

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bora ŞEN

SERASİM: 3 BOYUTLU AKILLI SERA TASARIM PROGRAMI

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA, 2013

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

SERASİM: 3-BOYUTLU AKILLI SERA TASARIM PROGRAMI

Bora ŞEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 27/05/2013 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

..... Prof. Dr. Sevilay TOPÇU DANIŞMAN	 Prof. Dr.H.Hüseyin ÖZTÜRK ÜYE	 Yrd Doç.Dr.Özkan GÜĞERCİN ÜYE
--	---	---

Bu Tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF-2011/BAP5

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere
tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERASİM: 3-BOYUTLU AKILLI SERA TASARIM PROGRAMI

Bora ŞEN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

Danışman :Prof. Dr. Sevilay TOPÇU
Yıl: 2013, Sayfa: 59
Jüri :Prof. Dr. Sevilay TOPÇU
:Prof. Dr.Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
:Yrd. Doç.Dr. Özkan GÜĞERCİN

Seralar inşa edildikleri bölgenin iklim özellikleri, planlanan üretim şekli ve inşasında kullanılacak yapı malzemelerinin özellikleri dikkate alınarak projelendirilmelidir. Ülkemizde anahtar teslimi sera imalatçılarının önemli bir bölümü, sera konstrüksiyonu konusunda deneme yanılma yöntemini 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 tarafından belirtilen ölçütlere uygun seraların projelemesinde kullanılabilecek bir uzman programın 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 kullanılabilecek nitelikte hazırlanmıştır.

Anahtar Kelime: Sera, sera tasarımı, uzman sistem, sera statik ve mukavemet hesapları, sera iklimlendirme

ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

SERASIM: A 3-D EXPERT SYSTEM FOR GREENHOUSE DESIGN

Bora ŞEN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL AND IRRIGATION

Supervisor :Prof. Dr. Sevilay TOPÇU

Year: 2013, Pages: 59

Jury :Prof. Dr. Sevilay TOPÇU

:Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK

:Assist. Prof. Dr. Özkan GÜĞERCİN

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 turn-key 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 utilises an accurate project considering the mandatory buildings standards of Turkish Standardisation Institute (TSE). The expert system, named SERASIM, has been developed within the framework of the present MSc. Thesis and enables calculating each part of the construction system of a gable roof glasshouse according to TSE standards. Besides calculations for statics, dynamics and strength as well estimating the bill of quantity, SERASIM can be utilised to determine the heating requirements and costs for selected locations and crops. SERASIM may also be used as a teaching tool for courses including greenhouse design, protected cultivation and greenhouse climatisation.

Keywords: Greenhouse, greenhouse design and construction, expert systems, statics, dynamics and strength calculations of greenhouse, greenhouse climatisation

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve bana “SERASİM: 3 BOYUTLU AKILLI SERA TASARIM PROGRAMI” konulu yüksek lisans tezini veren yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sevilay TOPÇU’ya sonsuz teşekkürler.

Çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Yard.Doç. Özkan GÜĞERCİN’e, Prof. Dr Hasan Hüseyin ÖZTÜRK’e, abim Yrd.Doç. Burak ŞEN’e, Ömer ALBAYRAK’a ve tezimin her aşamasında yanımda olan değerli iş arkadaşım Akın ŞAYAN’a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmam süresince bana her türlü desteği veren, sabır gösteren bir tanecik eşim Öznur GÜLEÇ ŞEN’e ve kızım Doğa ŞEN’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL VE METOD	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Bilgisayar Özellikleri ve Programlar	13
3.1.2. Programlama Dili ve Çizim Programı	14
3.1.3. SAP2000 Yapı Sistemlerinin Analizi ve Tasarımı için Bütünleşik Yazılım Programı.....	15
3.1.4. T.S.E. Standartları	15
3.2. Metod	17
3.2.1. Kafes Kiriş ve Sisteme Ait Çekme Basma Çubuklarının Projelendirilmesi	17
3.2.1.1. Çekme Çubuklarının Projelendirilmesi	18
3.2.1.2. Basma Çubuklarının Projelendirilmesi.....	18
3.2.2. Standartlarda Belirtilen Yüklerin Sisteme Adaptasyonu	19
3.2.2.1. Esas Rüzgar Hızı	19
3.2.2.2. Ortalama Rüzgar Hızı	20
3.2.2.3. Arazi Engebeliliği.....	21
3.2.2.4. Rüzgar Türbülansı	21
3.2.2.5. Tepe Hız Kaynaklı Rüzgar Basıncı	22
3.2.2.6. Yüzeylerdeki Rüzgar Basıncı.....	23
3.2.2.7. Rüzgar Kuvvetleri.....	24
3.2.2.8. İstisnai Zemin Kar Yükü Değerlerinin İşleme Tabi Tutulması	25
3.2.2.9. Çatı Kar Yükü Özellikleri	26

3.2.2.10. Yük Düzenlemeleri.....	26
3.2.2.11. Serada Isı Kayıplarının Belirlenmesi.....	27
3.2.2.12. Seradan İletimle Oluşan Isı Kayıpları.....	27
3.2.2.13. Serada Toplam Isı Kaybının Belirlenmesi.....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1. Bulgular	29
4.1.1. Kayıt Proje Araç Çubuğu.....	29
4.1.2. Proje Sahibi Bilgileri Arayüzü	30
4.1.3. Sera Bilgileri Arayüzü	30
4.1.4. Rüzgar Yüğü Arayüzü	31
4.1.5. Kar Yüğü Arayüzü.....	32
4.1.6. Ek Yüğüler Arayüzü	33
4.1.6.1. Emniyet Analizi Arayüzü.....	33
4.1.6.2. Merteğe Gelen Yüğüler Arayüzü	35
4.1.6.3. Makas Yüğü Arayüzü	35
4.1.6.4. Yüğü Analizi Arayüzü	36
4.1.6.5. Düğüm Analizi Arayüzü	37
4.1.6.6. Rüzgârsız ve Rüzgârlı Burkulma Analizi Arayüzü	38
4.1.6.7. TS 648 Analizi Arayüzü	38
4.1.6.8. Konstrüksiyon Maliyet Hesabı Analizi Arayüzü	39
4.1.6.9. İklimlendirme Analizi Arayüzü.....	39
4.1.6.10. Üç Boyutlu Animasyon3D Arayüzü.....	40
4.2. Yöntem Sınırlılıkları.....	42
4.3. Tartışma	43
4.3.1. SERASİM ve SAP2000 Programları Kullanılarak Kafes Kiriş Sistemindeki Gerilmelerin Kıyaslanması	43
4.3.2. SERASİM ve SAP2000 Programları Kullanılarak Kolonlardaki Statik ve Mukavemet Değerlerinin Kıyaslanması	46
4.3.3. Isıtma Gereksinimi ve Maliyetinin Analizi.....	49
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. SERASİM Uzman Programına Uygun Bilgisayar Donanım Konfigürasyonu.....	13
Çizelge 3.2. SERASİM Programında Kullanılan TSE Standartları	16
Çizelge 4.1. SERASİM ve SAP2000 Sera Çatısına Ait Kafes Kiriş Siteminin Gerilme.....	45
Çizelge 4.2. SERASİM Veritabanında Kayıtlı Isıl Değerler ve Fiyatları.....	51
Çizelge 4.3. SERASİM Analizi Kullanılarak Elde Edilen Farklı Isı Kaynaklarından Alınan Maliyet Tablosu	52

Şekil 2.1. Yanlış Malzeme Seçimi Nedeniyle Antalya'nın Gazipaşa İlçesi'nde Meydan Gelen Dolu Yağışı Sonucunda Oluşan Hasar.	9
Şekil 2.2. Antalya Demre İlçesinde Hortum Nedeniyle Oluşan Sera Çökmesi	9
Şekil 2.3. Araştırma Bölgesinde Seraların Kurulum Özelliği	12
Şekil 3.1. SERASİM Programında Kullanılan Programlama Dili	14
Şekil 3.2. Doğruluk Testlerinin Gerçekleştirildiği SAP2000 Programı	15
Şekil 3.3. Kafes Kiriş Sistemi.....	17
Şekil 3.4. Yüzeylerdeki Basınç.....	24
Şekil 4.1. SERASİM Programında Sera Bilgileri Arayüzünün Genel Görünümü	31
Şekil 4.2. SERASİM Programında Rüzgâr Yüğü Arayüzünün Genel Görünümü	32
Şekil 4.3. SERASİM Programında Kar Yüğü Arayüzünün Genel Görünümü	33
Şekil 4.4. SERASİM Programında Ek Yüğü Arayüzünün Genel Görünümü.....	34
Şekil 4.5. Seçili Yüğülere Göre Olası En Tehlikeli Durum	35
Şekil 4.6. Makasa Etki Eden Yüğülerle İlgili Arayüze İlişkin Genel Görünüm.....	36
Şekil 4.7. Çatıya Etkiyen Yüğülerin Dağılımı Ve Mesnet Tepkileri	37
Şekil 4.8. Çatıya Etkiyen Yüğülerin Kafes Sistem Elemanlarında Oluşturduğu Etkiler	37
Şekil 4.9. Sera Kolonlarını Belirlenmesi İle İlgili Arayüz.....	38
Şekil 4.10. TS648 Tahkiki Detaylı Analiz Sonuçlarını Gösteren Arayüz	39
Şekil 4.11. Seranın Isıtma Gereksinimi ve Maliyeti Analiz Sonuçlarını Gösteren Arayüz	40
Şekil 4.12. Sera İçinin Üç Boyutlu Bir Görüntüsü	41
Şekil 4.13. Sera Dışından Üç Boyutlu Bir Görüntü Kesitine Örnek	42
Şekil 4.14. SERASİM Programında Kolon Profilinin Belirlendiği Arayüz	48
Şekil 4.15. SAP2000 Programında Kolon Profilinin Dayanıklılığının Analiz Edildiği Arayüz	48
Şekil 4.16. . Isıtma Maliyet Hesaplamasının Yapıldığı Arayüz Ekranı.....	49

1. GİRİŞ

İklimle bağılı olmaksızın çevre koşullarının denetimiyle bitki yetiştirilmesine uygun ortamların yaratıldığı tesislere sera denir. Seracılığın 21. Yüzyılda, dünya genelinde özellikle Avrupa’da hızlı yayılmasının çok önemli, önemli olduğu kadar da basit bir nedeni vardır. Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak, artan gıda ihtiyacının karşılanması için tarımsal alanlardan elde edilen üretimin artırılmasına yönelik değişik çalışmalar yapılmaktadır. Tarıma açılacak alanların giderek azalması, mevcut tarım alanlarının çoraklaşması ve erozyon ile çölleşme gibi değişik nedenlerle üzerinde tarım yapılamaz hale gelmesi üretimi sınırlamaktadır. Tarımsal üretimin artırılması için birim alandan alınan ürünün verim ve kalitesinin yükseltilmesi yoluna gidilmektedir. Bu amaçla yararlanılan yöntemlerden biri de örtü altı yetiştiriciliğidir.

Türkiye’de örtü altı yetiştiriciliği 1960’lı yıllarda tarımda plastiğin kullanımıyla birlikte yaygınlaşmaya başlamıştır. Özellikle 1970’li yıllarda ısıtma maliyetlerinin yükselmesine neden olan petrol fiyatlarındaki artışlar sonucunda sera yatırımları duraklama dönemine girmiş ve 1980’li yıllarda sera örtü materyallerindeki gelişmeler sonucunda tekrar ivme kazanmıştır. Sera yatırımlarındaki en hızlı gelişme 1990-1995 yılları arasında uygulanan %25’lik kaynak kullanımı ve destekleme fonu teşvikleri sonucunda olmuştur. Bu dönemde yapılan seralarda havalandırma açıklıkları başta olmak üzere, bazı teknik iyileştirmeler bitkisel üretimin verim ve kalitesinde de artış sağlamıştır. Yüksek teknolojinin kullanıldığı modern seraların ve topraksız tarımın uygulanmaya başlaması (1990’lı yıllar) ve 2000’li yıllarda da sürdürülebilir üretim tekniklerinin ve danışmanlı ve sertifikalı üretimin yaygınlaşmaya başlaması ile Türkiye seracılığı bugünkü düzeyine ulaşmıştır (Tüzel ve ark., 2008). Ülkemizde, 2011 yılı itibarı ile toplam sera alanı içerisinde cam seralar 78190 ha ile % 24.7, plastik seralar ise 23854 ha ile %75.3’lük paya sahiptir (TUİK, 2012). Sözü edilen alanların son 20 yılda yaklaşık 6 kat büyümesine karşın, ülkemizde seracılık faaliyetleri halen alan ve üretim potansiyelinin çok altında seyretmektedir. Ayrıca, benzer iklim ve tarımsal potansiyeldeki İspanya ve İsrail’le kıyaslandığında Türkiye’de sera yapılarının çok

daha basit ve ilkel olduğu görülmektedir. Başta iklimlendirme (havalandırma, ısıtma, soğutma), hastalık ve zararlılarla mücadele, ekonomik işletme büyüklüğü ve uzman kadrosu gibi değişik sorunları nedeniyle verim ve kalitede standardizasyon sağlanamamaktadır.

Örtü altı yetiştiriciliğinde verim ve kalitede standardizasyonun sağlanması için sera projesinin maliyet-performans analizinin yapılması ve ortaya çıkarılacak üretimin rekabetçi piyasalarda tutunmasına yönelik önlemlerin alınması büyük 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 uygun sera konstrüksiyonunun seçimi ve işletme giderlerinin ortaya çıkarılmasında etken olacağından, uygun malzeme seçimi ve azami kalitede ürün elde etme gibi avantajları da beraberinde getirecektir.

Ülkemizde bulunan birçok sera firmasının geçmişten gelen deneyimler ile hareket etmeleri ve kurdukları seraların bilimsel anlamda statik, mukavemet hesapları ile kurulum maliyetlerinin işletme giderlerini ilk etapta hesaplamamaları nedeniyle, üreticileri zor durumda bırakabilmektedir. Sera projelendirme safhasında karşılaşılan zorluklar şu şekilde sıralanabilir;

- Sera projelendirme esnasında örtü malzemelerinden biri olan camın üretim boyutlarının dikkate alınmamasından dolayı ortaya çıkan malzeme kayıpları,
- Sera konstrüksiyonunda kullanılacak malzemelerin seçiminde, uygun profil kesit ve et kalınlıklarının dikkate alınmaması,
- Gereğinden kalın seçilen profil et kalınlığının maliyeti artırması; gerekenden ince seçilen profil et kalınlığının ise seranın güvenliğini olumsuz yönde etkilemesi,
- Sera inşasında canlı yüklerden rüzgâr, kar, çatıya asılacak bitki yükü, sera üzerinde çalışacak işçinin ağırlığı, ölü yüklerden ise profil ve örtü malzemesi gibi ağırlıkların yeterince ve doğru şekilde dikkate alınmaması,

- Sera konstrüksiyon tipinin seçiminde ve inşası sırasında serada üretilecek bitki ve üretim şeklinin dikkate alınmaması,

Yukarıda belirtilen olumsuzlukların önlenmesi için bilimsel verilerin dikkate alınması ve statik ve mukavemet hesaplamalarının mutlaka yapılması gerekmektedir. Aksi halde, inşa edilen sera içindeki habitat için tehlike oluşturabilecek durumlar meydana gelebilir. Meteorolojik olaylara dayanıklı olacak şekilde inşa edilmemiş, hatalı konstrüksiyon sistemine sahip seralara ait hasar görüntüleri, Şekil 2.1 ve 2.2’de verilmiştir.

Ülkemizde yapımı gerçekleştirilen seraların yıkılma nedenlerinin çoğunluğunu; i) çekme çubuklarını bağlayan cıvataların bir kısmının kopmuş olması, ii) seralardaki çatı sistemlerinde bulunan kirişlerin düzlem kafes kiriş özelliğini kaybetmesi, iii) montaj hataları, çelik pim yerine basit çivilerin kullanılması, iv) kuvvetler dengesini bozacak şekilde proje dışı ek yüklerle yükleme yapılması gibi faktörler ile v) kar ve rüzgâr etkisinin sistem mukavemetini zayıflatmasından kaynaklanan çökmeler oluşturmaktadır.

Sera çatı çökmelerinde ilk kontrol edilmesi gereken malzemeler ahşap, çelik ve alüminyum gibi taşıyıcı materyallerdir. Bu malzemelerden ahşap, zamanla çürüyebilmekte çelikten inşa edilen taşıyıcı sistemler ise yetersiz bakım (boya vb.) nedeniyle korozyona uğramaktadır. Alüminyum taşıyıcı sistemler ise ahşap ve çelik malzemeye kıyasla daha avantajlı olmasına rağmen yüksek maliyetleri nedeniyle küçük işletmelerce genellikle tercih edilmemektedir. Bununla birlikte, her geçen gün oranı artan modern seralarda alüminyum iskelet kullanılmaktadır.

