

Sera Projelerinin Hazırlanmasına Yönelik Bir Uzman Sistemin Oluşturulması*

Sait ÜSTÜN

YYÜ, Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,
Van

A. Nafi BAYTORUN

KSÜ., Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,
Kahramanmaraş

ÖZET

Bu 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 projelendirmekte, d) DIN 4701 standardını kullanarak ısı gereksinimini haftalara göre hesaplamakta, farklı yakıt cinslerine göre gerekli yakıt miktarını belirlemekte, metraj ve keşif özeti birim fiyatlara göre çıkarmakta, görünüş ve detay çizimlerini hazırlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sera, uzman sistem, bilgisayar, sera projesi.

Developing Expert System For Greenhouse Projects

ABSTRACT

In this study, a comprehensive computers program has been developed to prepare greenhouse projects. The developed program is able to a) determine dynamic and static loads, b) solve static analysis of truss system by using joint method, c) calculate optimally the dimensions of profile elements of truss system by taking into account boundary-value conditions and material lost, d) determine heating requirements per week according to the DIN 4701 standard and to calculate fuel requirement for different fuel types. Finally, the program presents the financial result such as total material and labour cost, final estimates. It depicts visually perspective and details plans of designed greenhouse.

Key words: Greenhouse, expert system, computer, greenhouse project.

GİRİŞ

Günümüzde tarım alanlarının genişletilmesi mümkün olmadığından araştırmacılar birim alandan daha fazla ürün almak için, sertifikalı tohum kullanılmasını veya mevcut tarım alanlarındaki üretimin sürekli hale getirilmesinin gerektiğini vurgulamışlardır. Bu sürekliliği sağlamak için günümüzde, bitkisel üretim için gerekli olan gelişim etmenlerini tüm yıl boyunca sağlayabilen, içinde hareket edilebilir yapı elemanları olarak tanımlanan seralar kullanılmaktadır.

Seracılığın ülkemizdeki gelişimine bakıldığında ilk gelişmelerin Ege Bölgesinde İzmir ve çevresinde başladığı, daha sonra güneye ve doğuya doğru Akdeniz sahil

* Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

şeridini içine alacak şekilde genişlediği görülmektedir. Ülkemizde en çok sera varlığına sahip bölge Akdeniz bölgesi ve bu bölgede de Antalya ili ve çevresidir.

Ülkemizde, son yıllarda tarımsal üretimin sebze ve meyve üretimi doğrultusunda gelişme göstermesi, yetiştiricileri etkilemiştir. Açıkta sebze ve meyve yetiştiriciliğindeki başarı ve yetiştiricilerin yeterli gelir elde etmesi, sebze üretiminin mevsim dışında da yapılabilmesi için örtü altı yetiştiriciliğini teşvik etmiştir. Sonuçta açıkta tarım yapan yetiştiriciler önceden seracılığa başlayan yetiştiricilerin inşa ettiği seraların benzerini inşa ederek örtü altı yetiştiriciliğine yönelmişlerdir. Bunun sonucunda da teknik yönden yeterli olmayan, örtü altı iklimi iyi düzenlenmemiş, yetiştiricilik yönünden pek çok sorunları bulunan, alt yapısı eksik, mekanizasyon düzeyi düşük seralar ortaya çıkmıştır. Yetiştiriciler arasındaki karşılıklı etkileşim, serada yetiştirme yapan üretici sayısında beklenenin üzerinde artışlar oluşturmuştur. Sonuçta sera yetiştiricilerinden teknik sorunları olmayan, çevre koşulları iyi düzenlenmiş, ekonomik ömrü daha uzun, alt yapısı tamamlanmış, belirli düzeyde ısıtma, havalandırma, toprak işleme, sulama ve gübrelemede işçilik giderlerini azaltan, mekanizasyon içeren, yatırım, gider, gelir, bakım ve onarımları ekonomik sınırlar içinde kalabilen sera projelerine talepler hızla artmaya başlamıştır. Tarım kuruluşları, Fakülteler ve kredi veren kurumlar bu yönden yoğun yetiştirici talepleriyle karşılaşmışlardır (Tokgöz, 1995).

