

Sera İklimlendirme Kontrolü İçin Etkin Bir Gömülü Sistem Tasarımı

Nurullah Öztürk, Selçuk Ökdem, Serkan Öztürk

Erciyes Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kayseri

ozturk.nurullah@yahoo.com.tr, okdem@erciyes.edu.tr, serkan@erciyes.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, mikro denetleyici tabanlı sera iklimlendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem sayesinde seralarda sıcaklık ayarlaması yapılarak ürünlerde verim artırılması amaçlanmıştır. Bununla birlikte sıcaklık ayarlaması yapılırken enerji tasarrufu sağlanarak serada maliyetin düşürülmesi de amaçlanmıştır. Enerji tasarrufu sağlamak amacıyla hem sera içi hem de sera dışı sıcaklık değerleri kontrol edilmiştir. Uygun sıcaklığın ayarlanması sera dışı ısıdan faydalanılarak gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sera İklimlendirme, Gömülü Sistem, Mikrodenetleyici

An Effective Embedded System Design for Greenhouse Climate System

Abstract: In this paper, greenhouse climate system based microcontroller is developed. By means of this system, it is aimed to improve productively of goods by temperature adjusted in greenhouses. In addition to this, it is also aimed to decrease production cost while the temperature has been adjusted. In order to save energy temperature values of greenhouse are adjusted not only inside but also outside. Appropriate temperature is adjusted by utilization of outside heat.

Keywords: Greenhouse Climate System, Embedded System, Microcontroller.

1. Giriş

Doğal yetiştirme koşullarının uygun olmadığı bölgelerde veya mevsimlerde ağaç fideleri, çiçek fideleri, meyve-sebze fideleri gibi çeşitli bitkilerin yetişmesi için uygun ısı ortamı oluşturmak amacıyla cam, naylon ya da daha farklı ışığı geçiren malzemelerle kaplanan yerlere sera denir. İstenen yetiştirme şartlarının sağlanması için kontrol edilen ortam parametrelerinin durumuna göre ısıtma, soğutma, havalandırma, sulama vb. işlemler gerçekleştirilir. Örneğin sera hava sıcaklığının kontrolü için havalandırma pencereleri ile doğal havalandırma, vantilatörler yardımı ile mekanik

havalandırma yapılırken; soğutma için fanlar ile birlikte yastık sistemi, ısıtma için sıcak havalı ve sıcak sulu sistemler kullanılmaktadır[1]. Sera iklimlendirme kontrolünde özellikle ısıtma harcamaları bazı durumlarda üretim masraflarının %65'ine kadar ulaşabilmektedir. Enerji maliyeti nedeniyle seraların yeterince ısıtılmaması ürün kalitesinin ve miktarının istenilen seviyeye getirilememesi sonuçlarını doğurur [2]. Bu yüzden her bir ürün için uygun yetiştirme koşulunun sağlanması aynı zamanda enerji tasarrufunun da olması büyük önem taşımaktadır. Seralarda iklimlendirme sistemi kontrolüne yönelik pek çok çalışma yapılmıştır [3- 11].

Yapılan çalışmalar serada yetiştirilen ürün için uygun sıcaklık ve nem değerlerinin kontrol edilmesi amaçlı geliştirilmiştir. Çalışmaların bazılarında da uzaktan kontrol etme amaçlı web ara yüzü tasarlanmıştır. Fakat yapılan çalışmalarda tüm dünyada yaşanan enerji kaynağı sorunu göz ardı edilerek sadece ürün için gerekli ortam oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada sera iklimlendirme için minimum enerji ile maksimum verimin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bunun için sera içi sıcaklık değerini ürüne ait ideal tek bir sıcaklıkta sabit tutmaya çalışmak yerine optimum sıcaklık değerleri arasında kalmasını sağlayarak enerjiden tasarrufu amaçlıyoruz. Enerji tasarrufu için sera içi sıcaklığın optimum sıcaklık değerlerinde dengelenmesinde seranın dış ortam sıcaklığından faydalanılmaktadır.