Proje analizi yapılmadan inşa edilen seralarda, bazı yapı elemanlarda gereğinden daha büyük kesitli taşıyıcı elamanlar kullanılırken, bazen de kesiti yetersiz olan taşıyıcı elemanlar da kullanılabilmektedir. Bu gibi durumlarda, gereğinden büyük kesitlerin kullanımı maliyeti artırırken; küçük kesitlerin seçilmesi ise dış yüklerde meydana gelen küçük değişikliklerde dahi sistemin göçmesine neden olabilmektedir. Bu durumda, bir yandan yeniden inşa maliyeti söz konusu olurken diğer yandan sera içinde yetiştirilen ürün tamamen heba olmakta ve üreticiler önemli ölçüde ekonomik kayba uğramaktadır. Projersiz sera imalatının altında yatan temel

faktörler ise; i) proje maliyetlerinin yüksek olması, ii) projenin gerekliliğine inanmama, iii) görerek taklit etme yeteneği ve iv) kamu kurumları dâhil kredi sağlayan diğer kurumların proje konusunda titizlik göstermemeleri şeklinde sıralanabilir.

Yukarıda belirtilen olumsuz nedenler bir yana, bilişim alanında son yıllarda ülkemizde olumlu gelişmeler yaşanmakla birlikte, henüz sera projelendirme konusunda kullanılabilecek, detaylı ve aynı zamanda kullanıcı dostu görsel arayüze sahip bir yazılım bulunmamaktadır. Bu eksikliğin muhtemel bir nedeni seracılık sektöründe çalışan ara elemanlar ile ziraat mühendislerinin genellikle bilgisayar yazılımları konusunda yeterli bilgi ve donanıma sahip olmamalarıdır. Bunun yanı sıra, bilişim alanındaki uzmanların da sera ve bitkisel üretimle ilgili yeterli ve gerekli bilgiye sahip olmadıkları açıktır. Ayrıca, sera projelerinin yapımında sınırlı olarak kullanılabilecek bilgisayar programları, daha çok sanayi yapılarına yönelik olup sera yapıları için istenilen çözümleri üretmekten uzaktır. Bu durum, maliyet artışına neden olmakta ve üreticileri proje hazırlatmaktan uzaklaştırmaktadır.

Yukarıda belirtilen sorunlar ve gereksinimler ışığında, bu çalışma ile sera konstrüksiyonunun projelendirilmesine yönelik, tüm yükleri dikkate alan ve tüm taşıyıcı sistemlerin statik ve mukavemet hesaplarını yapabilen bir uzman programın hazırlanması amaçlanmıştır. Çalışmalar sonucunda bir serada tüm yapı eleman özelliklerini de dikkate alarak, serayı ve taşıyıcı sistem elemanlarını boyutlandırabilen ve buna ek olarak sera için gerekli ısıtma maliyetini hesaplayabilen bir uzman program hazırlanmıştır. SERASİM olarak isimlendirilen 3-boyutlu akıllı bir sera tasarım ve projelendirme uzman programıyla, seraların projelendirilmesi konusunda çalışan teknik elemanlar ile akademisyenlere kısa zamanda ve sağlıklı proje üretebilme olanağı sağlanması amaçlanmıştır. Visual Basic programlama dili kullanılarak hazırlanan SERASİM uzman programının başlıca işlevleri aşağıda özetlenmiştir:

- Ø Beşik çatılı seralar için temelden çatıya, konstrüksiyon sistemine ilişkin tüm statik ve mukavemet hesapları yapılabilmektedir,

- Ø Seçilen lokasyon ve istenilen boyutlardaki bir sera için ısıtma gereksinimi ile yıllık yakıt tüketimi ve ısıtma giderleri hesaplanabilmektedir.
- Ø SERASİM uzman program ile gerekli hesaplamaları tamamlanmış bir sera projesinin yazılı bir dökümü rapor formatı şeklinde kullanıcıya sunulur hale getirilmiştir.
- Ø Bilgisayar kullanımı veya sera konusunda yeterli bilgiye sahip olmayan kişilerin de kullanabileceği bu yazılım, aynı zamanda konu üzerinde eğitim alan öğrencilerin sera yapım tekniği ve projelmesi konularında eğitilmelerine olanak sağlayacak bir ders materyali şeklinde hazırlanmıştır.
- Ø Yazılımda bazı özel arayüzler kullanılarak, sera yapısı içerisinde serbest dolaşım hareketlerinin gerçekleştirilebilmesi ve görsel detay incelemesine olanak sağlanmıştır. Bu özellik, projelemeye ek olarak SERASİM uzman programının ders materyali olarak kullanımını da destekleyici niteliktedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ekonomik bir örtü altı yetiştiriciliğinde seranın kurulum ve işletim maliyetleri önemlidir. Projeleme 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. Yazın şiddetli ısınım nedeniyle serada ortaya çıkan yüksek sıcaklık, sera ortamından uzaklaştırılmalı ve gelişim etmenleri mümkün olduğu kadar arzu edilen düzeyde tutulmalıdır. İyi bir sera konstrüksiyonundan beklenen, tüm yıl boyunca bitki gelişimi için gerekli iklim koşullarını sağlamak ve bu koşulları teknik olanaklardan da yararlanarak mümkün olduğunca istenilen düzeyde tutabilmesidir (Can, 2006). Ayrıca seralar, bitki gelişimi için mutlak gerekli olan toplam ısınımın bir bölümü olan görülebilir ışınların, sera içerisine ulaşması ve kışın ısınımın 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. Bu ülkelere kıyasla ülkemizde düz cam fiyatlarının düşük, işçiliğin ucuz olması ayrıca diğer Akdeniz ülkelerine göre yağışlı, dolayısıyla bulutlu günlerin fazla olması nedeniyle, yüksek ışık geçirgenliği ve kış aylarında sera içindeki aşırı nemin daha az buğulanmaya yol açması, cam örtü malzemesinin tercih edilmesine neden olmaktadır (Titiz, 2004). Geleneksel cam seralarda konstrüksiyon malzemesi olarak çelik kullanılmakta ve cam iskelete macunla tutturulmaktadır. Macunun zamanla kuruması nedeniyle, yeniden macunlama gerekmekte, macunlamanın yeterince iyi ve sıkça yapılmaması durumunda ise 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 (Titiz, 2004). 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.

Yüksel (1992), sera ile ilgili olarak hazırlanan TS-4110 ve TS-5603 standartlarının birçok yönden eksik olduğunu ve aynı zamanda düzeltilmesi gereken noktalarının da bulunduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, bu eksikliklerle ve standardın içerdiği bazı ifadelerle göre standarda uygun bir sera üretmenin mümkün olduğunu, fakat bu serada tarım yapmanın ya da bitki yetiştirmenin mümkün gibi görünmediğini vurgulamıştır.

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 yapısal hasarların neden olduğu maddi zarar toplam 40 milyon Gulden'i (18 milyon Avro) bulmuştur. Bunun sonucunda, IMAG-Wageningen ve TNO-Delf'teki Araştırma Enstitülerinde seraya gelen yüklerin dikkate alındığı araştırmalar gerçekleştirilmiş ve bu çalışmaların sonuçlarına göre sera yapı standartları geliştirme çalışmaları başlatılmıştır. Geliştirilen standartlarda, yapı yükleri özyükler (sabit yükler) yanında rüzgâr, kar ve bitki yükleri de dikkate alınmıştır (NEN 3859-1978). Daha sonra konuya ilişkin geliştirme çalışmalarına hız verilmiş ve diğer Avrupa ülkeleri standartları da değerlendirilerek (DIN 11536), Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) tarafından 1997 yılında EN 13031 nolu seraların yapısal tasarımına ilişkin bir Avrupa Standardı hazırlanmıştır (Anonymous, 2001). Türkiye'de de yukarıda anılan

standartlar, teknik gelişmeler ışığı altında Türk Standartlar Enstitüsü tarafından revize edilerek kullanıma sunulmuştur.

Buna rağmen, standartların yeteri kadar titizlikle uygulanmaması sonucunda sera göçmelerine sık sık rastlanabilmektedir. Resim 1.1 ve 1.2.'de 2012 yılında Antalya yöresinde meydana gelen dolu, sel ve fırtına gibi meteorolojik olaylar sonucunda hasar gören seralar görülmektedir (TGRT Haber, 2012). Yapılan incelemelerde, göçmelerin kolon temel bağlantılarından dolayı meydana geldiği bu durumun ancak kolonların yanal rüzgâr etkilerine karşın yeterli güçte planlanmamalarından kaynaklandığı açıktır.



Şekil 2.1.Yanlış Malzeme Seçimi Nedeniyle Antalya'nın Gazipaşa İlçesi'nde Meydan Gelen Dolu Yağışı Sonucunda Oluşan Hasar.



Şekil 2.2.Antalya Demre İlçesinde Hortum Nedeniyle Oluşan Sera Çökmesi

Çanakçı (2005), yaptığı çalışmada Türkiye 'deki toplam sera alanlarının %57'sinin bulunduğu Antalya bölgesindeki (Emekli ve ark., 2008) seraların havalandırma açıklığının sera taban alanına oranının % 15 değerinden düşük olduğunu bildirmiştir. Emekli (2007), Antalya ili Kumluca ilçesindeki seralarda ise bu oranın % 3.20-24.54 arasında değiştiğini, ortalama % 12.73 olduğunu saptamıştır. Bu yörede cam seralarda soğuk çekilmiş köşebent, lama ve T profilleri kullanılmaktadır. Genellikle konstrüksiyonda birleştirmeler kaynakla yapılmaktadır. Koruyucu amaçlı boya konusu ihmal edilmekte ve çoğu zaman tek kat astar (sülyen-antipas) boya ile yetinilmektedir. Cam tespitinde cam macunu kullanılmaktadır. Söz konusu malzeme ve imalat yöntemi ile arzu edilen özellikte ve uzun ömürlü sera inşa etmek mümkün olamamaktadır. Gelişmiş ülkelerde sera üretiminde kullanılan malzemeler özel olarak saçtan soğukta çekilmekte, cıvata delikleri açılmakta ve tüm işlemler bittikten sonra sıcak galvaniz yapılmaktadır. Böylece montajı ve sökülmesi kolay, hafif, uzun ömürlü ve galvanizli olması nedeniyle bakım gerektirmeyen bir yapı meydana getirilmektedir (Emekli ve ark. 2008).

Saltuk (2005), Mersin yöresindeki plastik örtülü seraların mevcut yapısal özelliklerini ve sorunlarını belirlemek amacıyla yaptığı araştırma sonucunda, Tarsus, Erdemli, Silifke ve Merkez ilçelerindeki plastik seraların % 53,5'nin projersiz imal edilmiş olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı yaptığı anket çalışması sonucunda, yetiştiricilerin % 55'inin serasını çevrede imalat yapan ustalara kurdurmayı tercih ettiklerini saptamıştır. Sera yapımını üstlenen firmalar çoğunluğu (anket çalışmasına dahil edilen firmaların % 88,7'si) blok sera yapma eğiliminde olup, seralarda ana taşıyıcı malzemesi olarak çoğunlukla çelik boru veya profil malzeme (% 71,8) kullanılmaktadırlar. Çalışmanın en önemli bulgularından birisi de özellikle Mersin yöresindeki seralarda havalandırma açıklıklarının yetersiz olduğunun belirlenmesidir.

Sera yetiştiriciliğinde en önemli sorunlardan birisi de kış aylarında yapılan iklimlendirilmedir. Kış aylarında sera iç sıcaklığının bitki gelişimini sınırlayacak düzeylere düştüğü zamanlarda yeterli ısıtmanın yapılmaması, verim düşüklüğüne ve üretim çeşidinin sınırlandırılmasına neden olurken, verimde artış için hormon kullanma zorunluluğu gibi problemleri de beraberinde getirmektedir (Kaya ve Harzadın, 1990; Titiz, 2004; Topçu, 2007).

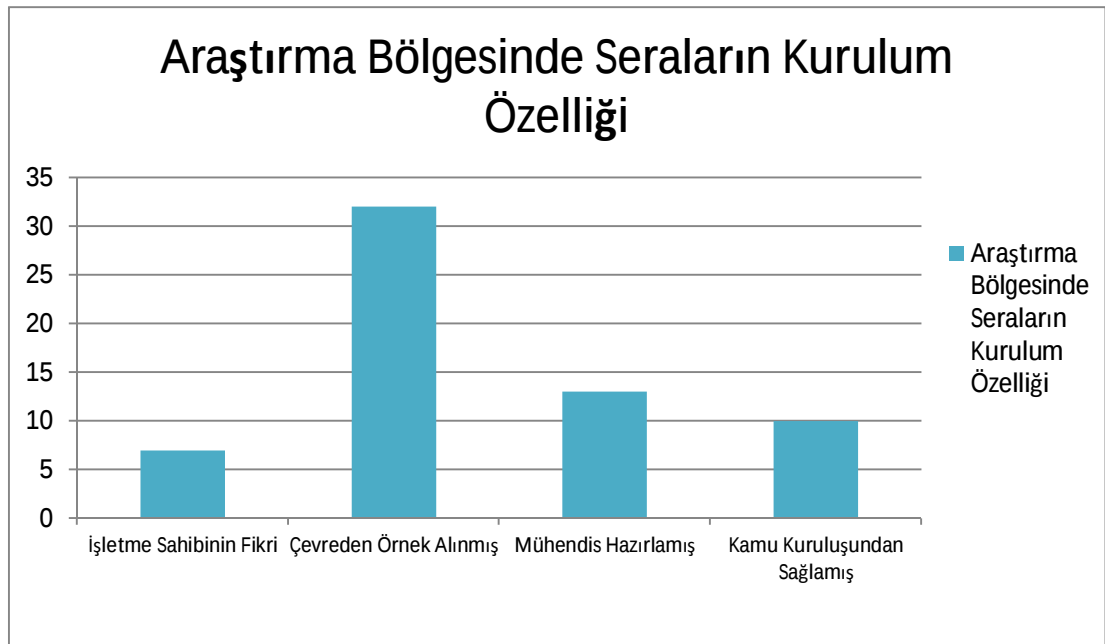
Serada bitkisel üretimde verim ve kaliteyi, sera iç sıcaklığının yanı sıra, sera içindeki havanın nemi, ışık ve CO₂ konsantrasyonunu etkilemektedir. Anılan gelişim etmenlerinin denetimi, sera içerisine yerleştirilen kontrol elemanlarıyla yapılabilmektedir. Uygun donanım ve özel geliştirilmiş yazılımlar yardımıyla bitki gelişimine etki eden tüm etmenler arasındaki ilişki, otomatik olarak bilgisayar kontrolünde düzenlenebilmekte, üreticiye sadece serada istenen iç çevre koşullarına ilişkin değerlerin bilgisayara girilmesi görevi düşmektedir. Ülkemizde seralarda enerji dengesi, bitki su tüketimi, sera havalandırmasının analizi ve sera dizaynının optimizasyonu, sera bitkilerinin gelişiminin görüntü işleme tekniği kullanılarak belirlenmesi, seralarda otomasyon, bilgisayar kullanımı ile otomatik veri alınması ve ölçüm cihazlarının kontrolü, görüntü işleme tekniği uygulamaları konularında yazılım geliştirmeye yönelik bazı çalışmalar (Üstün, 1993 ve 1998; Kaçıra, 1997; Çiğer, 2010) bulunmakla birlikte bu araştırmalar oldukça sınırlı ve kullanımı yaygınlaşmamış çalışmalardır. Ayrıca, saatlik iklim verilerini simüle eden, farklı örtü malzemeli seraların ısı gereksinim değerlerini gece ve gündüz için ayrı ayrı hesaplayan bir bilgisayar paket programı hazırlamıştır. Çiğer (2010), seralarda kullanılmakta olan otomasyon sistemlerinde görülen eksikliklerin giderilmesi ile daha esnek, daha kullanışlı ve her türlü ihtiyaca cevap verebilen bir otomasyon sistemi üzerinde çalışmıştır. Sera içi sıcaklık, bağıl nem ve ışık gibi iklim etmenleri, otomatik olarak ve uzaktan kontrol edilebilmektedir. Bu amaçla kullanılabilecek yazılım ve bilgisayar tarafından kontrol edilebilen bir donanım tasarlanmıştır.

Kumova ve ark. (1996), tarımsal yapılarda sıkça kullanılan kafes kiriş sistemlerinin statik çözümlerini düğüm noktaları metodu kullanarak çözen bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Üstün (1998), yaptığı çalışmada sera projelerinin hazırlanmasında kullanılacak olan bir bilgisayar paket programı geliştirilmiştir. Geliştirilen program, a) sera üzerine gelen hareketli ve sabit yükleri belirlemekte, b) kafes kiriş sistemin statik analizini düğüm noktası yöntemini kullanarak çözümlenmekte, c) kafes kiriş sisteminde kullanılan profil elemanlarının farklı boyutları için sınır koşullarını dikkate alarak malzeme kayıplarını en aza indirecek şekilde optimize ederek projelemekte, d) DIN 4701 standardını kullanarak ısı gereksinimini haftalara göre hesaplamakta, farklı yakıt cinslerine göre gerekli

yakıt miktarını belirlemekte, metraj ve keşif özetini birim fiyatlara göre çıkarmakta, görünüş ve detay çizimlerini hazırlamaktadır. Üstün (1998), doktora tezi olarak hazırladığı çalışmada, başta rüzgâr olmak üzere seraya gelen yüklerin belirlenmesinde kullanılan yaklaşımlar ve hesaplamalar artık günümüzde yürürlükte olan ve yasal olarak uyulması gereken sera inşaat standartlarına uygun değildir.