Seralar oldukça pahalı yapı elemanları olduklarından dikkatli ve günün modern teknolojisi ile projelendirilmelidirler. Ancak modern teknolojinin yanlış uygulanması veya tam uygulanmaması nedeniyle birçok sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bunlar sırasıyla; taşıyıcı konstrüksiyon, havalandırma, ısıtma, soğutma, gölgeleme, sulama, iklimlendirme vb. olarak karşımıza çıkmaktadır (Tekinel ve Baytorun, 1990).

Günümüz Türkiye'sinde sera projeleri statik ve mukavemet hesaplamaları yapılmadan görerek hazırlanmaktadır. Bunun sonucunda ya gereğinden çok yada az malzeme kullanılmaktadır. Birinci durumda serada gereğinden çok gölgeleme olmakta, ikinci durumda ise kötü hava koşullarında seralarda yıkılmalar meydana gelmektedir. Bu durumların ortadan kaldırılması için sera projeleri ilgili standartlar yardımı ile statik ve mukavemet hesapları çok iyi bir şekilde yapılarak hazırlanmalıdır.

Kumova ve ark. (1996), tarımsal yapılarda sıkça kullanılan kafes kiriş sistemlerinin statik çözümlerini düğüm metodunu kullanarak çözen bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir.

Sera projelerinin hazırlanmasında kullanılan yöntemlerin hesap ve çizim işlemleri klasik yöntem ile yapıldığında uzun zaman almaktadır. Farklı projelerin kısa sürede hazırlanabilmesi için günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılan bilgisayarlardan yararlanılmalıdır. Seralarda bilgisayarlar ya da elektronik donanımlar çeşitli işlerin, otomasyonu için kullanılmaktadır. Uzman sistemler ise çeşitli sorunların çözümünde uzmanların yerini kısmen alabilmeyi amaçlamaktadır. Uzman sistemler, bilgisayarın insan gibi düşünebilmesine çalışılan sistemlerdir. Oldukça hızlı bir gelişme içerisindeki uzman sistemler, bugün tıp, kimya, tarım, jeoloji, matematik vb. pek çok bilim dalında kullanılmaktadır. Örtü altı yetiştiriciliği, tarımın diğer kollarına nazaran oldukça fazla uzmanlık bilgisi gerektirir. Üstelik bu bilgi sadece bir alanda değil, hastalık ve zararlılar, toprak sorunları, bitki fizyolojisi gibi bir çok alandaki uzmanın bilgisidir.

Halterman ve ark. (1988), uzman sistemlerin, tarımsal üretim yöneticilerinin kararlarına destek sağlamak için büyük bir potansiyel içerdiğini belirtmişlerdir. Doğadaki tarımsal sistemin kötü yapısından dolayı, uzman sistemleri geliştirmenin zor bir yöntem olduğunu ifade ederek, bu sistemlerin, tarımsal gelişim için bir yöntembilimi olduğunu vurgulamışlardır. Bir uzman danışmanın, problem çözümündeki mantığını temsil etmesinde yöntembilimi ve teknolojinin etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Günümüzde sera projeleri hazırlayan uzmanlara yönelik bilgisayar destekli program hemen hemen yoktur. Genel kullanım alanı bulan bilgisayar programları, profesyonel programcılar tarafından hazırlanmaktadır. Sera projeleri, sera projeleme konusunu bilen kişiler tarafından hazırlandığından özel bir konu kapsamına girmektedir. Özel konuları içeren bir programın hazırlanabilmesi için, programcı ekibine konu uzmanı olan bir kişinin dahil edilmesi gerekmektedir.