Sera iklimlendirme kontrolü için tasarlanacak etkili bir kontrol sistemi öncelikle sera sıcaklığının yetiştirilen ürüne göre ayarlanmasına bağlıdır. Sera yetiştiriciliğindeki amaç, en yüksek verim ve kaliteyi sağlayacak optimum sıcaklığın sağlanmasıdır. Optimum sıcaklık değeri bitki tür ve çeşitlerine göre farklılıklar gösterir.

Sebze Türü	Min.	Optimum	Maks.
Domates	18	21-24	26
Biber	18	21-24	26
Patlıcan	18	21-30	35
Kavun	15	18-24	32
Fasulye	10	15-21	26
Muz	14	27	34

Şekil 1. Bitkilerin gelişimi için gerekli sıcaklık değerleri(°C)[12]

Yüksek sıcaklık bitkilerde strese, gövde direncinde azalmaya, fotosentez ile solunum dengesinin bozulmasına, yaprak alanın azalmasına, büyümenin yavaşlamasına meyve verim ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Düşük sıcaklıkta ise bitkinin donmasına, meyve renginin oluşmaması,

verim ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır. Bazı sera ürünleri için minimum maksimum ve optimum sıcaklık değerleri Şekil_1’de verilmiştir. Bu yüzden ürünler yetiştirilirken hem en uygun sıcaklık sağlanmalı hem de enerji tasarrufu ön planda tutulmalıdır.

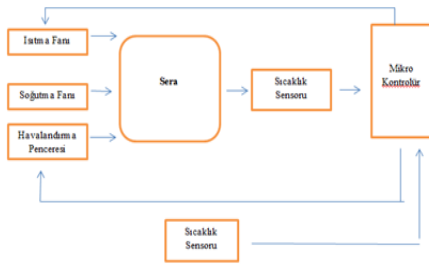
Serada sıcaklık güneş ışınlarının etkisiyle ve yapay ısıtıcılarla sağlanır. Güneş ışınlarının % 40-60’ı ısıtıcı niteliktedir. Bu ışınların bir kısmı yansıma, absorpsiyon ve kırılma etkisiyle kaybolur. Sera içindeki toprak, seranın iç yüzeyi ve bitki tarafından tutulan güneş ışınlarının bir kısmı daha sonra yansıtılır. Bu da ısınmaya yol açar. Isınan bir ortamda sıcaklık devamlı aynı seviyede kalmaz, devamlı bir kayıp söz konusudur. Bu yüzden sera yapımında kullanılacak olan uygun malzeme iklim şartlarına göre seçilmelidir. Şekil_2’de sera yapımında kullanılan maddelerin ışınım geçirgenlik değerleri verilmiştir. Seranın kurulacağı bölgeye göre malzemenin seçilmesi enerji tasarrufu konusunda önem arz etmektedir.

Malzeme	Işınım Geçirgenliği
Cam	%88
PE	%88-92
UV katkılı PE	%87
IR katkılı PE	%82
Polyester	%87

Şekil 2. Örtü Malzemelerinin Güneş ışınımı geçirgenliği[12]

2. Sistemin Tasarımı

Sera iklimlendirme kontrolü için tasarlanan kontrol sistemi Şekil_3’de gösterilmiştir. Tasarlanan kontrol sisteminde hem sera içerisindeki sıcaklık değeri alınırken hem de seranın dış ortamındaki sıcaklık değeri alınmaktadır. Sera dışında bulunan sıcaklık sensörü yardımıyla sera içerisindeki sıcaklığın dengelenmesinde enerji tasarrufunun sağlanması amaçlanmıştır.



Şekil 3. Sera iklimlendirme kontrol sistemi.