Yüksel Lisans tez çalışması kapsamında geliştirilen SERASİM programının Üstün (1998)'ün ve diğer benzerlerinden en önemli farkı ise anılan uzman programın sera konstrüksiyonu ile ilgili statik ve mukavemet hesaplarını dünyada ve ülkemizde geçerli ve zorunlu, güncel teknik standartlara göre yapabilecek şekilde hazırlanmış olmasıdır.

Güllüler (2007), Adana ili ve ilçelerindeki seraların yapısal özelliklerinin incelenmesi ve T.S.E. standartlarına uygunluğunun konusunda yaptığı araştırmasında, araştırma bölgesinde kurulan seraların çevreden örnek alınarak demirci ustalarına plansız şekilde kurdurulduğunu belirlemiştir. Yaptığı anket çalışmasının sonucu Şekil 2.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Araştırma Bölgesinde Seraların Kurulum Özelliği (Güllüler, 2007)

3. MATERYAL VE METOD

Bu bölümde, SERASİM bilgisayar programının yazımı esnasında kullanılan donanımlar ve programlar ile statik-mukavemet ve ısı gereksinimi gibi projeleme hesaplamalarında izlenen yöntemler, eşitlikler, varsayımlar ve yararlanılan standartlar ile ilgili bilgi verilmiştir.

3.1. Materyal

3.1.1. Bilgisayar Özellikleri ve Programlar

Bu çalışma kapsamında hazırlanan uzman sistem, sera yapım tekniği ile ilgili bir simülasyon programı olması nedeniyle “sera” ve “simülasyon” sözcüklerini anımsatacak şekilde “SERASİM” olarak adlandırılmıştır. SERASİM uzman programı, yüksek hız ve kapasiteye ihtiyaç duyan bir bilgisayar kullanılarak Çizelge 3.1’de listelenen konfigürasyon özelliklerinde çalışacak şekilde geliştirilmiştir.

Çizelge 3.1.SERASİM Uzman Programına Uygun Bilgisayar Donanım Konfigürasyonu

Bilgisayar Bileşeni	Özellik
İşletim Sistemi	Windows XP/Vista/7 ve üzeri
Mikro İşlemci (CPU)	Pentium 4 ve üzeri
Sabit Disk Alanı (HDD)	30 Gb ve üzeri
Bellek (RAM)	2 Gb ve üzeri
Grafik Kartı Çözünürlük Desteği	1024x768 dbi destekli
Grafik Kartı Bellek Kapasitesi	512 Mb ve üzeri
Ethetnet Kartı	1 Mb ve üzeri internet hızı
İnternet Bağlantısı	ADSL Minumum 1 Mb ve üzeri internet bağlantısı

3.1.2. Programlama Dili ve Çizim Programı

SERASİM programının hazırlanmasında Windows XP/Vista/7 altında çalışan ve nesneye yönelik olan Microsoft Visual 2008 (Şekil 3.1) programlama dili kullanılmıştır. Visual Basic, Microsoft tarafından Basic programlama dili üzerinde geliştirilmiş, olay yönlendirmeli, üst seviye, nesne tabanlı ve görsel bir programlama dilidir. SERASİM programı, Windows ile tam uyumlu olan bu programlama dilinin gerekli fonksiyon ve deyimleri kullanılarak yazılmıştır.

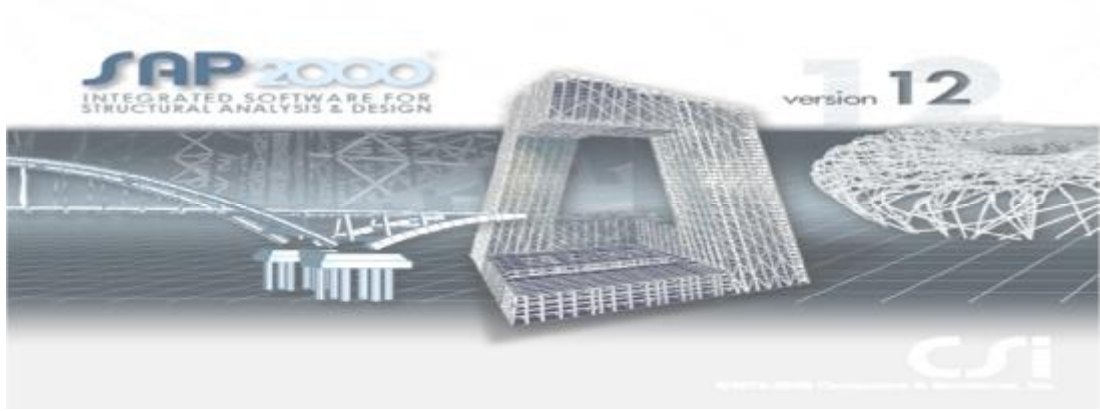


Şekil 3.1. SERASİM Programında Kullanılan Programlama Dili

SERASİM programı, tasarımı yapılacak sera projelerinin çizimlerinin iki şekilde yapılmasını mümkün kılacak şekilde hazırlanmıştır; i) detay odaklı ve ölçeksiz, ii) metraj ve maliyet hesaplamalarına uygun olarak ve ölçekli. Birinci tip çizimler, tamamen ders materyali amaçlı hazırlanmış olup gerçek boyutlardan bağımsız, sera donanımının farklı elemanlarının detay odaklı - üç boyutlu görüntüleri ve her bir donanım elemanının diğerleriyle ilintili konumlarını göstermek amacıyla (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13) kullanılmak üzere düşünülmüştür. İkinci tip çizimler ise ilgili standartlara ve gerçek verilere dayanılarak metraj ve maliyet hesapları yapılabilecek bir seranın ölçekli gösterimini oluşturulan şekillerin hazırlanması amacıyla kullanılabilir. Çizimler, Visual Basic içerisinde yer alan OpenGL çizim fonksiyonları kullanılarak hazırlanmıştır. Programda projelendirilen sera içinde 3 boyutlu olarak dolaşmak, sera projesini ve serayı oluşturan elemanları tanımak mümkün olmaktadır. Ayrıca, 3 boyutlu olarak dolaşırken sera ile ilgili bileşenlerin, hareketli parçaların (kapı, pencere vb) kontrolü de mümkün kılınmıştır. Anılan görüntüler yazıcı (printer) veya çizici (plotter) kullanılarak kağıt üzerine aktarılabilir şekilde programlanmıştır.

3.1.3. SAP2000 Yapı Sistemlerinin Analizi ve Tasarımı için Bütünleşik Yazılım Programı (Inregrated Software for Structural Analysis & Design)

SAP2000-V12 yapısal analiz programı yapı analiz ve tasarımları için geliştirilmiş sonlu elemanlar yöntemine dayalı, genel amaçlı bir programdır. Anılan program yaygın olarak inşaat mühendisliği proje tasarım ve analizinde kullanılmaktadır. SERASİM programı, SAP2000-V12 tarafından da yapılan bazı statik ve mukavemet hesaplarını da yapacak şekilde hazırlanmıştır.



Şekil 3.2. Doğruluk Testlerinin Gerçekleştirildiği SAP2000 Programı

SERASİM ve SAP2000 programları, aynı girdi verileri kullanılarak çalıştırılmış ve sonuçların örtüşme durumları incelenmiştir. Böylece, SERASİM programının ilgili ara yüzlerinde gerçekleştirilen hesaplamaların özellikle çekme basma çubuk gerilimleri ile kolon analizi değerlerinin sonuçları kıyaslanarak doğruluğu dolayısıyla SERASİM'in güvenilirliği test edilmiştir.

3.1.4. TSE Standartları

SERASİM programının yazımı aşamasında, hesaplamalarda temel alınan en önemli değer, Avrupa Birliği ülkelerinin ilgili resmi kurumlarınca hazırlanan ve Türkiye'ye uyarlanan TSE standartlarıdır. Programın hazırlanmasında tüm değerler ve tablolar ilgili TSE standartları ve eklerinden elde edilmiştir. Kullanılan TSE standartları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. SERASİM Programında Kullanılan TSE Standartları.

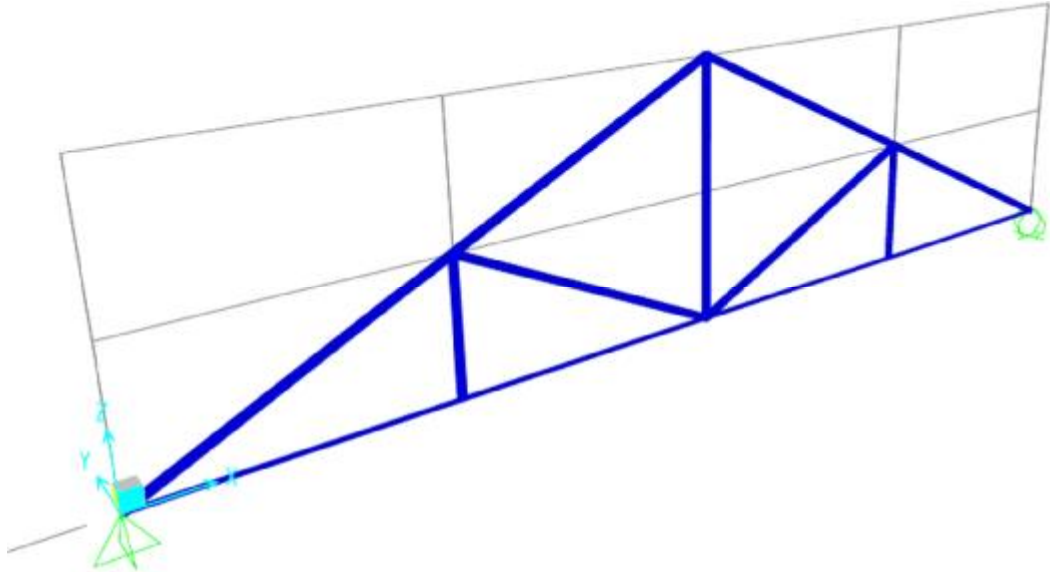
TSE KOD	YAYIN TARİHİ	İLGİLİ TSE STANDARDI
TS EN 1990	09.04.2009	YAPI TASARIM ESASLARI (EUROCODE)
TS EN 1990/A1	09.04.2009	YAPI TASARIM ESASLARI (EUROCODE)
TS EN 1991-1-3 (EUROCODE-1)	03.04.2007	YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLER-BÖLÜM1-3: GENEL ETKİLER-KAR YÜKLERİ
TS EN 1991-1-6 EUROCODE 1	27.12.2005	: YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLER BÖLÜM 1-6: GENEL ETKİLER -İŞLETME ESNASINDAKİ ETKİLER
TS EN 1991-1-6/AC (EUROCODE 1)	09.04.2009	YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLER BÖLÜM 1-6: GENEL ETKİLER -YAPIM ESNASINDA OLUŞAN ETKİLER
TS EN 1999-1-1	03.07.2007	ALUMİNYUM YAPILARIN TASARIMI-BÖLÜM 1-1: GENEL KURALLAR - BİNALAR İÇİN KURALLAR
TS EN 1998-1 EUROCODE 8:	27.12.2005	DEPREME DAYANAKLI YAPILARIN PROJELENDİRİLMESİ - GENEL KURALLAR, SİSMİK ETKİLER VE BİNA KURALLARI
TS EN 1991-1-1 (EUROCODE-1)	11.04.2006	YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLER-BÖLÜM1-1: GENEL ETKİLER - YOĞUNLUKLAR, BİNALARIN ZATİ AĞIRLIKLARI VE MARUZ KALDIĞI DİĞER YÜKLER
TS EN 1991-1-4 (EUROCODE-1)	06.12.2007	YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLER-BÖLÜM 1-4: GENEL ETKİLER-RÜZGÂR ETKİLERİ
TS EN 1991-1-4/AC (EUROCODE-1)	23.03.2010	YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLER-BÖLÜM 1-4: GENEL ETKİLER-RÜZGÂR ETKİLERİ

3.2. Metod

3.2. 1 Kafes Kiriş Sisteminde Çekme ve Basma Çubuklarının Projelendirilmesi

Doğal etkilerin yapı üzerinde olumsuz etkileri mevcuttur. Bu etkilerin yapının dayanımını etkilememesi için Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) Çizelge 3.2.'de belirtilen standartlardaki eşitliklerden yararlanılmıştır.

Bu çalışmada, öncelikle doğal etkilerden önce sera konstrüksiyon tipi planlanmış olup genellikle kullanımı tavsiye edilen beşik çatılı sera Tipi seçilmiştir. Beşik çatılı sera tipinde, kafes-kiriş sistemi iki veya üç köşesi ortak olan üçgenlerin bir araya gelmesiyle oluşturulmaktadır. Bu nedenle, kafes kiriş çubuklarının yerleştirilmesinde temel geometrik şekil olan üçgen kullanılmaktadır (Bayvas, 1978). Kafes kiriş sisteminde, üçgenlerin köşeleri düğüm olarak adlandırılırken, kafes kirişi oluşturan elemanlara çubuk adı verilir.



Şekil 3.3. Kafes kiriş sistemi

Kafes kirişler, üzerlerine gelen dış yükleri düğüm noktalarından alırlar. Düğüm noktasından kafes kirişe etkiyen yükler kafes kiriş elemanlarında (çubuklarda), çubuğun uzun eksenine doğrultusunda çekme veya basınç tepkimeleri oluştururlar. Çekme tepkimesi oluşturan çubuklar çekme çubukları olarak isimlendirilirler ve işaretleri (+) pozitifdir. Basınç tepkimesi oluşturan çubuklar da

basma çubukları olarak isimlendirilirler ve işaretleri (-) negatiftir. Gerçekte düşey çubuklardan başka bütün çubuklar kendi ağırlığından dolayı basit kirişler gibi çalışırlar. Düğüm noktaları, hesaplamalarda oynak kabul edildiği halde, geçmeli, perçinli ve kaynaklı birleşmelerden dolayı üzerlerine belli bir moment de alırlar. Moment etkisinin kirişin taşıma gücünü fazla etkilemediğinden kafes kiriş elemanlarının ağırlıkları hesaplamalarda dikkate alınmazlar (Üstün, 1998).

3.2.1.1 Çekme Çubuklarının Projelendirilmesi

Sistemdeki çekme yülü taşıyan çubukların projelendirilmesinde eşitlik (3.1)' den yararlanılmıştır:

$$\sigma_{em} = \frac{P}{A} \quad [kgcm^{-2}] \quad (3.1)$$

Eşitlikte,

- σ_{em} : Çelik çekme emniyet gerilmesi, $kgcm^{-2}$
- P : Yapı elamanı üzerine gelen kuvvet, kg
- A : Yapı elemanının kesit alanı, cm^2 ' dir

3.2.1.2 Çekme Çubuklarının Projelendirilmesi

Basınç gerilmelerinin analizi için TSE 648'de öngörülen eşitlikten (3.2) yararlanılmıştır.

$$\sigma_{bem} = \frac{P\omega}{A} \quad [kgcm^{-2}] \quad (3.2)$$

Eşitlikte,

- σ_{em} : Çelik basma emniyet gerilmesi, $kgcm^{-2}$
- P : Yapı elamanı üzerine gelen kuvvet, kg
- ω : Burkulma katsayısı,

A : Yapı elemanının kesit alanı, cm^2

3.2 nolu eşitlikte burkulma katsayısı (ω), narinlik oranına (λ) bağlı bir katsayıdır. Narinlik oranı, kullanılan malzemeye göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada, ST37 çeliği için belirlenen burkulma katsayıları (ω) kullanılmıştır. Kafes kiriş elemanları mafsallı olarak kabul edildiği için burkulma (flambaj) boyu, yapı elemanının boyu olarak alınmıştır. Çelik kolan veya çubuklarda narinlik oranı (3.3) nolu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Anonymous, 1980).

$$\lambda = \frac{l_k}{i_{min}} \quad (3.3)$$

Eşitlikte,

λ : Narinlik oranı,

l_k : Burkulma (flambaj) boyu, m

i_{min} : Kesitin en küçük atalet yarıçapı, cm

3.2.2. Standartlarda Belirtilen Yüklerin Sisteme Adaptasyonu

T.S.EN 1991-1-1 standardında, her bir yük tesir alanı dikkate alınarak, binaların ve inşaat mühendisliği işlerinin yapısal tasarımında doğal rüzgar etkilerinin tayini için kılavuz bilgileri bulunmaktadır. Yükün tesir ettiği alanlar, yapının tümü, veya bir kısmı ile bileşenler, kaplamalar ve bunları sabitleme elemanları, güvenlik ve ses bariyerleri gibi yapıya monte edilmiş elemanlardır.

Rüzgar hızının etkilerinin hesaplanması için bir takım eşitliklerden elde edilen veriler gerekmektedir. Bu eşitlikler sonucunda bulunması amaçlanan değerler aşağıda ilgili başlıkların altında formülleri ile birlikte açıklanmıştır.