Ayrıca seralardan yüksek verimin yanında her zaman kaliteli verimin alınması arzulanır. Kalitesiz ürün alınmasına neden olan ana faktörlerden bir tanesi sera içi iklimidir. Seralarda düşük sıcaklık ve yüksek nem sorununu çözmek için alınabilecek önlemlerden biri de ısıtmadır. Düşük sıcaklık ve yüksek nem bir yandan fiziksel, kimyasal ve aromatik kalite noksanlığı oluştururken, diğer yandan yoğun tarımsal savaş ilacı ve hormon kullanımını zorunlu kılmaktadır. Seralarda nitelikli ve nicelikli verimin elde edilebilmesi için günlük ortalama dış sıcaklığın 12 °C'nin altına düşmesi durumunda ısıtma zorunluluğu vardır (Zabeltitz, 1992).

Rath (1992), yaptığı çalışmada Almanya'da farklı iklim koşulları için seralarda ısı enerjisi gereksinimini belirleyen HORTEx isimli bir bilgisayar paket programı geliştirmiştir. Bu program yardım ile farklı iklim bölgelerinde kurulan seralarda uygun ısıtma sistemleri belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada, sera projelerini hazırlayan ve bu konuda çalışan uzmanlara hizmet edecek bir uzman sistem, sistemin gelecekteki gelişmelere açık olması için modüller halinde hazırlanması, bilgisayar kullanabilen fakat sera konusunda bilgisi az olan kişilere de hizmet edebilmesi için kullanım kolaylığı sağlaması, sistemin hızlı ve az zaman alıcı olması gibi özelliklere yer verilerek oluşturulmuştur.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Gereksinim duyulan minimum bilgisayar konfigürasyonu; işletim sistemi olarak Windows 9x/2000/Me/XP, en az Pentium tabanlı bir işlemci, en az 10 MB sabit disk alanı, 8 MB RAM bellek, en az 1 MB'lık VGA ekran kartı gerekmektedir. Sera tasarımı uzman sistemler (SETUS) programının hazırlanmasında, Windows işletim sistemleri altında çalışan ve nesneye yönelik bir programlama dili olan Microsoft Visual Basic Professional Edition Windows 4.0 kullanılmıştır (Yanık, 1995; Tanyeri, 1995). Sera projesinin gerekli çizimlerinin hazırlanmasında AutoDESK firması tarafından piyasaya sürülen AutoCAD yazılımlarından AutoCAD çizim programı kullanılmıştır (Çıkış, 1995).

Bu çalışma, örtü malzemesi cam olan beşik çatı tipli bir sera göz önüne alınarak yapılmıştır. Projelemede kullanılan sera için açıklık genişliği 8.53 m, sera uzunluğu 30.45 m, blok sayısı 4, çatı eğim açısı 23.82°, yan duvar yüksekliği 2.34 m, su

basman yüksekliği 0.30 m, cam genişliği ve uzunluğu 0.60 m, çatıda kullanılan cam kalınlığı 4 mm, yan duvarlarda kullanılan cam kalınlığı ise 3 mm olarak kabul edilmiştir. Projelendirme esnasında, sera geometrisinde kullanılan elemanlar için TSE standartlarında (TS 498, TS 4110, TS 648) belirtilen sınır değerleri esas alınmıştır. Örtü malzemesi olarak cam ve plastik, taşıyıcı yapı malzemesi olarak çelik, birleşim elemanları olarak kaynak, perçin ve bulon, temel kısmında ise demirli ve demirsiz beton ile taş malzeme kullanılmıştır.

Projelenecek olan seranın ısı gereksinim değerinin hesaplanması için gerekli olan iklim değerleri (sıcaklık, radyasyon ve rüzgar hızı) Adana ili meteoroloji rasat kayıtlarından alınmıştır (Anonymous, 1971-1990).

Metot

Seraların projelendirilmesinde ana ilke, yapıya gelen ve gelebilecek yüklere emniyetle karşı koyabilecek, en ekonomik yapı elemanlarının seçimidir. En ekonomik yapı elemanının seçimi için, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri (TS 498), Serler (Seralar) Genel Yapım Kuralları (TS 4110), Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları (TS 648) standartlarında belirtilen esaslar kullanılmıştır (Anonymous, 1980,1984,1987).