Güneş ışınlarının yıl içerisinde farklı açılar yapmasından dolayı oluşan dış ortam sıcaklığının değişmesinden sera içerisinde de sıcaklığın farklı değerler almasına sebep olmaktadır. Sıcaklık değerinin yetiştirilen ürün için optimum değerler arasında olması ürün verimini artıracak gibi enerji maliyetinin de düşürülmesine katkı sağlayacaktır. Bu çalışmamızda bu ilke üzerine kurulmuştur.

2.1 Sistem Girişi

Sera yetiştiriciliğinde farklı bitki türleri için istenen ortamın sıcaklık değerleri değişiklik göstermektedir. Bu sebepten dolayı programda öncelikle kullanıcıya yetiştireceği ürünü belirtme imkânı verilmiştir. Sıcaklık kontrolü için öncelikle sera içi ortam ve seranın dışı ortam sıcaklık değerleri, sıcaklık sensörlerinden alınan değer ile seçilen ürüne ait sıcaklık aralık değerleri karşılaştırılmıştır.

$$SS = ISmin - OSS \quad (1)$$

$$DS = ISmax - OSO \quad (2)$$

Formüllerde verilen kısaltmalar aşağıda belirtilmiştir.

SS: sera içi sıcaklık farkı,
ISmin: sera ürünü için gerekli minimum sıcaklık değeri,

OSS: sera içerisinde ölçülen sıcaklık değeri

DS: seranın dış ortamının sıcaklık değeri

ISmax: sera ürünü için gerekli maksimum sıcaklık değeridir.

Sera iç ortam sıcaklık değeri kullanıcının seçmiş olduğu ürüne ait sıcaklık değerleri arasında ise ve seranın dış ortam sıcaklık

değeri de seçilen ürüne ait uygun değerler arasında ise seranın içi ve dış ortamın sıcaklığı ürüne uygun olduğu için havalandırma ünitesi aktif hale getirilir.

Sera içi sıcaklık değeri kullanıcının seçmiş olduğu ürüne ait uygun sıcaklık değerlerin maksimumundan büyük ise ve sera dışı sıcaklık değeri de seçilen ürüne ait uygun sıcaklık değerleri arasındaysa veya sera dışı sıcaklık seçilen ürüne ait uygun sıcaklık değerlerinin maksimumundan büyük ise sera sıcaklığı fazla olduğu için soğutma ünitesi aktif hale getirilir. Seranın sıcaklığı maksimum değer ile -%15 tolerans sıcaklık aralığına kadar soğutma işlemi devam eder.

Sera içi sıcaklık değeri kullanıcının seçmiş olduğu ürüne ait uygun sıcaklık değerlerin maksimumundan büyük ise ve sera dışı sıcaklık değeri de seçilen ürüne ait uygun sıcaklık değerlerinin minimumundan küçük ise havalandırma ünitesi aktif hale getirilerek sera sıcaklığını maksimum değer ile -%15 tolerans sıcaklık aralığına kadar soğutma işlemi devam eder. Bu şekilde soğutmak yapılarak için gereksiz enerji tüketiminin önüne geçilmektedir.

Sera içi sıcaklık değeri, kullanıcının seçmiş olduğu ürüne ait uygun sıcaklık değerlerin minimumundan küçük ise ve sera dışı sıcaklık değeri de seçilen ürüne ait uygun sıcaklık değerleri arasında veya sera dışı sıcaklık değeri de seçilen ürüne ait uygun sıcaklık değerleri minimumundan küçük ise sera sıcaklığı düşük olduğu için ısıtma ünitesi aktif hale getirilir. Ürün sıcaklığı minimum değer ile +%15 tolerans sıcaklık aralığına kadar ısıtma işlemi devam eder.

Sera içi sıcaklık değeri, kullanıcının seçmiş olduğu ürüne ait uygun sıcaklık değerlerinin minimumundan küçük ise ve sera dışı sıcaklık değeri seçilen ürüne ait uygun sıcaklık değerlerinin maksimumundan büyük ise havalandırma ünitesi aktif hale getirilerek sera sıcaklığını minimum değer ile +%15

tolerans sıcaklık aralığına kadar ısıtma işlemi devam eder. Bu şekilde ısıtmak için de gereksiz enerji harcanması önlenmiş olur.