3.2.2.1. Esas Rüzgâr Hızı

Esas rüzgar hızının temel değeri $V_{b,0}$, yılın herhangi bir bölümünden ve rüzgar yönünden bağımsız olarak, çayır gibi az bitki örtüsüne ve aralarında en az engel

yüksekliğinin 20 katı kadar mesafe bulunan engellere sahip, açık kırsal alanda yer seviyesinden 10 metre yukarıdaki karakteristik 10 dakikalık ortalama rüzgar hızıdır (T.S.EN 1991-1-1).

$$V_b = C_{season} \cdot V_{b0} \quad (3.4)$$

V_b : Arazi kategorisi II'de yer seviyesinden 10 metre yükseklikte yılın herhangi bir bölümünün ve rüzgar yönünün bir fonksiyonu olarak tanımlanan esas rüzgar hızı,

C_{dir} : Doğrultu katsayısı

C_{season} : Mevsim katsayısı

Yıllık aşılma olasılığı p olan 10 dakikalık ortalama rüzgar hızı eşitlik 3.4.'de verilen esas rüzgar hızı V_b ile eşitlik 3.5' de hesaplanan olasılık katsayısı C_{prob} 'un çarpımı sonucunda elde edilir.

$$C_{prob} = \left(\frac{1-K \cdot \ln(-\ln(1-p))}{1-K \cdot \ln(-\ln(0,98))} \right)^n \quad (3.5)$$

K : Üst sınır uç değer ve

n : Üstel sayıdır.

3.2.2.2. Ortalama Rüzgâr Hızı

Bir arazide yer seviyesinden z metre yükseklikteki ortalama rüzgar hızı $V_m(z)$, o arazinin engebелiliğine, oroğrafik özelliklerine ve esas rüzgar hızı V_b 'ye bağlıdır. Eşitlik (3.6) kullanılarak hesaplanmalıdır.

$$V_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot V_b \quad (3.6)$$

$C_r(z)$: Engebелilik katsayısı

$C_0(z)$: Orografi katsayısı

Milli Ek'te (Milli Ek; TSE kurumunun sözü edilen konu ile ilgili bölgesel iklim verilerini içeren dokümandır) c_0 ile ilgili bilgi verilebilir. Esas rüzgar hızı hesabında orografi dikkate alınırsa tavsiye edilen değer 1.0'dır.

3.2.2.3. Arazi Engebeliliği

Arazi engebeliliği $C_r(z)$ ile yapının bulunduğu mahalde aşağıda belirtilen durumlara bağlı olarak ortalama rüzgar hızı değişkenliği hesaba katılır.

$$\begin{aligned} C_r(z) &= k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) & z_{min} \leq z \leq z_{max} \\ C_r(z) &= c_r(z_{en\ küçük}) & z \leq z_{min} \end{aligned} \quad (3.7)$$

z_0 : Engebelilik uzunluğu

k_r : Aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanan, engebelilik uzunluğu z_0 'a bağlı arazi katsayısıdır.

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,u}}\right) \pi r^2 \quad (3.8)$$

$z_{0,u}$: 0,05

$z_{en\ küçük}$: Arazi kategorisinde tanımlanan en düşük yükseklik

$z_{en\ büyük}$: 200 m alınmalıdır

3.2.2.4. Rüzgâr Türbülansı

z metre yükseklikteki türbülans şiddeti $I_v(z)$, türbülansın standart sapmasının ortalama rüzgar hızına oranı olarak tanımlanmıştır.

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_t \quad (3.9)$$

Arazi katsayısı k_r eşitlik (3.8)'e, esas rüzgar hızı v_b , eşitlik (3.4)'e göre hesaplanır. Türbülans katsayısı için k_l için eşitlik (3.7) incelenmelidir.

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_l}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad z_{min} \leq z \leq z_{max} \quad (3.10)$$

$$I_v(z) = I_v(z_{min}) \quad z \leq z_{min}$$

- k_l : Türbülans katsayısı
 c_0 : Aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanan, engebelilik uzunluğu z_0 'a bağlı arazi katsayısıdır.
 z_0 : Engebelilik uzunluğudur.

3.2.2.5. Tepe Hız Kaynaklı Rüzgar Basıncı

Z metre yükseklikteki, ortalama ve kısa süreli hız değişikliklerini içeren tepe rüzgar basıncı $q_p(z)$ belirlenmelidir. Milli Ek'te $q_p(z)$ 'nin belirlenmesi için kurallar verilebilir. Tavsiye edilen işlemler Eşitlik (3.8)'de verilmiştir.

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot p \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b \quad (3.11)$$

- p : Fırtınalar esnasında bölgede olması beklenen sıcaklık ve barometrik basınçlara ve rakıma bağlı olan hava yoğunluğu
 $c_e(z)$: Eşitlik (3.12)'de verilen maruz kalma katsayısı

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_p} \quad (3.12)$$

- q_p : Eşitlik (3.13)'de verilen esas hız kaynaklı rüzgar basıncı

$$q_b = \frac{1}{2} p \cdot v_b^2 \quad (3.13)$$

3.2.2.6. Yüzeylerdeki Rüzgar Basıncı

Dış yüzeylere etkiyen basıncı w_e , Eşitlik (3.14) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$w_e = q_p(z_e) c_{pe} \quad (3.14)$$

$q_p(z_e)$: Tepe rüzgar basıncı (N/m^2)

z_e : Dış basınç için referans yükseklik (m) ve

c_{pe} : İç basınç için verilen basınç katsayısıdır.

Bir yapının iç yüzeylerine etkiyen rüzgar basıncı w_i Eşitlik (3.15)'de kullanılarak hesaplanmalıdır.

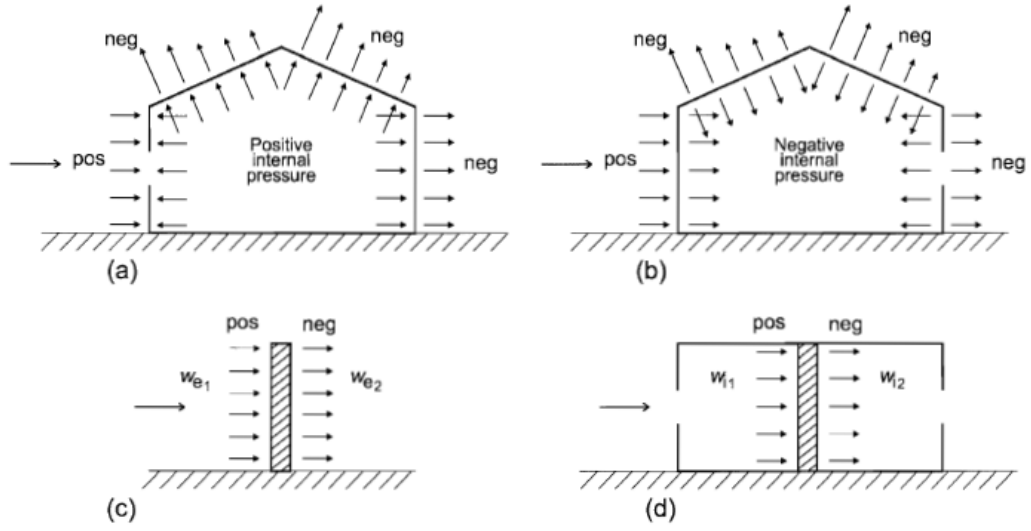
$$w_i = q_p(z_i) c_{pi} \quad (3.15)$$

$q_p(z_i)$: Tepe hız kaynaklı rüzgar basıncı (N/m^2)

z_i : İç basınç için referans yüksekliği (m) ve

c_{pi} : İç basınç için verilen basınç katsayısıdır.

Bir duvara, çatıya veya yapı elamanına etkiyen net basınç, elamanlarının zıt yüzeylerde oluşan basınçların yönleri (işaretleri) de dikkate alınarak hesaplanan farkına eşittir. Yüzeye doğru yönelen basınç, pozitif ve yüzeyden uzaklaşan yöndeki basınçlar ise negatif olarak alınır.



Şekil 3.4. Yüzeylerdeki basınç

3.2.2.7. Rüzgâr Kuvvetleri

Yapının tümü veya bir yapısal bileşeni için rüzgar kuvvetleri şu şekilde belirlenmelidir.

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (3.16)$$

$$F_w = c_s c_d \cdot \sum c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (3.17)$$

$c_s c_d$: Yapısal katsayı

c_f : Yapı veya yapısal eleman için kuvvet katsayısı,

$q_p(z_e)$: z_e referans yüksekliğindeki tepe rüzgar basıncı (N/m^2) ve

A_{ref} : Yapının veya yapısal elemanın referans alanıdır (m^2).

Bir yapıya veya yapının bir bileşenine etkiyen rüzgar kuvveti F_w , Eşitlikler (3.18)

ve (3.19) kullanılarak dış veya iç basınçlardan hesaplanan $F_{w,e}$, $F_{w,i}$ ve F_{fr} kuvvetleri

ile Eşitlik (3.20) kullanılarak hesaplanan dış yüzeylere paralel rüzgar

sürtünmelerinden kaynaklanan sürtünme kuvvetlerinin vektörel olarak toplanmasıyla

belirlenebilir.

Dış kuvvetler:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot \sum w_e \cdot A_{ref} \quad (3.18)$$

İç kuvvetler:

$$F_{w,i} = \sum w_i \cdot A_{ref} \quad (3.19)$$

Sürtünme kuvvetleri:

$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (3.20)$$

- $c_s c_d$: Yapısal katsayı,
 w_e : z_e yüksekliğindeki her bir yüzeydeki dış basınç (N/m²),
 w_i : z_i yüksekliğindeki her bir yüzeydeki iç basınç (N/m²),
 A_{ref} : Her bir yüzeyin referans alanı (m²),
 c_{fr} : Sürtünme katsayısı ve
 A_{fr} : Rüzgara paralel dış yüzeylerin alanıdır (m²)

3.2.2.8. İstisnai Zemin Kar Yüğü Değerlerinin İşleme Tabi Tutulması

İstisnai zemin kar yüklerinin mevcut olabileceği yerlerde bu yükler aşağıdaki eşitlikle tayin edilebilir.

$$S_{ad} = C_{esi} S_k \quad (3.21)$$

- S_{Ad} : İstenilen yere ait istisnai zemin kar yükü tasarım değeri,
 C_{esi} : İstisnai kar yükü katsayısı,
 S_k : İstenilen yere ait karakteristik zemin kar yükü değeri,
 C_{esi} Katsayısı Milli Ek'te yer alabilir. Tavsiye edilen C_{esi} değeri 2,0'dır.

3.2.2.9. Çatı Kar Yüğü Özellikleri

Tasarımda kar yüklerinin, çatı üzerinde farklı biçimde toplanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Kar kütlesinin çatı üzerinde farklı biçimde toplanmasına neden olan çatı özellikleri veya diğer faktörler;

- a) Çatı şekli,
- b) Isıl özellikler,
- c) Yüzey pürüzlülüğü,
- d) Çatı altında oluşan ısı miktarı,
- e) Komşu binaların yakınlığı,
- f) Çevre arazi yapısı,
- g) Lokal meteorolojik iklim özellikleri. Özellikle rüzgar, sıcaklık değişkenliği, yağış ihtimalidir.

3.2.2.10. Yüğü Düzenlemeleri

Çatı kar yüğü aşağıdaki gibi belirlenmelidir.

- a) sürekli/geçici durumları için:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot S \cdot C_t \cdot s_k \quad (3.22)$$

- b) İstisnai kar yüklerinin kaza eseri meydana gelmiş olan etkiler oluşturduğu kabul edilerek, bu tipten kazara oluşan etkilerin dikkate alındığı tasarım durumları için,

$$s = \mu \cdot C_e \cdot S \cdot C_t \cdot s_{ad} \quad (3.23)$$

- c) İstisnai kar birikmelerinin kaza eseri meydana gelmiş olan etkiler oluşturduğu kabul edilerek, bu tipten kazara oluşan etkilerin uygulandığı durumlar için

$$S = \mu_i \cdot S_k \quad (3.24)$$

Burada,

μ_i	Kar yükü şekil katsayısı,
S_k	Karakteristik zemin kar yükü,
S_{ad}	Dikkate alınan yer için istisnai zemin kar yükü tasarım değeri
C_e	Maruz kalma katsayısı ve
C_t	Isı katsayısıdır.

3.2.2.11. Serada Isı Kayıplarının Belirlenmesi

Seradan ısı kayıplarının belirlenmesinde ısı transferinin, örtü malzemesinden iletimle ve dışarıya sızan hava ile taşınarak olmak üzere iki şekilde gerçekleştiği dikkate alınır. Bununla birlikte, sera tabanındaki toprak içerisine de ısı transferi oluşur. Ayrıca, çevre duvarlar etrafından da ısı kayıpları oluşmaktadır. Bu şekilde gerçekleşen ısı transferi, tamamen ürün dolu bir serada genellikle dikkate alınmaz. Fakat çevre duvarlardan oluşan kayıplar küçük seralar için önemlidir. Bir seranın toplam ısı kaybı Q_t aşağıdaki şekilde belirlenebilir (Öztürk, 2008).

$$Q_t = q_i q_c \quad (3.25)$$

q_i : İletim ile ısı kaybı (W/m^2) ve
 q_c : Taşınım ile ısı kaybıdır (W/m^2).

3.2.2.12. Seradan İletimle Oluşan Isı Kayıpları

Seradan iletimle oluşan ısı kaybı aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir.

$$q_i = k \cdot \frac{A_{\delta}}{A_t} \cdot (t_i - t_d) \quad (3.26)$$

- k : örtü malzemesinin toplam ısı geçirme katsayısı (W/m^2),
 $A_{\bar{o}}$: sera örtüsü yüzey alanı (m^2),
 A_t : sera taban alanı (m^2),
 t_i : iç ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$) ve
 t_d : dış ortam sıcaklığıdır ($^{\circ}C$).

3.2.2.13. Serada Toplam Isı Kaybının Belirlenmesi

Serada ısı iletimi ve taşınımı ile birim taban alanı başına oluşan ısı kaybı ($Q_t, W/m^2$, toplam ısı kaybı katsayısına bağlı olarak aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır (Bailey, 1988).

$$Q_t = u \cdot \frac{A_{\bar{o}}}{A_t} \cdot (t_i - t_d) \quad (3.27)$$

Bu eşitlikte u , toplam ısı kaybı katsayısıdır ($W/m^2, ^{\circ}C$).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde öncelikle tez kapsamında geliştirilen bir uzman sistem olan SERASİM programının arayüz ekran görüntüleri, işlevleri ve program tasarımı ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir. SERASİM Programının statik ve mukavemet hesaplarının doğruluğunu test etmek amacıyla SERASİM ile çözümlenen bir örnek, inşaat mühendisliği alanında yaygın olarak kullanılan SAP2000 programıyla da çözümlenmiştir. İki programın aynı girdiler kullanılarak çalıştırılması sonucunda elde edilen karşılaştırma çalışmasına ilişkin sonuçlar bu bölümün bir alt başlığı olan tartışma kısmında detaylı olarak verilmiştir.

4.1. Bulgular

Projelemeye ilişkin temel ölçüt ve veriler, programa Şekil 4.1.'de gösterildiği gibi arayüzlerde girilmektedir. Bu arayüzler genel olarak proje kayıt bilgileri, proje sahibi ile ilgili iletişim bilgileri, sera bilgileri-projelenecek seraya ilişkin boyutlar, kar yükü, rüzgâr yükü, ölü yükler, ek yükler gibi başlıklarla belirtilmiştir. Buna ilaveten hesaplamalarda kullanılacak referans değerlerin bulunduğu dokümanlar başta olmak üzere ana arayüz başlıklarının altında incelenen konular ve hesaplamalar da menüde farklı sayfalar şeklinde hazırlanmıştır.