Kafes kiriş sistemlerin statik çözümünde Düğüm noktası, Grafik ve Kesit yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kafes kiriş sistemlerinin çözümünde düğüm noktası yöntemi kullanılmıştır. Düğüm noktası yönteminin çözümünde Kumova ve ark. (1996) tarafından geliştirilen bilgisayar programından yararlanılmıştır.

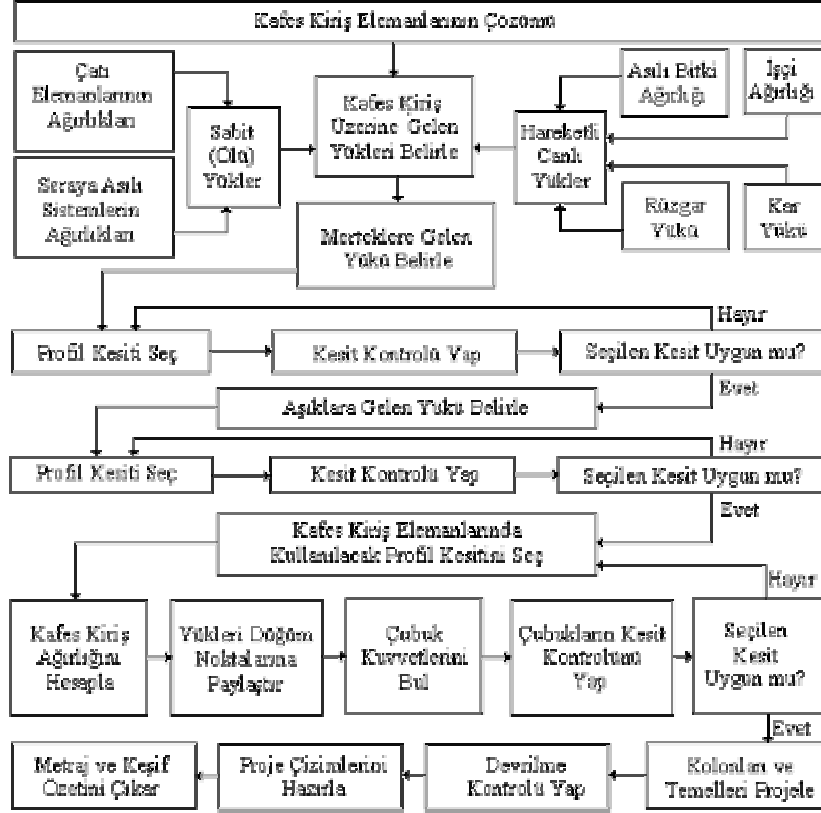
Hazırlanan sera projesinin metraj ve keşif özeti hazırlanmasında Bayındırlık Bakanlığı tarafından belirlenen esaslar ve yöntemler kullanılmıştır.

Isı gereksinimi, DIN 4701 standardına göre arzu edilen iç ve dış sıcaklık değerleri alınarak hesaplanmıştır (Rath, 1992). Hesaplanan ısı gereksinimini karşılamak için kullanılan farklı yakıt cinsleri, ısı değerleri ve randımanları sırasıyla; Fueloil, 10.060 Kwhl⁻¹, %90; Kömür, 8.500 Kwhkg⁻¹, %82; Odun, 4.060 Kwhkg⁻¹, %81; Elektrik, 1.000 KwhKwh⁻¹, %100 olarak alınmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Sera projelerinin hazırlanmasında çatıdan temele kadar olan işlemlerin akış diyagramı Şekil 1’de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi kafes kiriş sistemlerine, sabit ve hareketli olmak üzere iki tip yük etki etmektedir. Çatı elemanlarının ve seraya asılı sistemlerin ağırlıkları sabit yükleri, rüzgar yükü, asılı bitki ağırlığı, işçi ağırlığı, kar yükü ise hareketli yükleri oluşturmaktadır. Bu iki yükün toplamı, kafes kiriş sistemini etkilemektedir. Yüklerin belirlenmesinde rüzgar yükü, asılı bitki yükü, tesisat ağırlığı ve işçi ağırlığı dikkate alınmış, kar yükü ise dikkate alınmamıştır.