2.2 Sistem Çıktısı

Sistem çıkışları olarak ısıtma amaçlı ısıtıcı fan, soğutma amaçlı soğutucu fan motoru hızları ve havalandırma ile sera sıcaklığı kontrolü gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık değişim aralığına göre fan devreye girerek fanın çalışma hızları çok yavaş, yavaş, orta, hızlı ve çok hızlı olmak üzere 5 farklı değişik hızlarla çalışması sağlanmıştır. Sera içi sıcak için tek bir sıcaklık değerinin sağlanmasından ziyade optimum değerler arasında bir ortam oluşturularak fazla enerji tüketiminin önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Maksimum sıcaklık değerinin %15 altı ile minimum sıcaklığı %15 fazlalığına kadar sıcaklık değerleri ürün için ideal ortam oluşturulmasını sağlamıştır. Fanların ve havalandırmanın durumları Şekil_4, Şekil_5, Şekil_6 da gösterilmektedir.

S		Isıtıcı Fan	Soğutucu Fan	Havalandırma
r	Çok Düşük	Çok Hızlı	-----	Kapalı
a	Düşük	Hızlı	-----	Kapalı
i	Orta	Orta	-----	Kapalı
ç	Yüksek	-----	-----	Açık
ı	Çok Yüksek	-----	Yavaş	Açık

Şekil 4. Hava soğuk iken fanların Kuralı

S		Isıtıcı Fan	Soğutucu Fan	Havalandırma
r	Çok Düşük	Orta	-----	Açık
a	Düşük	-----	-----	Açık
i	Orta	-----	Yavaş	Kapalı
ç	Yüksek	-----	Orta	Kapalı
ı	Çok Yüksek	-----	Hızlı	Kapalı

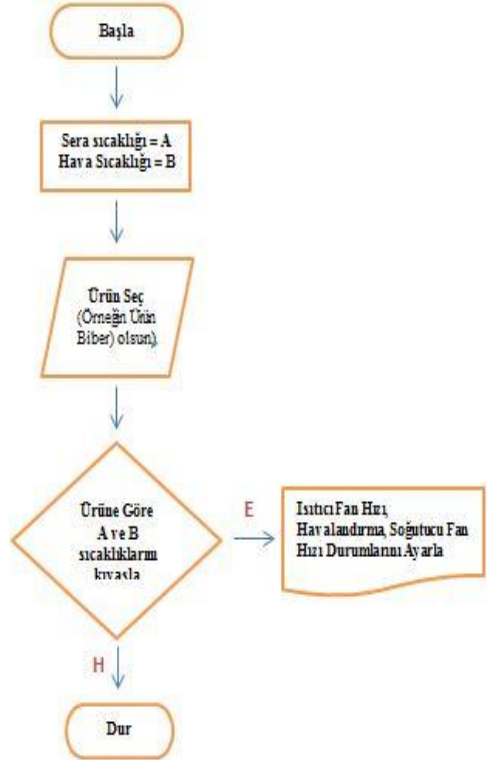
Şekil 5. Hava sıcak iken fanların Kuralı

S		Isıtıcı Fan	Soğutucu Fan	Havalandırma
r	Çok Düşük	----	-----	Açık
a	Düşük	-----	-----	Açık
i	Orta	-----	-----	Açık
ç	Yüksek	-----	Yavaş	Açık
ı	Çok Yüksek	-----	Orta	Açık

Şekil 6. Hava Sıcaklığı ideal iken Fanların Kuralı

2.3 Sistemin Çalışması

Sistemin genel olarak çalışma mantığının Şekil_7 de gösterildiği gibidir.