4.1.1. Kayıt-Proje Araç Çubuğu

Kayıt-Proje araç çubuğunda proje numarası ile projenin yeni veya daha önce yapılmış (mevcut) bir proje olma durumu belirtilebilmektedir. Böylece mevcut projelerin üzerinde yeni veya ek düzenlemeler yapılabilmesi amaçlanmıştır. Aynı menüde proje silme, güncelleme, SERASİM hakkında bilgi edinebilme ve hazırlanan projeyi yazdırma seçenekleri bulunmaktadır. Bu menü aynı zamanda animasyon ile projenin şekilsel gösterimi ve projelenecek sera içerisinde 3 boyutlu gezinme olanağı sağlayan seçenekleri sunmaktadır. Gezinti esnasında seraya ait hareketli parçaları

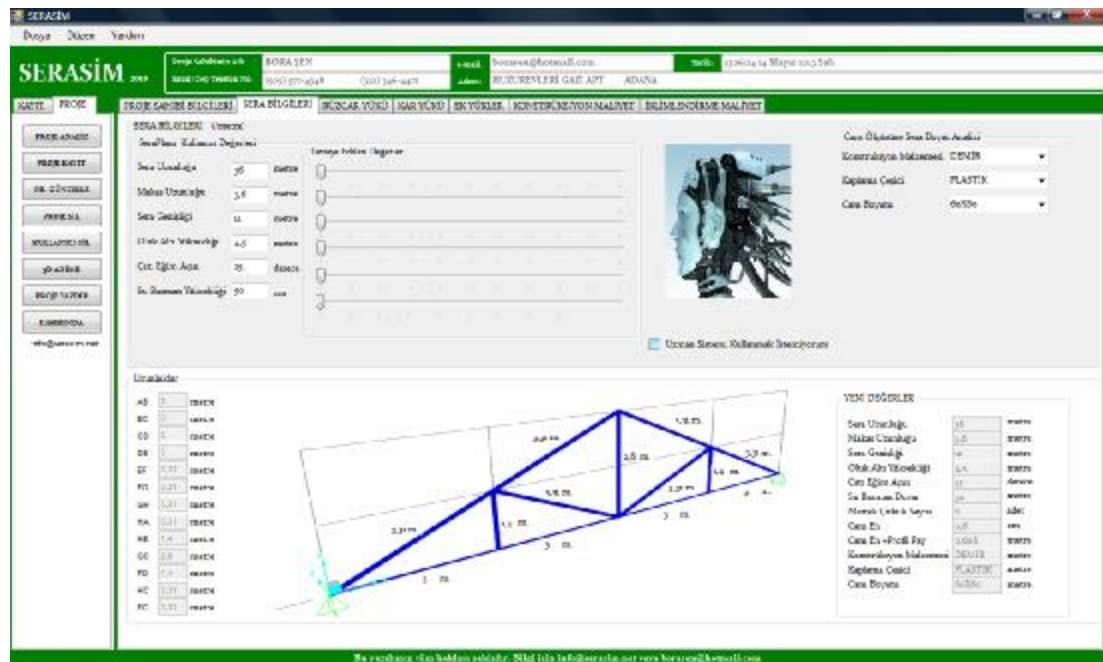
kontrol edebilen başlatma butonunun da yer aldığı bu menüde, proje sahibine ilişkin bilgiler kısmına da müşteri veya üreticinin iletişim bilgileri girilmektedir.

4.1.2. Proje Sahibi Bilgileri Arayüzü

Bu ara yüzde projenin sahibi ile ilgili kimlik, fotoğraf, adres ve iletişim bilgileri girilmekte, bu bilgilerin kayıt durumu yeniden düzenlenebilmekte, silinebilmekte ve güncellenebilmektedir.

4.1.3. Sera Bilgileri Arayüzü

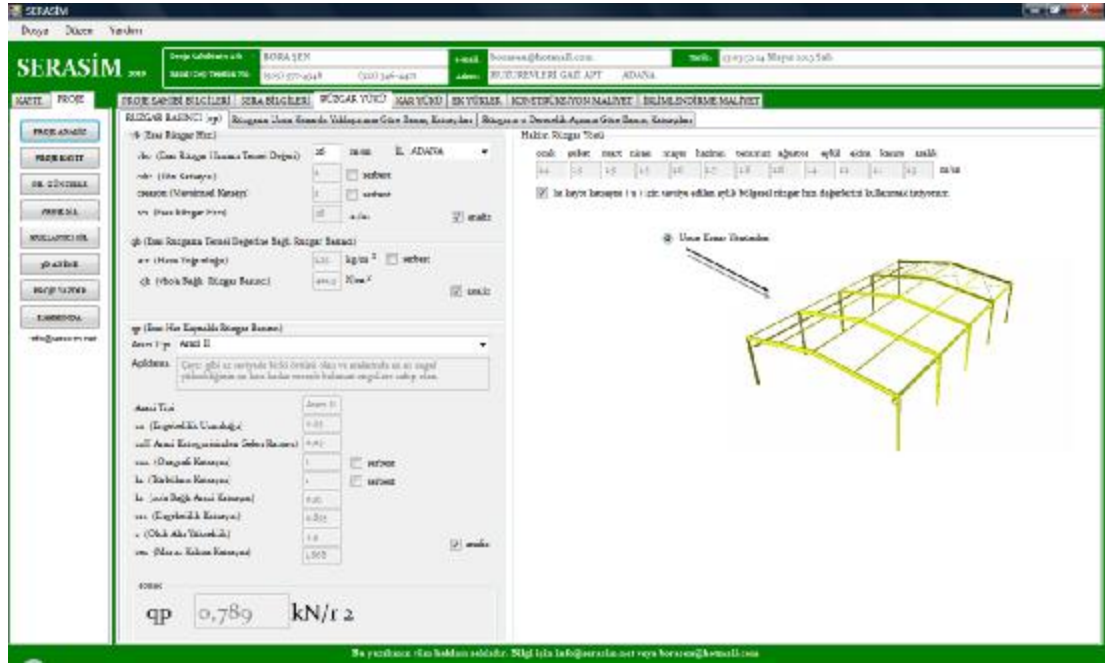
Sera bilgileri arayüzünde ise seranın uzunluğu, genişliği, makas aralığı, oluk altı ile su basman yükseklikleri ve çatı eğimi gibi veriler girilebilmektedir. Bu verilerden bazıları istenirse opsiyonlu yani seçime bağlı olarak program içerisinde bulunan uzman tarafından atık malzeme oluşmayacak şekilde hesaplanarak verileri kullanıcıya sunabilmektedir. Aynı zamanda bu menüde (Şekil 4.1) sera konstrüksiyon malzemesi, örtü malzemesi ve örtü malzemesinin boyutları seçenekli olarak kullanıcıya sunulabilmektedir.



Şekil 4.1. SERASİM Programında Sera Bilgileri Arayüzünün Genel Görünümü

4.1.4. Rüzgâr Yüğü Arayüzü

Bu menüde (Şekil 2.4), TSE Standartları doğrultusunda (Çizelge 2) rüzgar yükünün hesaplanmasında önemli bir etken olan rüzgâr basıncının hesaplanmasında kullanılacak verilerin girilebileceği bir düzenleme yapılmıştır. Bu arayüz kendi içerisinde 3 ayrı arayüze ayrılmaktadır. Bu üç arayüz sayesinde, rüzgâr yükü ile ilgili ayrıntılı bilgiler ile rüzgâr basıncını etkileyen coğrafi şartların girilmesi ile seranın konumlandırılacağı bölgenin durumu ve iç ve dış basınçların planlanması sağlanmıştır.

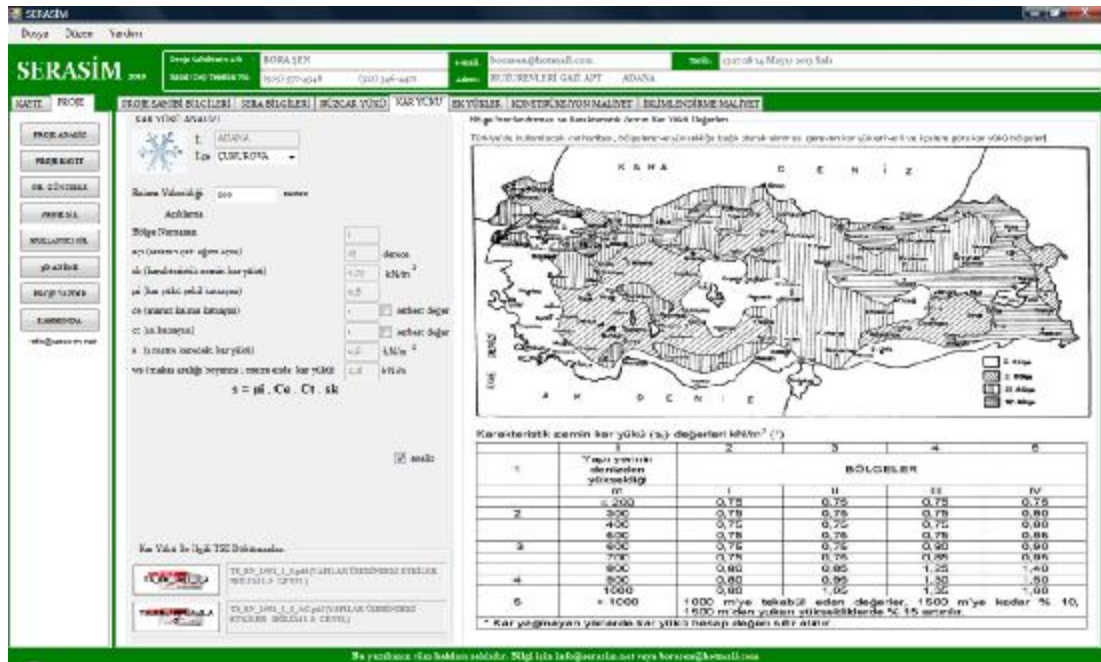


Şekil 4.2. SERASİM Programında Rüzgâr Yükü Arayüzünün Genel Görünümü

Şekil 4.2.'de görüldüğü üzere, seranın projeleneceği bölgenin il bilgileri girilerek bölgeye ait ortalama aylık rüzgâr yükleri meteorolojiden elde edilen ve veritabanına işlenen bilgiler arasından arayüze çekilmektedir.

4.1.5. Kar Yükü Arayüzü

Şekil 4.3'de gösterilen arayüz ile TSE Standartları doğrultusunda ve kar yükünün hesaplanmasında, kar yüküne etki eden değerlerin (il, ilçe, rakım, vb) seçilmesi planlanmıştır. Bu amaçla kullanılan eşitlikler TSE Eurocode 'lardan (03.04.2007 tarihli, TS EN 1991-1-3 kodlu, YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLER-BÖLÜM 1-3: GENEL ETKİLER KAR YÜKLERİ (EUROCODE-1) alınmakla birlikte, hesaplamalarda TSE'de belirtilen ülkemize ait değerler kullanılmıştır. Bu amaçla bölgelere göre Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilen il ve ilçelere ait karakteristik kar yükü değerleri ve bunları gösteren bir harita programın ana veri tabanına girilmiştir. Kar yükü hesabı için ihtiyaç duyulan formül ve bölgesel değerler Çizelge 3.2.'de verilen TSE standartlarından ve eklerinden elde edilmiştir.



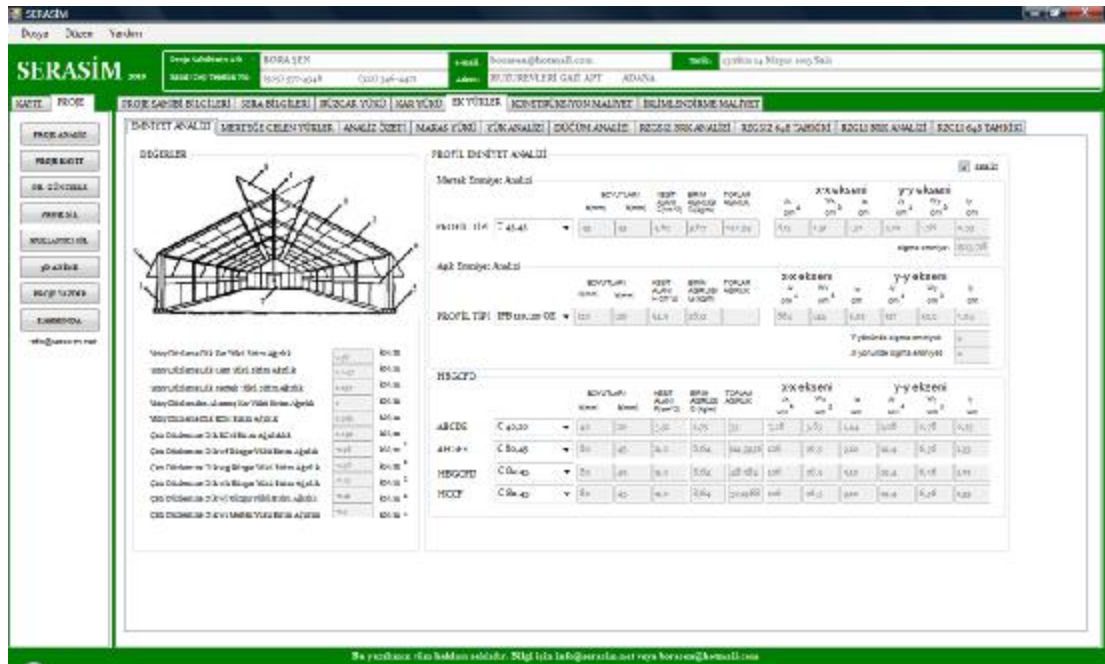
Şekil 4.3. SERASİM Programında Kar Yüğü Arayüzünün Genel Görünümü

4.1.6. Ek Yükler Arayüzü

Bu arayüz içerisinde seçilen ve değeri girilen yüklerin analizleri yapılmakta ve optimum şartların ortaya çıkarılması sağlanmaktadır. Analiz detayları aşağıda alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.1.6.1. Emniyet Analizi Arayüzü

Ek yüklerin hesaplanması kısmında ise, çatı-makası düğüm noktalarının analizi için hareketli ve ölü yükler hesaplanarak, kolonlara düşen yük miktarı saptanabilmektedir (Şekil 4.4). Böylece, hesaplanan yük miktarını taşıyabilecek en uygun profil kesiti seçilebilmekte ve kalın veya ince profil seçiminden kaynaklanan olumsuzlukların önüne geçilmesi sağlanabilmektedir.



Şekil 4.4. SERASİM Programında Ek Yükler Arayüzünün Genel Görünümü

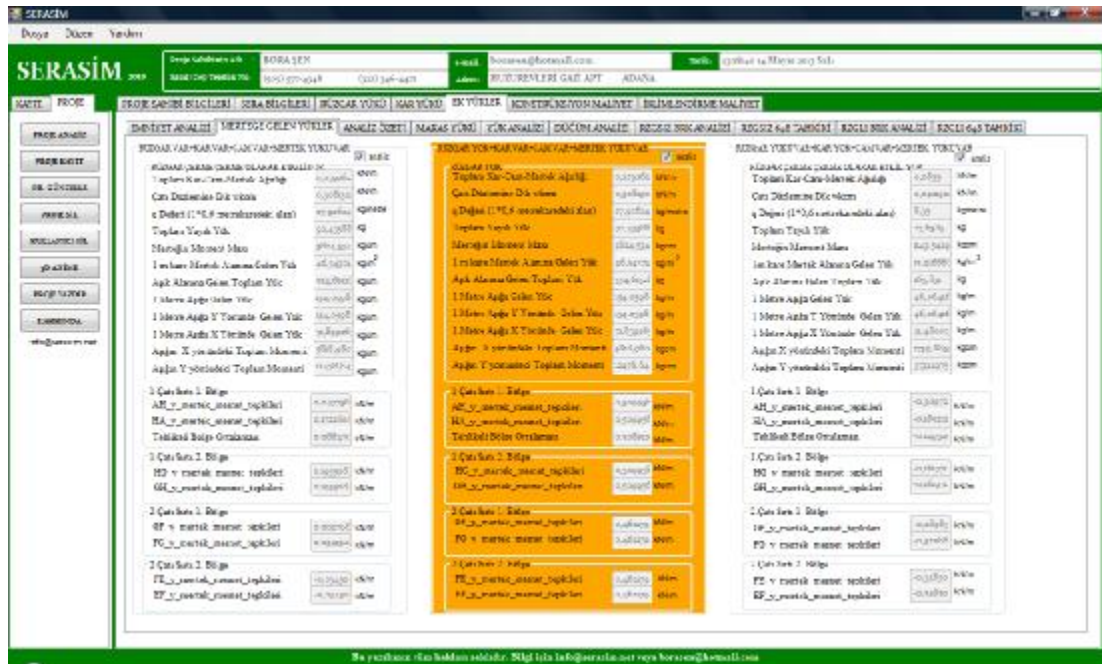
Önceki bölümlerde de belirtildiği üzere, bu tez çalışmasını mevcut çalışmalardan ayıran en büyük ve önemli farklılık, halen uygulanmakta olan sera mukavemet hesaplarında dikkate alınmayan yeni ulusal ve uluslararası standartların bu çalışmada dikkate alınması ve tüm hesaplamaların Avrupa ülkeleri ve Amerika'da uygulanan, yeni standartlara göre yapılmasıdır. Şekil 4.4'de gösterilen arayüz ile TSE Standartları doğrultusunda (Çizelge 3.2) mertek ve aşıklara ait profil kesitleri seçilerek, makasa etki eden yükler ve çekme-basma çubuklarındaki gerilmeler hesaplanabilmektedir. Proje analizi sırasında, mertek ve aşık ile çekme-basma çubuklarının veya seçilmiş profilin et kalınlığının yetersizliği durumunda SERASİM programı uyarı vermekte ve profil et kalınlığının artırılmasını önermektedir.

Programda kullanılan iklim verileri, malzeme özellikleri, fiyatlar ve benzeri değerler güncellenebilir özellikte tasarlanmıştır. Böylece, kullanıcılar tarafından da programın güncelliği kolayca korunabilmektedir.

Ek yükler ile ilgili hesaplamalar kapsamında, makasa etki eden tüm yükler detaylı olarak hesaplanmakta ve gerekli emniyet analizleri yapılmaktadır. Bu hesaplamaların menüdeki genel bir görünümü Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

4.1.6.2. Merteğe Gelen Yükler Arayüzü

Bu arayüz ile SERASİM programında seçilen mertek, aşık ile çatıyı ilgilendiren tüm yüklerin analizinin yapılması ve olası en kötü yükleme durumunun tespit edilerek, tehlikeli durumun hangisi olduğunun gösterilmesi sağlanmaktadır. Programın akışı en kötü senaryoya (gelen yüklerin fazla olduğu) göre ve bu duruma uygun sera konstrüksiyon hesabı yapılmasını sağlayacak şekilde dallanmaktadır. Tehlikeli durum oluşumu Şekil 4.5’de görüldüğü üzere renklendirilerek gösterilmektedir.