Bu çalışmada, projelenecek seranın yüklerinin belirlenmesinde “Kapalı” ve “Açık” olma kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu iki kriter ayrı ayrı incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda her bir çubuk için elde edilen en büyük çekme ve basma çubuk kuvvetleri belirlenmiştir. Belirlenen bu çekme ve basma çubuk kuvvet değerleri projelendirme kriteri olarak ele alınmıştır. Daha sonra bu kriterler kullanılarak projelendirme yapılmıştır.



Şekil 1. Çatıdan temele projelendirme işlemlerinin akış diyagramı.

Cam sera projelerinin hazırlanmasında, kullanıcı verilerine göre projelendirme yapıldığında kullanılan malzemedeki fire oranı ve işçilik giderleri artmaktadır. Bunun önlenmesi için kullanıcı değerlerinin düzenlenmesi gerekmektedir. Cam sera projelerinde en fazla kullanılan malzeme cam olduğundan, cam malzemede fire olmaması istenir. Bu nedenle kullanıcı değerlerinin düzenlenmesinde en önemli etken cam boyutlarıdır. Profile yerleştirilen cam malzemenin genişliğinde kırılmaması için profil ile cam arasında yeterli boşluk bırakılmalıdır. Ancak bu boşluk profilin genişliği veya bükülmesi sonucunda, camların düşmesine imkan verecek büyüklükte olmamalıdır. Bu nedenle profil ile cam arasında en az 1 mm boşluk bırakılmalıdır (Baytorun, 1995).

Projelendirme sonucunda kullanıcı ve proje değerleri için kullanılan cam örtü malzeme miktarları hesaplanmış ve cam malzemede meydana gelen fire oranları (m^2) ve yüzde (%) olarak Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanıcı ve proje değerlerinin örtü malzemesine göre karşılaştırılması.

Proje Seçenekleri	Örtü Yüzey Alanı	Cam Sayısı	Toplam Cam Alanı	Cam Örtü Malzemesinin Fire Oranları		
	m ²	Adet	m ²	Adet	m ²	%
Kullanıcı Değerleri	1292	4032	1452	445	160	12.4
Proje Değerleri	1502	4280	1541	109	39	2.6

Tabloda da görüldüğü gibi kullanıcı tarafından girilen proje değerlerine göre sera örtü yüzey alanı 1292 m² olarak hesaplanmıştır. Bu yüzey alanı örtmek için 0.6x0.6 m² ölçülerine sahip 4032 adet (1452 m²) cam malzemeye ihtiyaç vardır. Bu durumda kullanım dışı kalan cam malzeme miktarının oranı % 12.4 (445 adet, 160 m²) olmaktadır. Kullanıcı değerlerinin düzenlenmesi ile elde edilen proje değerlerine göre sera örtü yüzey alanı 1502 m² olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan yüzey alanı örtmek için aynı ölçülere sahip 4280 adet (1541 m²) cam malzemeye gereksinim vardır. Proje değerlerine göre kullanım dışı kalan cam malzeme miktarının oranı ise % 2.6 (109 adet, 39 m²) olmaktadır. Kullanıcı değerlerinin düzenlenmeden projelirmede kullanılması durumunda, örtü malzemesinde % 12.4 oranında bir kayıp meydana gelirken işçilik masrafları da artmaktadır. Bu nedenle örtü malzemesindeki bu kaybı önlemek için, kullanıcı verileri mutlaka düzenlenerek projelirmede kullanılmalıdır.

