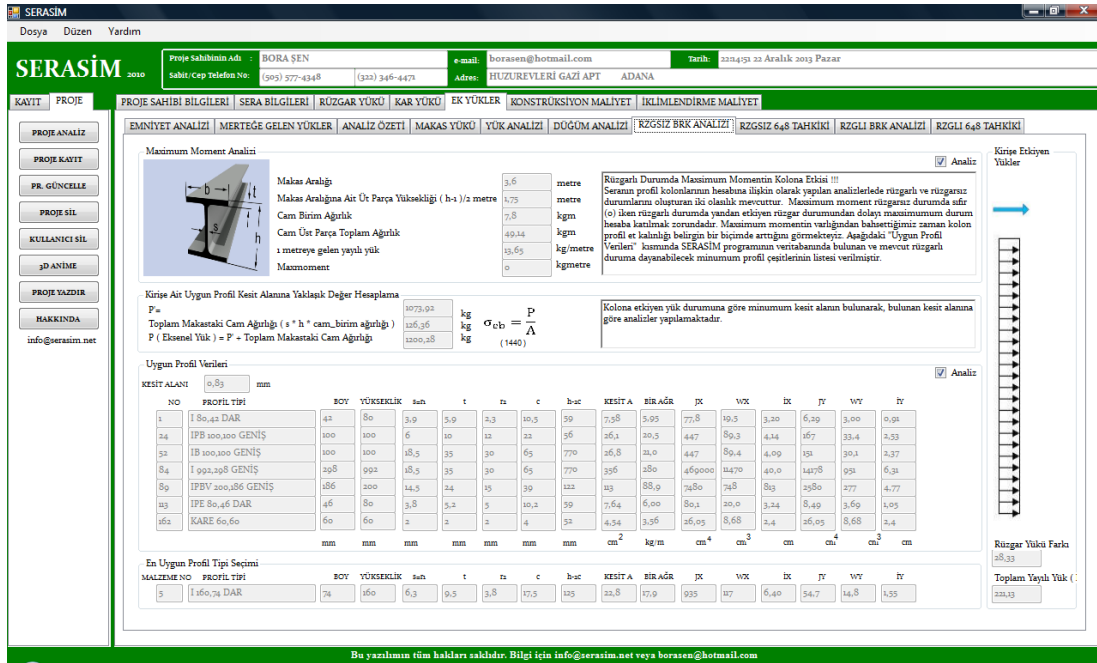
Şekil 1. SERASİM Programında sera girdi bilgileri arayüzünün genel görünümü



Şekil 2. SERASİM Programında rüzgâr yükü arayüzünün genel görünümü



Şekil 3. SERASİM Programında kar yükü arayüzünün genel görünümü



Şekil 3. Sera kolonlarını belirlenmesi ile ilgili arayüz

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada kullanılan hesap değerleri ilgili güncel TSE Standartlarından alınmıştır. Bunun yanı sıra piyasada yaygın olarak kullanılan sera yapı malzemelerine ilişkin parametreler sera yapımı için malzeme üreten firmalardan elde edilmiş ve anılan değerler veri tabanına işlenmiştir.

Yapılan araştırmalar ülkemizde sera yapılarının inşasında ve projelendirmesinde uzman kişilerden (proje ve imalatçı) yeteri desteğin alınmadığını, bu nedenle beklenmedik küçük ölçekli dış etkiler de dahi seralarda önemli miktarda hasarlar meydana geldiğini göstermektedir. İlki, hasar gören sera yapısının yeniden

inşa masrafı; ikincisi hasar anında, sera içerisindeki ürün kaybından kaynaklan zararlar olarak sıralanabilir. Ayrıca gereğinden büyük kesitlerin kullanımı durumunda da sera yapım maliyetlerinde artış da meydana gelebilecektir.

SERASİM programı ile sınırlı bir zaman içerisinde yürütülen eğitim öğretim faaliyetlerinde detaylı hesaplamalar görsellik desteği (üç boyutlu yapısı) ile sağlanabilmektedir. Böylece öğrencilerin algılama kapasiteleri desteklenecektir. Aynı zamanda bu program ile mevcut seraların güvenliği de test edilebilmektedir. Bu amaçla mevcut seranın bulunduğu yörenin iklim

özellikleri ve seranın boyutları ile proje yapımına yönelik diğer veriler programa girildiğinde ulaşılabilecek kesitler ile mevcut kesitlerin örtüşüp örtüşmediği kontrol edilebilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından ZF2010YL76 ve ZF-2011/BAP5 numaralı projeler kapsamında sağlanan desteklerle gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Anonim. 2001. SAP: Makina Mühendisleri Odası Tarım Takinaları Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Mersin.
- Can NÇ. 2006. Plastik Örtülü Bir Dekar Büyüklüğünde Seranın Projelendirilmesi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Lisans Tezi), Adana.
- Kaya A, Herzadin G.1990. Ülkemizde Jeotermal Enerjinin Sera Isıtmada Kullanılma Olanakları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ve Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Proje ve Uygulama Genel Müdürlüğü, 17-19 Ekim, S.83-90, İzmir.
- Şen B. 2013. Serasim: 3-boyutlu akıllı sera tasarım programı. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s:59, Adana.
- Titiz KS. 2004. Modern Seracılık: Yatırımcıya Yol Haritası. Ansiad, Antalya, 124 s.
- Topçu S. 2007. Seralarda Geleneksel ve Organik Tarım. Ç.Ü. Yumurtalık Meslek Yüksek Okulu, Adana, 342 s.
- TSE. 2005. Yapılar üzerindeki etkiler bölüm 1-6: genel etkiler - işletme esnasındaki etkiler. TS EN 1991-1, Ankara.

- TSE. 2005. Depreme dayanıklı yapıların projelendirilmesi - genel kurallar, sismik etkiler ve bina kuralları. TS EN 1998-1, Ankara.
- TSE. 2006. Yapılar üzerindeki etkiler-bölüm1-1: genel etkiler - yoğunluklar, binaların zati ağırlıkları ve maruz kaldığı diğer yükler TS EN 1991-1-1, Ankara.
- TSE. 2007. Yapılar üzerindeki etkiler-bölüm1-3: genel etkiler-kar yükleri TS EN 1991-1-3, Ankara.
- TSE. 2007. Alüminyum yapıların tasarımı-bölüm 1-1: genel kurallar - binalar için kurallar TS EN 1999-1-1, Ankara.
- TSE. 2007. Yapılar üzerindeki etkiler-bölüm 1-4: genel etkiler-rüzgâr etkileri TS EN 1991-1-4, Ankara.
- TSE. 2009. Yapı tasarım esasları (eurocode) TS EN 1990, Ankara.
- TSE. 2009. Yapı tasarım esasları (eurocode) TS EN 1990/A1, Ankara.
- TSE. 2009. Yapılar üzerindeki etkiler bölüm 1-6: genel etkiler - yapım esnasında oluşan etkiler TS EN 1991-1-6/AC, Ankara.
- TSE. 2010. Yapılar üzerindeki etkiler-bölüm 1-4: genel etkiler-rüzgâr etkileri TS EN 1991-1-4/AC, Ankara.
- Tüzel Y, Gül A, Daşgan HY, Özgür M, Çelik N, Boyacı HF, Ersoy A. 2005. Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Cilt I: 551-563. Ankara 3-7 Ocak 2005.
- Yüksel AN. 1992 Uygulamsı Mümkün Olmayan Sera Standartları (TS 4110 ve TS 5603) Üzerine Görüşler. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 24-26 Haziran, S.412-421, Erzurum. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/db30d43f3791ae8_ek.pdf.