Şekil 4.5. Seçili Yüklere Göre Olası En Tehlikeli Durum

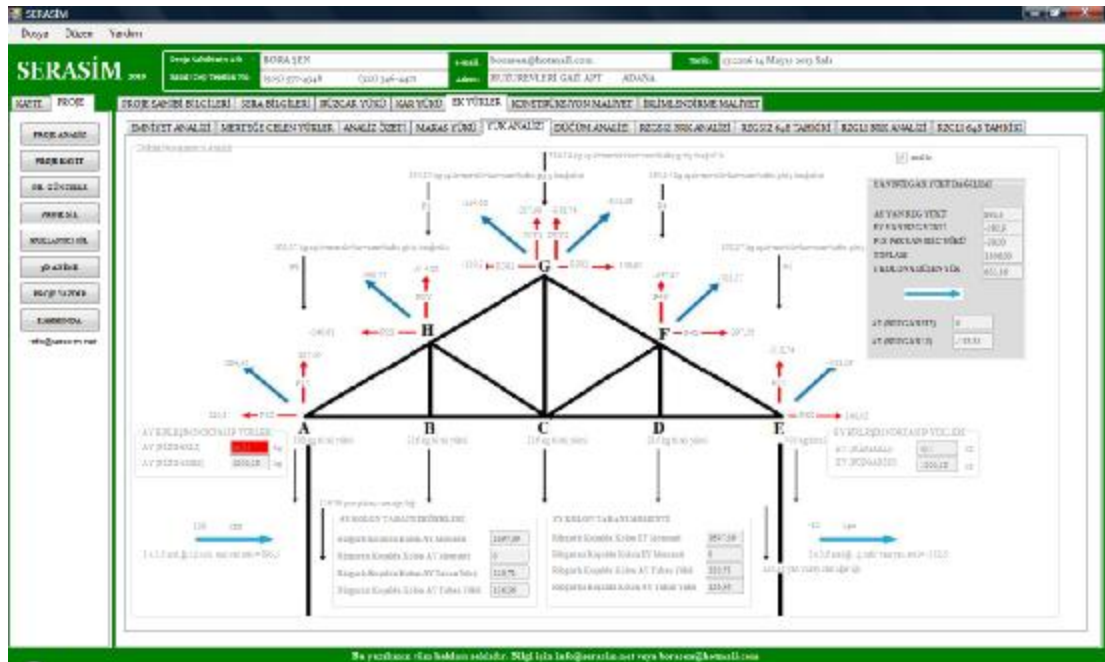
4.1.6.3. Makas Yüğü Arayüzü

Bu arayüz ile bir rüzgâr yükü hesaba katılmaksızın makas aralığı boyun makasa düşen yüklerin (aşık, mertek, kar, cam, kafes kiriş öz ağırlık ve bitki yükü) analizi yapılmaktadır. Kullanıcı isterse, kafes kiriş öz ağırlığını ve bitki yükü ağırlığını değiştirerek, istenilen değerlere göre analiz edilmesini sağlayabilmektedir.

Şekil 4.6 Makasa Etki Eden Yüklerle İlgili Arayüze İlişkin Genel Görünüm

4.1.6.4. Yük Analizi Arayüzü

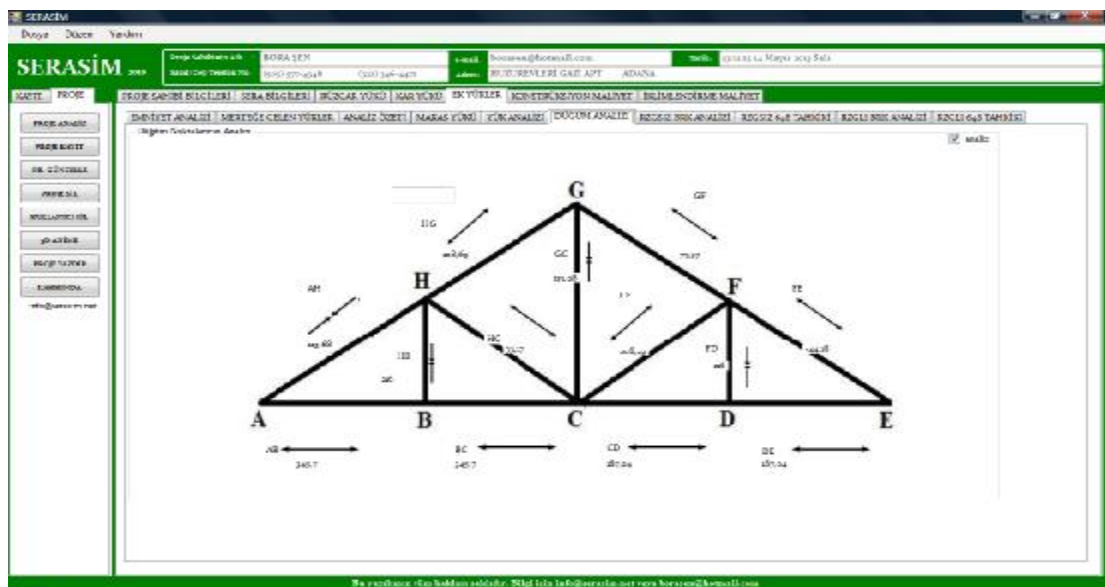
Sera çatısına gelen yüklerin analizinin yapıldığı arayüzde (Şekil 4.7), kafes sistemini oluşturan profiller ile kafes sisteme asılacak bitki ve diğer donanımların yüklerine ek olarak rüzgâr yükleri de saptanmış, buna bağlı olarak A ve E mesnetlerindeki mesnet tepkileri hesaplanmıştır.



Şekil 4.7. Çatıya Etkiyen Yüklerin Dağılımı Ve Mesnet Tepkileri

4.1.6.5. Düğüm Analizi Arayüzü

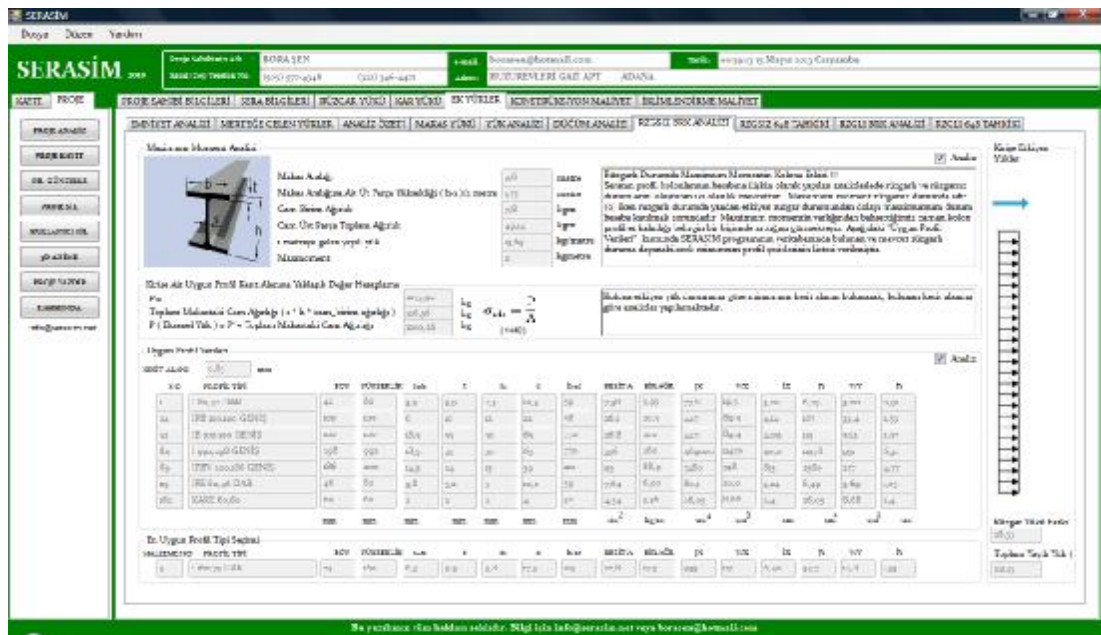
Düğüm noktaları analizi: Şekil 4.8' gösterilen arayüzde, sera kafes sistemindeki düğüm noktalarında birleşen elemanlarda, dış yükler nedeniyle meydana gelen iç kuvvetler ve gerilmeler hesaplanmıştır.



Şekil 4.8. Çatıya Etkiyen Yüklerin Kafes Sistem Elemanlarında Oluşturduğu Etkiler.

4.1.6.6. Rüzgârsız ve Rüzgârlı Burkulma Analizi Arayüzü

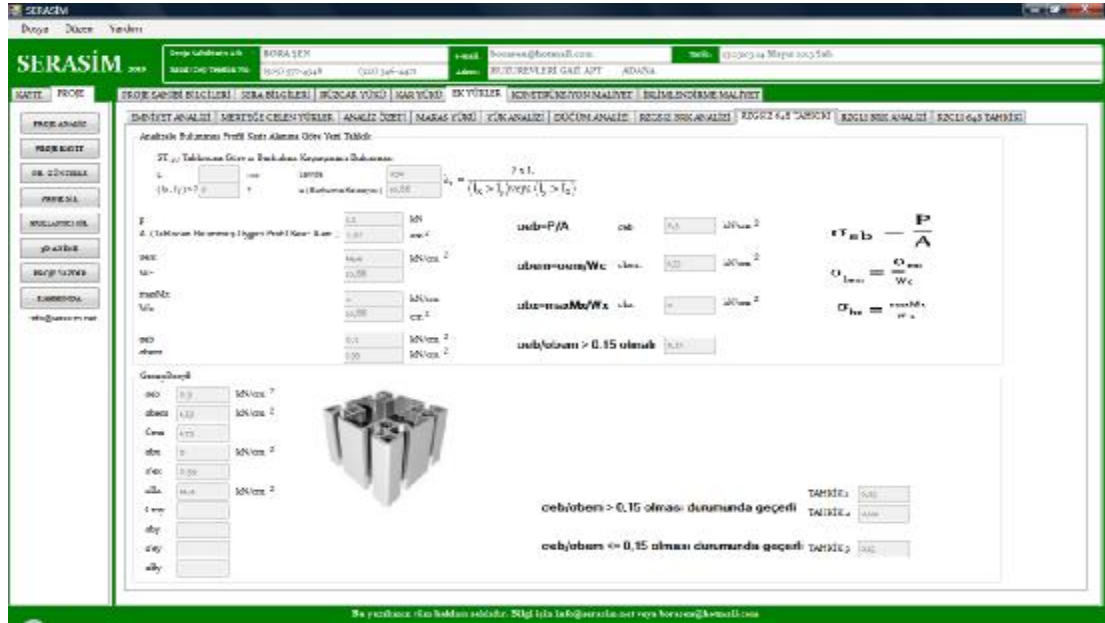
Kolon analizi, sera çatısından gelen yükler ile yanal yüzeylerdeki rüzgârsız durumda veya rüzgâr etkisi sonucunda ortaya çıkan ve konstrüksiyonunun kolonlarını düşey yük ve flambaj etkisi altına kalan yüklere göre minimum kolon profil kesitinin bulunmasını sağlayacak arayüz Şekil 4.9'de verilmiştir.



Şekil 4.9. Sera Kolonlarını Belirlenmesi İle İlgili Arayüz

4.1.6.7. TS 648 Analizi Arayüzü

TS 648'e Göre Kolon Kesit Tahkiki: Daha önce kesit alanları saptanmış kolonların TS 648'e göre tahkikleri Şekil 4.10'daki arayüze göre yapılmıştır. Bu amaçla uzman sistemce kolon olarak kullanılmak üzere seçilen profilin detaylı analizi yapılmıştır. Aşağıdaki arayüzde seçilen profilin uygunluğunun tespitinde kullanılan formüllerden üretilen verilerin rakamsal karşılıkları görülmektedir.



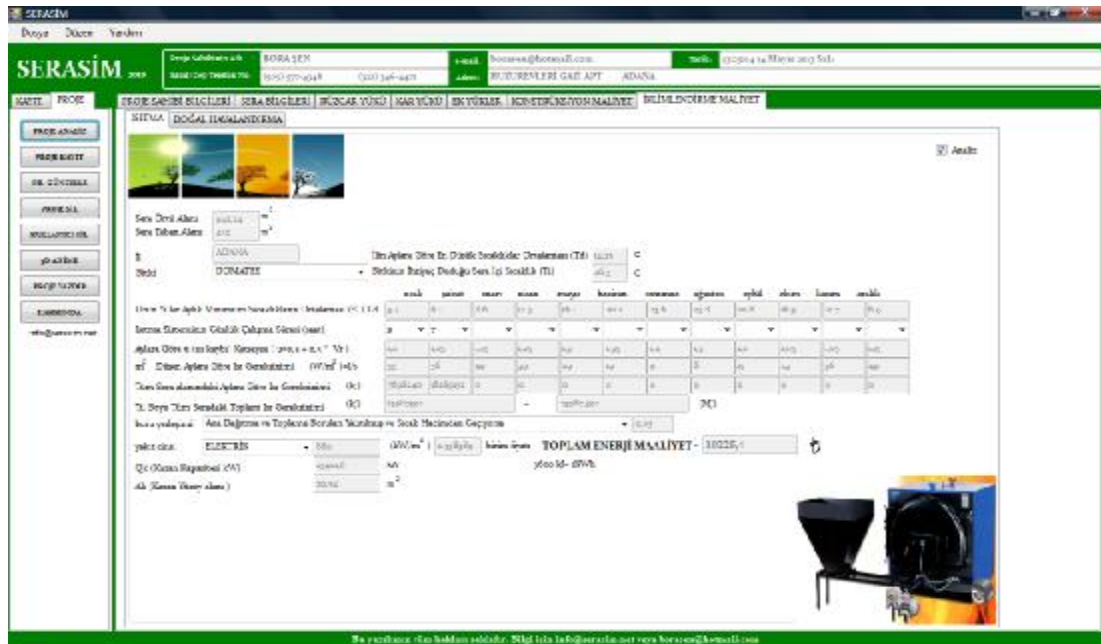
Şekil 4.10. TS648 Tahkiki Detaylı Analiz Sonuçlarını Gösteren Arayüz

4.1.6.8. Konstrüksiyon Maliyet Hesabı Arayüzü

Bu arayüz ile serayı oluşturan temel elemanların (mertek, aşık, kolon ve örtü) ile bu malzemelerin birleştirilmesi ile ilgili tüm diğer elemanların ve işçilik gibi maliyetlerin ekonomik bedeli analiz edilmektedir.

4.1.6.9. İklimlendirme Arayüzü

Isıtma gereksiniminin belirlenmesine ilişkin bilgiler Şekil 4.11'deki arayüzde girilebilmekte ve gerekli hesaplamalar yapılmaktadır. Yetiştirilecek bitkinin seçimi, bitkinin ihtiyaç duyduğu sera içi sıcaklık değerleri ile bölgeye ait dış ortam hava sıcaklıkları bu arayüzde ya girilmekte ya da veri tabanından seçilebilmektedir.



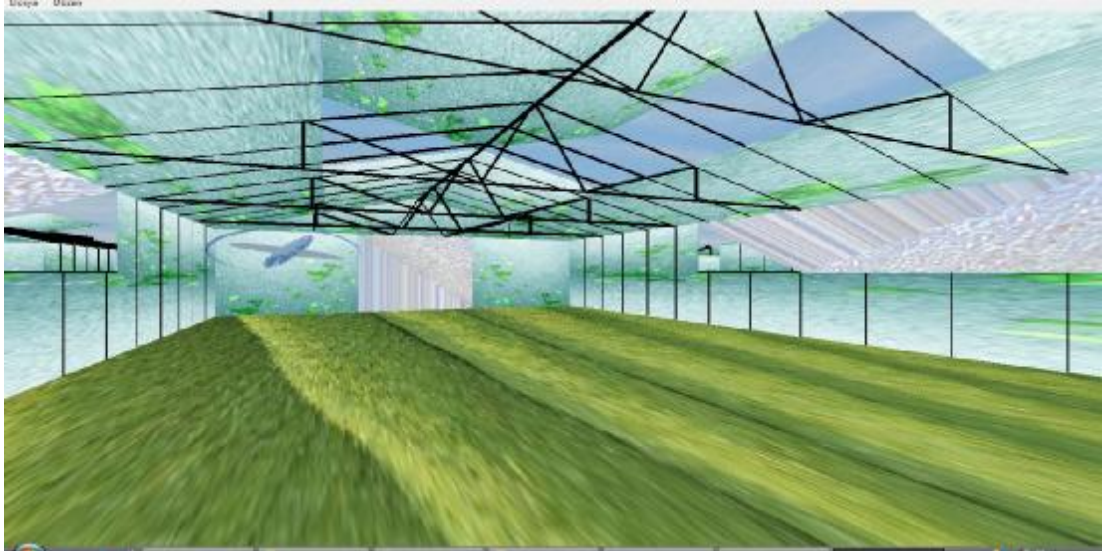
Şekil 4.11. Seranın Isıtma Gereksinimi ve Maliyeti Analiz Sonuçlarını Gösteren Arayüz

Yetiştirilen bitkiye ilişkin sera iç ortam sıcaklık isteklerinin girdisi ve sera lokasyonuna ilişkin uzun yıllık sıcaklık değerlerinin seçiminden sonra, bitkinin gereksinim duyduğu optimum sıcaklık değerleri dış ortam ortalama minimum sıcaklık değerlerinin altında kaldı ise SERASİM programı, ısıtma seçeneğini pasif hale getirmektedir. Bitkinin optimum gelişme için gereksinim duyduğu sera iç sıcaklığının, dış ortam ortalama minimum sıcaklık değerlerinden yüksek olması durumunda ise program kullanıcısı veya üretici, anılan ayda günde kaç saat süreyle ısıtma yapacağına karar vererek bu değeri programa girmelidir. Anılan veriler ışığında, uzman program yıllık yakıt gereksinimini ve maliyetini önceden hesaplayabilmektedir. Böylece üretici, maliyete göre ısıtma süresinde değişiklikler yapmak suretiyle bütçesine uygun ısıtma programını belirleyebilmektedir.