Proje değerlerindeki kayıp, sera çatısının üçgen kısımlarında meydana gelmektedir. Kullanıcı değerleri düzenlendiği zaman, seranın diğer yüzeylerinde cam örtü malzemesinde kayıp söz konusu değildir. Buna rağmen kullanıcı değerlerinde meydana gelen % 12.4 oranındaki kayıp ise, sera çatısının üçgen yüzeyleri dışındaki diğer yüzeylerde ortaya çıkmaktadır.

Sera projelerinin hazırlanmasında çatıdan temele kadar bir dizi işlemler yapılmaktadır. Projelendirme işlemine çatıdan başlandığı için önce çatı elemanlarının çözümü yapılmıştır. Bunun için kafes kiriş elemanlarında kullanılan çubukların kesit optimizasyonu yapılmıştır. Kesit optimizasyonu için bazı kabuller yapılarak bir iterasyon oluşturulmuştur. İterasyon sonunda kafes kiriş elemanlarında kullanılan çubukların analizinde ortaya çıkan en büyük çekme ve basma kuvvetleri Tablo 2’de, projelirmede kullanılan çubuk profil kesitleri ve bu kesitlere ait teknik özellikler ise Tablo 3’de verilmiştir.

Daha önce yapılan sera çözümleri incelendiğinde, kafes kiriş elemanları farklı yük etkisinde kalmaktadır. Bu nedenle kafes kiriş elemanlarını oluşturan çubuklar, yük etkisi ve montaj kolaylığı da dikkate alınarak numaralandırılmıştır (Şekil 2).

Şekilde de görüldüğü gibi en fazla yük 1 nolu çubuklara gelirken, en az yük ise 4 nolu çubuklara gelmektedir. Kafes kiriş elemanlarının optimizasyon işlemi dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon işleminden sonra, tüm kafes kiriş elemanları için aynı kesitin kullanılması durumunda toplam çatı makas ağırlığı 2,431 ton, kafes kiriş elemanlarında kullanılan kesitlerin optimize edilmesi durumunda toplam çatı makas ağırlığı ise 2,013 ton olmaktadır.

Tablo 2. Çubuklarda ortaya çıkan en büyük çekme ve basma kuvvetleri.

Çubuk No	Çubuk Adı	Çubuk Boyu	Çekme Kuvveti (kg)	Basma Kuvveti (kg)
1	AB	2.13	1296	-1078
2	AH	2.33	1262	-1482
3	BH	0.94	117	0
4	BC	2.13	1296	-1078
5	HG	2.33	927	-1053
6	HC	2.33	506	-560
7	GC	1.88	568	-409
8	GF	2.33	927	-1053
9	CF	2.33	506	-560
10	CD	2.13	1296	-1078
11	FD	0.94	117	0
12	FE	2.33	1262	-1482
13	DE	2.13	1296	-1078

Bu durum bize kafes kiriş elemanlarının optimize edilmesi ile çatı makasında, malzemeden %17 oranında tasarruf sağlanacağını göstermektedir. Bu durumu 1997 birim fiyatları ile kıyaslarsak, optimize edilmeyen malzemelerin birim maliyeti 190,624 TLm⁻², optimize edilen malzemelerin birim maliyeti ise 157,831 TLm⁻² olmaktadır. Eğer kafes kiriş elemanlarında kullanılan profiller optimize edilir ise sera birim maliyeti 32,793 TLm⁻² azalmaktadır.

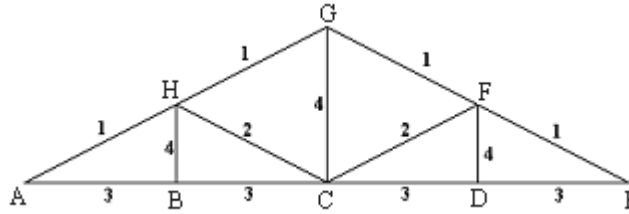
Tablo 3. Projelemede kullanılan çubuk profil kesitleri ve teknik özellikler.

Simgesi	Boyutlar		Kesit alanı A (cm ²)	Kesit Ağırlığı G (kg)	Atalet Yarıçapı I (cm)	Kullanıldığı Elemanlar
	b (mm)	h (mm)				
L.35.35.5	35	35	3.28	2.57	1.04	AH,HG,GF,FE
L.35.35.4	35	35	2.67	2.10	1.05	AB,BC,CD,DE
L.20.20.4	20	20	1.45	1.14	0.58	HB,GC,FD
L.25.25.4	25	25	1.85	1.45	0.74	HC ve CF
U.50.100.10	50	100	13.50	10.60	3.91	Aşıklar
T.60.60.7	60	60	7.94	6.23	1.73	Mertekler
L.20.20.4	20	20	1.45	1.14	0.58	Havalandırma Pencereleleri
T.20.20.4	20	20	1.12	0.88	0.42	Havalandırma Pencereleleri
L.35.35.5	35	35	3.28	2.57	1.04	Kapılar
I.100.96.5	100	96	21.20	16.70	4.10	Kolonlar

Hazırlanan sera projesi için, sera içinde istenilen sıcaklık değeri dikkate alınarak ısı gereksinim değerleri hesaplanabilmektedir. Seralarda iç sıcaklık değeri 13 °C'nin altına düştüğü zaman seralar ısıtılmalıdır (Baytorun, 1995). Bu nedenle set sıcaklığı

program tarafından 14 °C, havalandırma sıcaklığı ise 25 °C olarak alınmıştır.

Sera içi sıcaklık değeri tüm haftalar için 14 °C olduğu zaman hesaplanan yıllık ısı gereksinimi 75.15 kWhm⁻², sera içi sıcaklığı 8. ile 18.haftalar için 8 °C, diğer haftalar için 14 °C olduğu zaman yıllık ısı gereksinimi ise 67.30 kWhm⁻² olmaktadır. Farklı iç sıcaklık değerleri için gereksinim duyulan yıllık ısı gereksinimlerinin farklı yakıt cinsleri için irdelenmiştir. Buna göre sera içindeki sıcaklığı 13 °C kabul edildiğinde yıllık ısı gereksinimi 59.25 kWhm⁻² olmaktadır. Bu ısı gereksinimini karşılamak için m²'ye 6.54 l fueloil, 8.50 kg kömür, 18.01 kg odun ve 59.25 kWh elektrik kullanılmalıdır. Sera iç sıcaklığının 3 °C artırılması durumunda ısı gereksinimi % 90.1 artışla 112.63 kWhm⁻² olmaktadır.



Şekil 2. Projelemede kullanılan çatı makası.

Gündüz-gece farklı sıcaklık uygulamaları sonucu elde edilen yıllık ısı gereksinim değerlerinin farklı yakıt cinsleri için irdelenmiştir. Buna göre sera içi gündüz sıcaklığı 16°C, gece sıcaklığı ise 12°C kabul edildiğinde yıllık ısı gereksinimi 50.81 kWhm⁻² olmaktadır. Bu ısı gereksinimini karşılamak için m²'ye 5.61 l fueloil, 7.29 kg kömür, 15.45 kg odun ve 50.81 kWh elektrik enerjisi gerekmektedir. Sera gündüz ve gece iç sıcaklığının 2 °C artırılması durumunda ısı gereksinimi % 68 artışla 85.32 kWhm⁻² olmaktadır.

Elde edilen projelendirme kriterleri ile yeniden belirlenen boyutlara göre hazırlanan görünüş ve detay çizimlerine ait değerler AutoCAD programında izlenmek üzere gerekli dosyalara aktarılmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, geliştirilen bu program yardımı ile farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerde sera yapı elemanlarının kullanıcının istemine bağlı olarak seçimi, statik çözümü ve malzeme kayıplarının ortadan kaldırılması mümkün olabilmektedir. Bu çalışmanın sonunda;