4.1.6.10. Üç Boyutlu-3D Animasyon Arayüzü

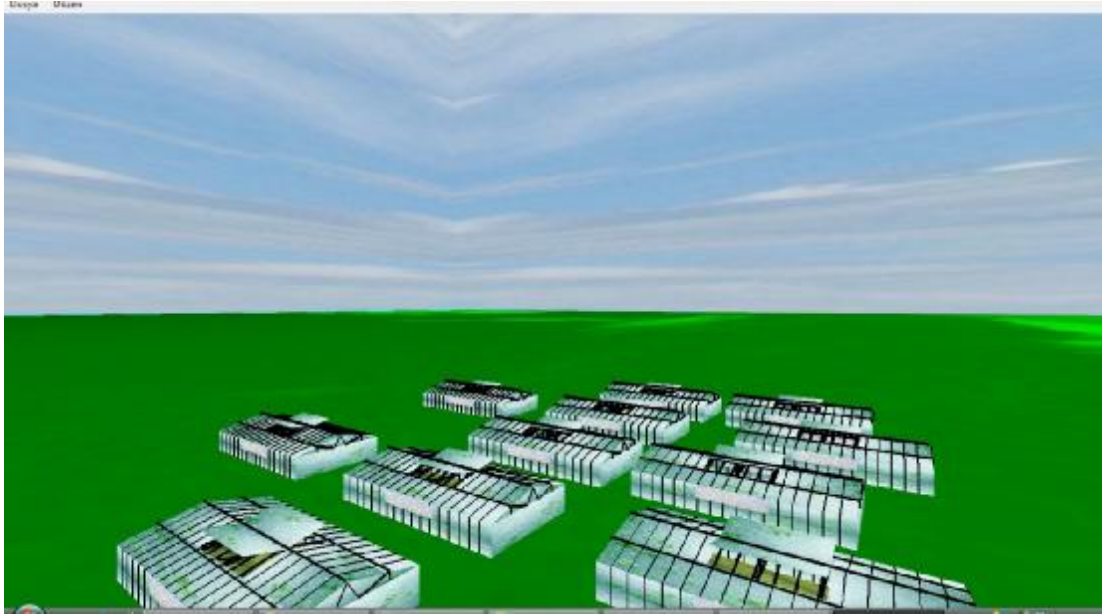
SERASİM programı sera içerisinde sanal gezintiyi sağlayacak ve serayı oluşturan farklı bileşenleri, donanım ile donanım öğelerini gösterilebilecek şekilde hazırlanmıştır. Bu amaçla sera içerisinde serbest dolaşımın yapılabilmesi için fare

kullanımına olanak sağlanmıştır. Sera içerisinde kullanılan malzemelerde gerçekliğe yaklaşabilmek amacıyla, bu cisimlere hareket (fan hareketlendirilmesi, kapı, pencere ve havalandırma sistemlerinin açılıp kapanabilmesi) yetisi kazandırılmıştır. Şekil 4.12’de bu gösterime bir örnek verilmiştir.



Şekil 4.12. Sera İçinin Üç Boyutlu Bir Görüntüsü

Şekil 4.13.'de arazi üzerine yerleştirilmiş seraların üç boyutlu görüntüsü verilmiştir. Bu arayüzde SERASİM programı yardımı ile sera kurulacak alanda tekil veya blok halinde projelenecek seraların birbirlerine göre konumlarının gösterimi de mümkün hale getirilmiştir.



Şekil 4.13. Sera Dışından Üç Boyutlu Bir Görüntü Kesitine Örnek

4.2. Yöntem Sınırlılıkları

Araştırma, SERASİM yazılımının veritabanı 2009-2010 yılı içerisinde yayımlanmış olan TSE standartlarının belirttiği değerler ve piyasada bulunan malzemelerin özellikleri ile sınırlıdır. Ayrıca;

- Serada kullanılacak çelik malzemenin cinsi St37 [σ (sigma)) = 37 kg/cm²] olarak seçilmiştir.
- Programın etkinliği tekil sera ile sınırlıdır.
- Sera hesaplarında çatı kafes sistemi ile kolonların bağlantı noktalarındaki mesnet türünün mafsallı mesnet olduğu kabulünden yola çıkılmıştır.
- Bu çalışma sera temellerini kapsamamaktadır.
- Bu yazılımla projelenecek seranın otomatik kontrollü olduğu dolayısı ile rüzgâr hızının artması durumunda havalandırma pencerelerinin otomatik olarak kapanacağı dikkate alınarak, sera içindeki rüzgâr etkisinin sıfır olduğu yaklaşımından hareketle çözümleme yapılmıştır.
- Örneklem beşik çatılı cam sera için geçerlidir.

4.3. Tartışma

Bu tez çalışması kapsamında hazırlanan SERASİM programının sera statik ve mukavemet analiz sonuçlarının doğruluğunu test etmek amacıyla bazı alt referans olarak SAP2000 programından elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. Kıyaslanacak örneklem elde etmek için sera, üç farklı çatı eğimi ve sera boyutları altında rüzgârlı ve rüzgârsız durumlar altında incelenmiş, ortaya çıkan 6 farklı senaryonun sonuçları kıyaslanmıştır.

4.3.1. SERASİM ve SAP2000 Programları Kullanılarak Kafes Kiriş Sistemindeki Gerilmelerin Kıyaslanması

Çizelge 4.1.'de gösterilen örneklemelerden 1., 2., 3. ve 4. durumlarda sera açıklığı 12 m, boyu 36 m, oluk altı yüksekliği 4,5 m, çatı eğimi 1. ve 2. durumlarda 25^0 , 3. ve 4. durumlarda ise, 45^0 , çatı mahya yüksekliği çatı eğimine bağlı olarak sırasıyla 25^0 için 2,8 m ve 45^0 için 6 m, 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, söz konusu programla 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 ölçülerde girilerek çıkan gerilme değerleri irdelenmiştir. Sıra dışı değer olarak sera genişliği 24 m, çatı eğim açısı 60^0 altında rüzgârlı (26 m/s) ve rüzgârsız şartlar girilerek bu değerlerin SERASİM VE SAP2000 programlarında analiz edilmesi sağlanmıştır. Analiz sonuçları 5 ve 6 senaryolar için Çizelge 4.1' de gösterilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde ise, iki ayrı programla elde edilen sonuçların, ihmal edilecek kadar küçük farklılıklar gösterdiği ve sonuçların örtüştüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1'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 oranın, SERASİM/SAP2000 en fazla AB, BC, CD, DE çekme çubuklarında maksimum % 5 dolaylarında olduğu görülmektedir. Basınç çubuklarında ise SERASİM/SAP2000 ile yapılan hesaplardan elde edilen değerler arasındaki farkın maksimum %4 olduğu görülmüştür. SAP2000 bilgisayar programının hemen hemen tüm yapıların (ahşap, çelik, betonarme) statik ve mukavemet hesaplarında kullanıldığı dikkate alındığında, iki program arasındaki farkın da yüzdeler mertebesinde olduğu göz önünde bulundurulursa tamamen sera projelemeye yönelik olan SERASİM programının yeterli olduğu ihmal edilebilecek farklılıklarında virgülden sonra yapılan yuvarlamalardan kaynaklandığı söylenebilir.

SERASİM ve SAP2000 programları kullanılarak analiz edilen 6 farklı senaryoya ait sonuçların sunulduğu veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. SERASİM ve SAP2000 Sera Çatısına Ait Kafes Kiriş Siteminin Gerilme Değerleri

Senaryoları	1. Durum		2. Durum		3. Durum		4. Durum		5. Durum		6. Durum	
Sera Geniğiği(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		45		45		60		60	
Program Türü	SERASİM Sap2000		SERASİM Sap2000		SERASİM Sap2000		SERASİM Sap2000		SERASİM Sap2000		SERASİM Sap2000	
AB	1930.51	1831.6	345.71	337.63	921.6	919.89	1647.15	1645.21	849.68	849.73	6170.99	6170.4
BC	1930.51	1826.94	345.71	336.93	921.6	919.67	1647.15	1644.58	849.68	849.66	6170.99	6170.03
CD	1930.51	1826.94	187.07	185.67	921.6	919.67	1092.5	1091.03	849.68	849.66	3511.45	3509.81
DE	1930.51	1831.6	187.07	185.82	921.6	919.89	1092.5	1090.87	849.68	849.73	3511.45	3509.89
AH	-2130.08	-2040.72	-123.69	-116.12	-1303.34	-1301.21	-881.46	-879.16	-1699.35	-1699.32	-960.2	-960.47
HG	-1420.05	-1368.86	108.62	111.81	-868.89	-867.84	-447.01	-446.23	-1132.9	-1132.3	-246.97	-244.73
GF	-1420.05	-1368.86	77.36	80.36	-869.89	-867.84	-839.21	-838.58	-1132.9	-1132.3	-4237.63	-4234.98
FE	-2130.08	-2040.72	-44.18	-41.53	-1303.34	-1301.21	-1272.34	-1271.63	-1699.35	-1699.32	-5688.56	-5689.06
HB	216	215.07	216	215.85	216	213.59	216	212.96	432	431.91	432	431.79
HC	-710.03	-663.38	33.17	40.99	-434.45	-430.87	-676.12	-671.72	-566.45	-565.65	-4113.69	-4110.84
GC	816.14	806.65	113.99	107.31	830.4	826.9	617.52	614.86	1413.12	1411.54	2950.6	2945.14
FC	-710.02	-663.38	208.21	209.22	-434.44	-430.87	108.28	110.92	-566.45	-565.65	1205.39	1208.72
FD	216	215.07	216	215.93	216	213.59	216	213.88	432	431.91	432	431.81

ÇUBUK ADI: 000

4.3.2. SERASİM ve SAP2000 Programları Kullanılarak Kolonlardaki Statik ve Mukavemet Değerlerinin Kıyaslanması

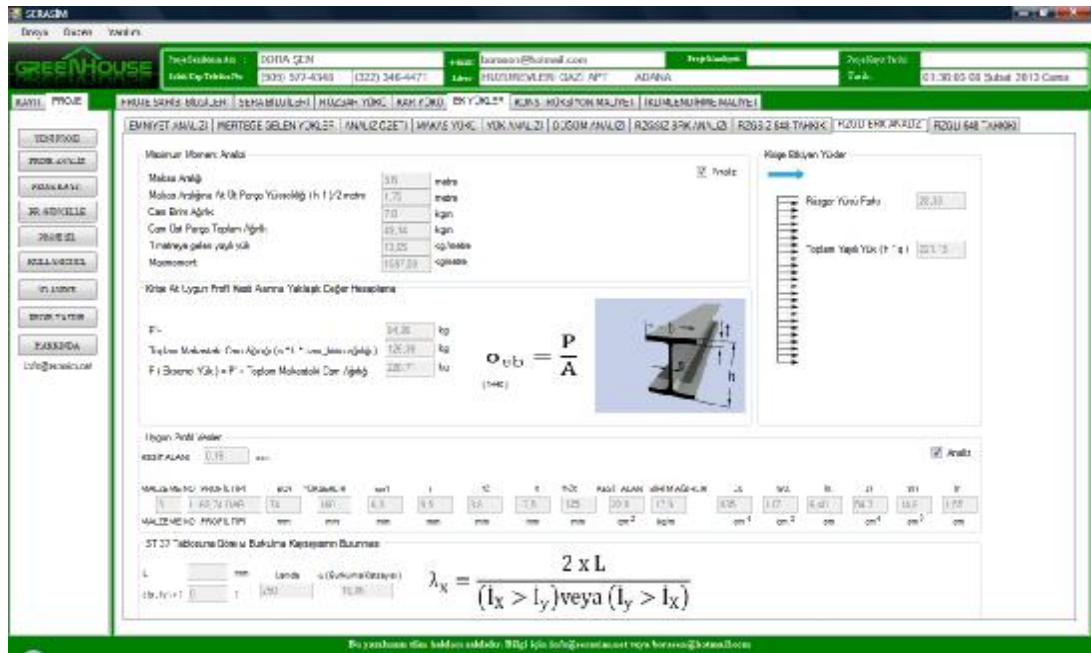
Çalışmanın bu bölümünde, kolonların çatıdan gelen canlı ve cansız yükler ile yandan gelen rüzgâr yükleri altında nasıl bir davranış sergilediklerine ilişkin SERASİM ve SAP2000 programları kullanılarak elde edilen verilerin birbirleri ile örtüşme durumları tespit edilmeye çalışılmıştır.

SERASİM programı, çatıdan ve yandan gelen yükleri dikkate almak suretiyle, veritabanında kayıtlı profil değerlerini test etmekte ve yükü taşıyabilecek özellikteki en küçük kesit değerli profili seçmektedir. Program, girilen yüklerden sonra 2 farklı sonuç elde etmektedir. Sonuçlar, rüzgârsız ve rüzgârlı koşullar olmak üzere 2 durum (senaryo) analizinden çıkan 2 profil kesitinden ibarettir. Bu iki farklı senaryo koşulundan hangisi için daha büyük kolon profil kesiti hesaplanıyorsa güvenli bir sera inşası için seçilecek kolonlarda o profil değerini kullanmak gerekmektedir.

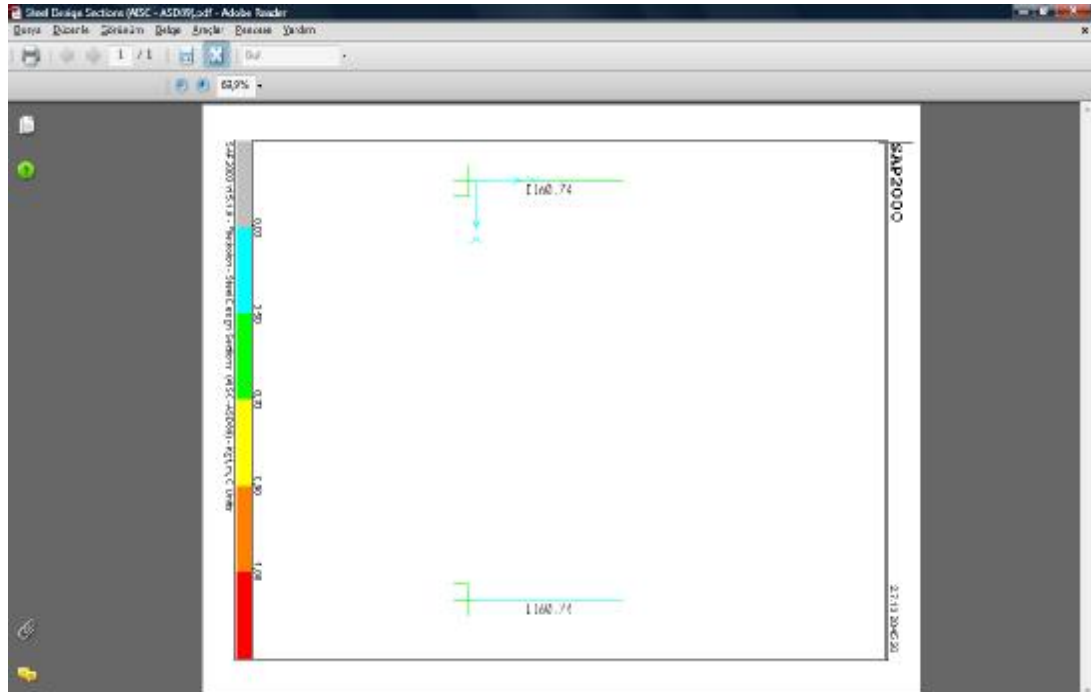
SAP2000 programında SERASİM programından farklı olarak gelen yüklere göre uygun bir kolon profil kesiti hesaplanmamakta, sadece önceden rastgele seçilen (daha önce inşa edilmiş sera örneklerine bakılarak tahmini belirlenen) bir profil değerine göre işlem yapılmaktadır. SAP2000 programı rastgele seçilerek girilen profil kesitinin güvenli kullanımını sınamakta ve sonucu bir renk skalası yardımıyla kullanıcıya aktarmaktadır. Örneğin, büyük kesitli bir profil seçilmesi ve bu değer SAP2000 programına girilmesi halinde, statik ve mukavemet değerleri yönünden bu profil güvenli bulunduğu için, skaladaki renk maviye, küçük kesitli girilmesi halinde ise skala rengi, profil kesitinin yeterince güvenli bulunmaması nedeniyle, alarm anlamına da gelen kırmızı tona yaklaşmaktadır.