- Geliştirilen program (SETUS) ile seraların projelendirilmesi kısa sürede yapılmakta,
- Kullanılan işgücü en az düzeye indirilmekte,
- Proje talebinde bulunan kişi ve kuruluşlara farklı sera projeleri hazırlanarak alternatif sunulabilmekte,
- Sera projelerinin hazırlanmasında kullanılan temel bilgiler daha önceden bilgisayara girilmiş olduğundan kullanıcı daha az girdi kullanarak sera projelerini hazırlayabilmekte,

- Isıtma giderleri seçilen yakıt cinsine göre hesaplanabilmekte,
- Sera projesinin aktüel birim fiyatlara göre maliyet hesabının çıkarılması ile sera inşaatını yaptıracak olan kişi ve kuruluşlar, projenin hayata geçirilmesi konusunda fikir sahibi yapılmakta,
- Programın kullanımı kolay olduğu için sera konusunda bilgisi olan ve kısa bir eğitimden geçen kişilere de sera projesi hazırlama imkanı sağlanmaktadır.

Yapılan bu çalışma, benzer çalışmalar için bir temel teşkil etmektedir. Bundan sonra yapılacak benzer çalışmalarda; farklı kafes giriş sistemlerinin çözümü yapılarak alternatif projeler hazırlanmalı, kafes giriş sisteminin oluşturulmasında kullanılan profiller üzerinde en uygun profil kesitlerini belirleyecek çalışmalar yapılmalı, düğüm noktalarının tertibi konusunda çalışmalar yapılarak en uygun bağlantı şekilleri belirlenmeli, farklı birleştirme elemanları irdelenerek seralar için en uygun birleştirme elemanı belirlenmeli, ısıtmanın dışında yer alan iklimlendirme unsurlarını içeren çalışmalar yapılmalı, ST37 çeliğinden farklı olarak imal edilen diğer çeliklerin kullanıldığı projelene çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., Tuncay, Ö., 1990. Seracılıkta Uzman Sistemlerin Kullanımı. 5. Seracılık Sempozyumu, s.433-437, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir.
- Anonim, 1980. TS 648, Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları. Türk Standartlar Enstitüsü. 1.Baskı.
- Anonim, 1984. TS 4110, Serler (Seralar) Genel Yapım Kuralları. TSE1.Baskı.
- Anonim, 1987. TS 498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri. Türk Standartlar Enstitüsü. 1.Baskı.
- Baytorun, A. N., 1995. Seralar. ÇÜ. ZF. Ders Kitapları Yayın No.29, Çeviri, Adana.
- Çıkış, E., 1995. AutoCAD R.12, 2.Baskı, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Halterman, S. T. ve ark., 1988. Double Cropping Expert System. Transactions of the ASEA, vol. 31(1), s.234-239.
- Kumova, Y. ve ark., 1996. Tarımsal İnşaatda Kullanılan Düzlem Kafes Giriş Sistemlerinin Statik Çözümü İçin Bir Bilgisayar Programı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, s.77-86. Cilt:11, Sayı:4, Adana.
- Rath, T., 1992. Einsatz wissensbasierter Systeme zur Modellierung und Darstellung von gartenbautechnischem Fachwissen am Beispiel des hybriden Expertensystems (HORTEX), Heft 34. Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft Universität Hannover.
- Tanyeri, F. M., 1995. İleri Düzey Visual Basic. C. E. S. Enternasyonel Kitapevi Basım Yayım Dağıtım San. Tic. Ltd. Şti., 2.Baskı, Kemeraltı, İzmir.
- Tekinel, O., Baytorun, A.N., 1990. Seracılıkta Yeni Teknolojiler. 5. Seracılık Sempozyumu, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, s.11-20, İzmir.
- Tokgöz, H., 1995. Doğu Akdeniz Yöresi İklim Koşullarına Uygun Sera Tiplerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Adana.
- Yanık, M., 1995. Microsoft Visual Basic for Windows. Profesyonel Sürüm. Beta Yayım Dağıtım A. Ş., Cağaloğlu, İstanbul.
- Zabeltitz, Chr. von., 1992. Energy-efficient greenhouse designs for Mediterranean countries. Plasticulture, No.96-1992/4.