Çalışmada, 25⁰ çatı eğim açısı, 12 m, genişlik, 36 m boy, 4.5 m oluk altı yüksekliği ve 26 m/s rüzgâr yükü altında verilen yüklemeler sonucunda, SERASİM programı, veritabanında rüzgârsız durumda I-80, I-40, rüzgârlı durumda ise I-160, I-74 profil değerini uygun görmüştür. Rüzgârlı durumda, rüzgârsız duruma göre çatıya verilen yüklemelerin rüzgâr yüklerin emme etkisinden dolayı çatı yüklerinin kolona etkisinin daha az olmasına rağmen, rüzgârlı durumda yan yüzeyden gelen rüzgâr yükünün etkisi sonucu moment oluşmasından kaynaklı olarak profil kesitinin artması

gerekmiştir. Bu durum, rüzgârlı durumda rüzgârın emme etkisine rağmen profil et kalınlığının fazla olmasının nedenini açıklamaktadır. Yukarıdaki yüklemeler altında, kolonlar için sırasıyla, I-160 ve I-74 profilleri SAP2000 programa girildiğinde, renk skalasında yeşil renk ile gösterilmiş, bu renklerin değer olarak karşılıkları ise 0,50 ile 0,70 arasında belirlenmiştir. Bu değerden anlaşılıyor ki SAP2000 programı ile hesaplamada kolon, maksimum taşıyabileceği yüke yaklaşmıştır. SAP2000 programında emniyet analizi sonucunda bulunan değerlerin kırmızı veya mavi olması istenmeyen bir durumdur. Çünkü skalada görülen rengin kırmızı olması, profilin yükü taşıyamayacağını diğer bir deyişle profil et kalınlığının yeterince kalın olmadığını ve kolonun tehlike altında olduğunu, mavi olması durumu ise profilin gerektiğinden fazla et kalınlığına sahip olduğunu, dolayısıyla gerektiğinden fazla maliyet çıkacağını göstermektedir.



Şekil 4.14. SERASİM Programında Kolon Profiline Belirlendiği Arayüz

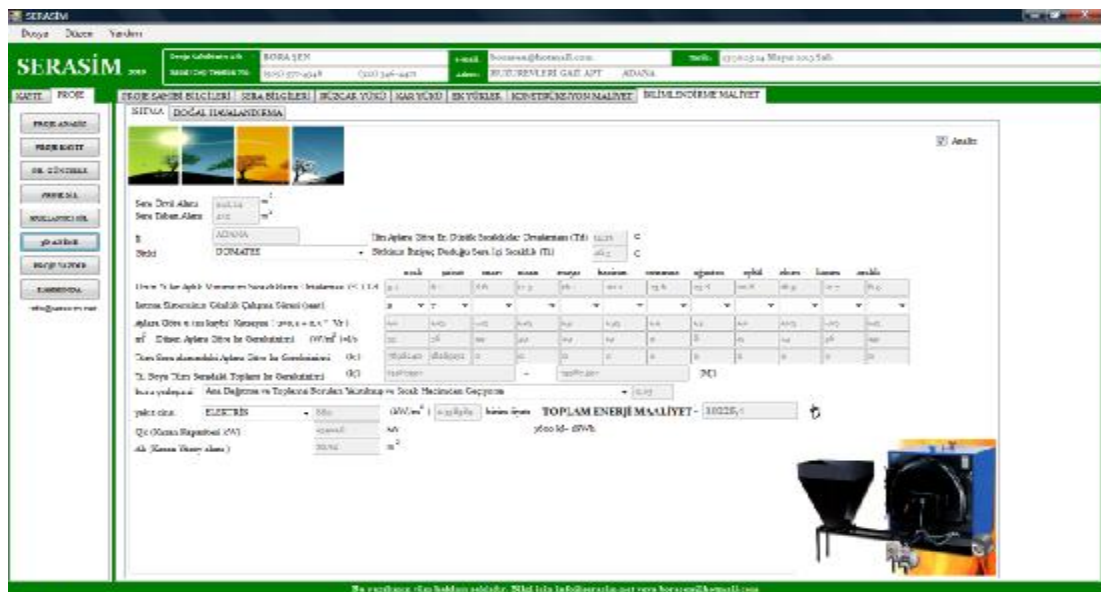


Şekil 4.15. SAP2000 Programında Kolon Profiline Dayanıklılığının Analiz Edildiği Arayüz

4.3.3. Isıtma Gereksinimi ve Maliyet Analizi

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de seralarda iklimlendirme, işletme maliyetleri arasında başlıca yere sahiptir. Kış aylarında bitki büyümesi, verim ve kalitenin arzu edilen düzeyde olması için kış aylarında havalandırma ve ısıtma, yaz aylarında da havalandırma, serinletme ve soğutma yapmak gerekir. İklimlendirme önlemlerinin yeterince ve zamanında yapılamaması üretim verim ve kalitede önemli düşmelere neden olur. Üreticilerin bitki düzenleyicileri gibi bazı maddeleri kullanarak ısıtma olmaması durumunda da bitki verimliliğini sağlamaya çalışmaları ise maliyeti artırmanın yanı sıra çevre ve insan sağlığı yönünden de bazı sorunlara neden olabilmektedir.

Bu bağlamda SERASİM programı, sadece sera inşası konusunda çalışan kişi, kurum ve akademisyenlerin değil aynı zamanda, serada bitkisel üretim yapan üreticilerin de seralarında yetiştirdikleri bitkiye göre ısıtma gereksiniminin ve maliyetinin belirlenmesinde kolayca kullanabilecekleri bir araç (uzman sistem) olarak tasarlanmıştır. Isı gereksinimi hesaplamalarının yapılabilmesi için ülkemizdeki il ve ilçelere ait iklim verileri; rüzgâr, kar, ısı ve ışıınım değerleri, yetiştirilmesi düşünülen bitki çeşitleri ile bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklık değerleri programın veri tabanına yüklenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Isıtma Maliyet Hesaplamasının Yapıldığı Arayüz Ekranı

Program vasıtası ile kar yükü ile ilgili giriş ekranından seçilen bölgeye ait dış ortam ortalama minimum sıcaklık değerleri kullanılarak seçilen aya göre günde istenilen ısıtma süresi belirlenebilmektedir. SERASİM Programında aynı zamanda ısı kaynağı seçimi de yapılarak elde edilen değerler diğer ısı kaynakları ile kıyaslanabilmektedir. Böylece üreticinin çıkacak maliyetlere göre en ekonomik ısı kaynağı seçimini yapabilmesi sağlanmıştır. Üreticinin çıkabilecek maliyeti önceden bilmesi ile sera kurulumu esnasında ısı sistemleri seçiminde doğru kararı vermesi sera kurulum maliyetlerini doğrudan etkileyecektir.

Çizelge 4.2. SERASİM Veritabanında Kayıtlı Isıl Değerler ve Fiyatları

Ucuzluk	Yakıt	Isıl Değeri	Birim Fiyatı	Verim	Formül	TL/1000 kwh
1	Doğalgaz (konut)	8.250	0,91548	90	$0,91548 \cdot 1000 / (8.250 \cdot 90)$	0,1233
2	Linyit (İthal)	6.000	0,677966	65	$0,677966 \cdot 1000 / (6.000 \cdot 65)$	0,1738
3	Fuel-Oil 4 (K. Yakıtı)	9.700	2,07	80	$2,07 \cdot 1000 / (9.700 \cdot 80)$	0,2668
4	Elektrik	860	0,28386	99	$0,28386 \cdot 1000 / (860 \cdot 99)$	0,3334
5	Tüpgaz	11.000	4,590395	88	$4,590395 \cdot 1000 / (11.000 \cdot 88)$	0,4742
6	LPG Propan	11.000	4,803571	90	$4,803571 \cdot 1000 / (11.000 \cdot 90)$	0,4852
7	Motorin	10.200	4,202381	84	$4,202381 \cdot 1000 / (10.200 \cdot 84)$	0,4905

Çizelge 4.3’de gösterildiği gibi, serada üretilcek bitki domates olarak seçilmiştir. Adana İli’nin Çukurova İlçesinde dış ortam ortalama minimum sıcaklık değerleri incelendiğinde, kullanıcı tarafından ilk 4 ay için günde 8 saatlik bir ısıtma uygun görülmüştür. Yapılacak ısıtma 4 ayrı ısı kaynağı için sırasıyla incelendiğinde, en uygun ısı kaynağının linyit kömürü olduğu görülmektedir. SERASİM programı süre seçiminden sonra sera alanının büyüklüğüne ve ısıtma tipine göre toplam ısıtma maliyetini hesaplayabilmektedir.

Çizelge 4.3. SERASİM Analizi Kullanılarak Elde Edilen Farklı Isı Kaynaklarından Alınan Maliyet Tablosu

SEÇİLEN BİTKİ		DOMATES											
BİTKİNİN İSTEDİĞİ SICAKLIK		26.5 °											
İL		ADANA											
İLÇE		ÇUKUROVA											
AY		OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
BÖLGENİN AYA GÖRE ORTALAMA SICAKLIĞI (°C)		5.4	6.1	8.6	12.3	16.1	20.2	23.6	23.8	20.8	16.3	10.7	6.9
ISI KAYNAĞININ GÜNLÜK ÇALIŞTIRMA SÜRESİ(saat)		8	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0
ISI KAYNAKLARI	ELEKTRİK	29225.93	TL										
	LİNYİT	6116.00	TL										
	SIVI YAKIT	21511.94	TL										
	DOĞALGAZ	8141.36	TL										

SERASİM Programı kullanılarak yapılan bir örnek çözümlemeye göre, Ocak ayında seraya dikilen domates bitkisinin 4 aylık yetiştirme dönemi ve yetiştirildiği bölgenin iklim özellikleri dikkate alındığında linyit yakıtının en ekonomik ısıtma kaynağı olduğu görülmektedir. SERASİM Programıyla, seçilen bitkiler için mevsimlik veya tüm yıllık olmak üzere farklı yetiştirme süreleri için ısıtma gereksinimi ve maliyeti hesaplanabilmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kullanılan hesap değerleri ilgili tüm kısıtlar ve kurallar ilgili 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.

Sera eni ve boyu, yan duvar ve su basman yüksekliği, konstrüksiyon malzemesi, örtü malzemesi ve çatı eğim açısı önemli program girdi verilerindendir. 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.

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 alınmamakta idi. Hâlbuki günümüzde sera duvar yükseklikleri 6 metreye kadar çıkmış, dolayısıyla seranın yanal yüzeylerinde meydana gelen rüzgâr etkisi çatıya kıyasla çok daha büyük değerlere ulaşmaktadır. Diğer bir ifade ile 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 giriş birleşme noktasının da zayıf olması durumunda sera yan duvarları hasara uğramaktadır.

Yapılan araştırmalar ülkemizde sera yapılarının inşasında ve projelendirmesinde uzman kişilerden (proje ve imalatçı) yeterli desteğin alınmadığı, bu nedenle beklenmedik küçük ölçekli dış etkiler de dahi seralarda önemli miktarda hasarlar meydana geldiğini göstermektedir. Bu hasarların üreticiye etkisi iki boyutta kendini göstermektedir: i) Hasar gören sera yapısının yeniden inşa

masrafı; ii) Hasar anında, sera içerisindeki ürün kaybından kaynaklan zararlar. Ayrıca gereğinden büyük kesitlerin kullanımı durumunda da sera yapım maliyetlerinde artış meydana gelebilmektedir.

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. Analiz sonucunda elde edilen verilerin raporlanabilmesi ile planlanan projenin yazılı doküman olarak alınması sağlanmıştır.

Bu çalışma ile kodlanan SERASİM UZMAN SİSTEMİ modüler bir şekilde programlanarak gelecekte farklı sera tiplerinin de projelendirilmesini gerçekleştirebilecek şekilde oluşturulmuştur. Mevcut SERASİM UZMAN SİSTEM versiyonu beşik çatılı sera tipini projelendirebiliyor iken ileri versiyonunda yay çatılı veya diğer farklı tipleri de projelendirebilecek yapıya sahip olabilecektir.

Sonuç olarak SERASİM UZMAN SİSTEM programı Avrupa Birliğinde de geçerliliği olan ve TSE tarafından yayınlanan bilimsel standartlar kullanılarak seraların statik-mukavemet ve iklimlendirme hesaplarını yapmaktadır. Elde edilen sonuçların uluslararası kabul görmüş SAP2000 programı ile karşılaştırıldığı da göz önüne alındığında seralarla ilgili yapılabilecek spesifik araştırmalarda, araştırmacılar için bilimsel veri ve analiz sağlaması bakımından yararlı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1980. TS 648, Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları. Türk Standartlar Enstitüsü. 1.Baskı.
- ANONYMOUS, 2001. SAP: Makina Mühendisleri Odası Tarım Takinaları Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Mersin.
- BAILEY,K. (1988). The conceptualization of validity: Current perspectives. Social Science Research 17, 117-136.
- BAYVAS, M.Ş.,1978 Genel Mekanik. Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
- CAN, N.ÇİĞDEM, 2006. Plastik Örtülü Bir Dekar Büyüklüğünde Seranın Projelendirilmesi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Lisans Tezi), Adana.
- ÇANAKÇI,M., 2005. Antalya İli Sera Sebzeciliğinde Mekanizasyon İşletmeciliği Verilerinin Belirlenmesi ve Optimum Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerine Bir Çalışma. Doktora Tezi. Akd. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Antalya
- ÇİĞER, M., 2010. Bilgisayar Kontrollü, İnternet Destekli Sera Otomasyonu. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Adana.
- EMEKLİ,N.Y., 2007. Antalya İli Kumluca İlçesindeki Seraların Teknik ve Yapısal Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akd. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal ve Sulama Anabilim Dalı, Antalya
- EMEKLİ,N.Y., BÜYÜKTAŞ, D., BÜYÜKTAŞ, KENAN., Antalya Yöresinde Seraciliğin Mevcut Durumu ve Yapısal Sorunları. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2008, 25(1):26-39. ISSN 1300-3496
- GÜLLÜLER, F., 2007. Adana İli ve İlçelerindeki Seraların yapısal Özelliklerinin İncelenmesi ve T.S.E. Standartlarına Uygunluğunun Araştırılması Araştırma Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama AnabilimDalı Yüksek Lisans Tezi Adana

- KAÇIRA, M., SHORT, T. H., STOWELL, R.R., 1997. Modeling Natural Ventilation Designs for Greenhouses in Mediterranean Climates. Presented at the ISHS Symposium, Antalya, Turkey.
- 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.
- KUMOVA, Y., ALAGÖZ, T., AKYÜZ A., ÜSTÜN, S., 1996. Tarımsal İnşaatla Kullanılan Düzlem Kafes Kiriş Sistemlerinin Statik Çözümü İçin Bir Bilgisayar Program. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 77-86. Cilt:11, Sayı:4, Adana.
- ÖZTÜRK, H.H. -2008. Sera İklimlendirme Tekniği, Adana.
- SALTUK, B., 2005. Mersin İli ve İlçelerinde Bulunan Plastik Seraların Yapısal Yönden İncelenmesi ve Geliştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Adana.
- TGRT HABER. 2012., http://www.gidatarim.com/30_Cevre-Enerji/202_Hava-Durumu_/HABERLER_/32414_Gazipasada-Ureticiyi-Dolu-Ve-Firtina-Vurdu.html
- TİTİZ, K.S., 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.
- T.S.E., 2005. Yapılar Üzerindeki Etkiler Bölüm 1-6: Genel Etkiler - İşletme Etnasındaki 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 İçin 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.
- TÜİK. 2012. Karşılaştırmalı Bölgesel İstatistikler.TÜİK Resmi WEB Sitesi
<http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/AFYONKARAHISAR.pdf>
- TÜZEL, Y., GÜL, A., 2008. Seralarda İyi tarım Uygulamaları.ISBN:978-9944-172-07-3. 172 s.
- ÜSTÜN, S., 1993 Çukurova Bölgesinde Farklı Sera İçi İklim Koşullarında Isı Gereksiniminin Hesaplanması Üzerine Bir Araştırma. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı(Yüksek Lisans Tezi), Adana.
- ÜSTÜN, S., 1998. Sera Projelerini Hazırlanmasına Yönelik Bir Uzman Sistemin Oluşturulması. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Adana.
- YÜKSEL, A. N., 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.n:170 p:143

ÖZGEÇMİŞ

18/08/1977 yılında Mersin’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Mersin’de tamamladı. 1996 yılında başladığı Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Öğretmenliği Bölümü’nden 2000 yılında mezun oldu ve 2001 yılında Sosyal Bilimler Enstitüsü Bilgisayar Öğretim Teknolojileri anabilim dalında yüksek lisansa başladı ve 2006 yılında tamamladı. 2009 yılında Fen Bilimler Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim dalında yüksek lisansa başladı. Evli ve bir çocuk babasıdır.