Şekil 7. Sıcaklık Kontrolünün Akış Diyagramı

İşleyiş akışında öncelikle program çalıştırıldığında sera içi sıcaklığı A değişkeninde ve sera dışı sıcaklığı ise B değişkenine atanmaktadır. Daha sonra ekrana sistemde tanıtılan ürünler ve bu ürünlere ait uygun sıcaklık değerlerinin bulunduğu tanıcı bilgiler gelmektedir.

Şekil_8'de örnek olarak gösterilmektedir. Kullanıcıdan sera içerisinde yetiştireceği ürünü seçmesi istenilmektedir. Örneğin seçilen ürünümüz biber olsun. Biber için uygun sıcaklık değerleri Şekil_1 tablosundaki gösterildiği gibi optimum sıcaklık değerleri 21-24°C dir. Sistem artık sera içi ve sera dışı sıcaklık değerini bu ürüne ait değerlerle kıyaslayarak seranın ve havanın durumunu belirlemeye çalışmaktadır. Hava sıcaklığı 0-10°C olduğu durumda hava sera için soğuk kabul edilmektedir. Sera içi sıcaklık 10-15°C ise sera içi sıcaklık değerinin de ürün için çok düşük olduğu kabul ederek Şekil_4'deki kurallara göre ısıtıcı fan çok hızlı çalıştırılmakta, havalandırma ve soğutucu fan kapalı durumda tutulmaktadır. Entegrenin 1sn'den az aralıklarla sıcaklığı ölçümünden yararlanılarak sera içi sıcaklık durumu sürekli kontrol edilerek sera içi sıcaklığın ürüne ait optimum değerler arasında kalması sağlanmaktadır. Sera içi sıcaklık değerleri optimum aralıkta bir değere geldiğinde ısıtıcı fan hızı orta seviyelere çekilmiştir. Sera içi sıcaklık değeri optimum değerleri aşması durumunda havanın soğuk olmasından faydalanılarak havalandırma açılarak doğal serinletme işlemi uygulanarak hem temiz havanın ortama alınması hem de soğutma maliyetinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Şekil_4, Şekil_5 ve Şekil_6 da verilen kurallara göre sera içi sıcaklık değeri ürüne ait uygun ortamın ayarlanması sağlanmaktadır. Sadece ürün için sadece tek bir sıcaklık değerine bağlı kalmak yerine +%15 ile -%15 sıcaklık değerleri aralığında ürün için en uygun ortamın oluşturulması prensibine dikkate alınmasının yanı sıra maliyetin düşürülmesi amaçlanmıştır.

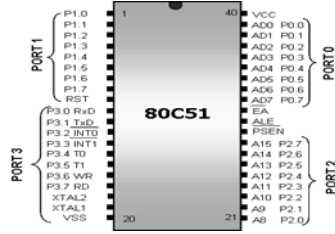
3. Mikro Denetleyici

Mikro denetleyici, bir mikroişlemcinin mikroişlemci birimi (MİB), hafıza ve giriş-çıkışlar, kristal osilatör, zamanlayıcılar (timers) seri ve analog giriş çıkışlar, programlanabilir hafıza (NOR Flash, OTP ROM) gibi bileşenlerle tek bir tümleşik devre üzerinde üretilmiş halidir. Sera sistemlerinde

birçok mikroişlemciden yararlanılır.

3.1. 80C51

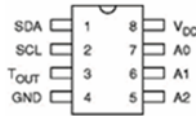
Kontrol uygulamalarına yönelik 8 bit CPU su bulunan 64 KB program hafızası ve veri hafıza adres alanı, 4K Romu, 128 bayt Ram, 4 tane 8-bit Giriş/Çıkış portu 2 adet 16bit zamanlayıcı/sayıcısı, full duplex UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter) sahip bir 40 pini bulunan bir denetleyicidir.



Şekil 7. 80C51 pin gösterimi

3.2. Dallas 1621 Entegresi

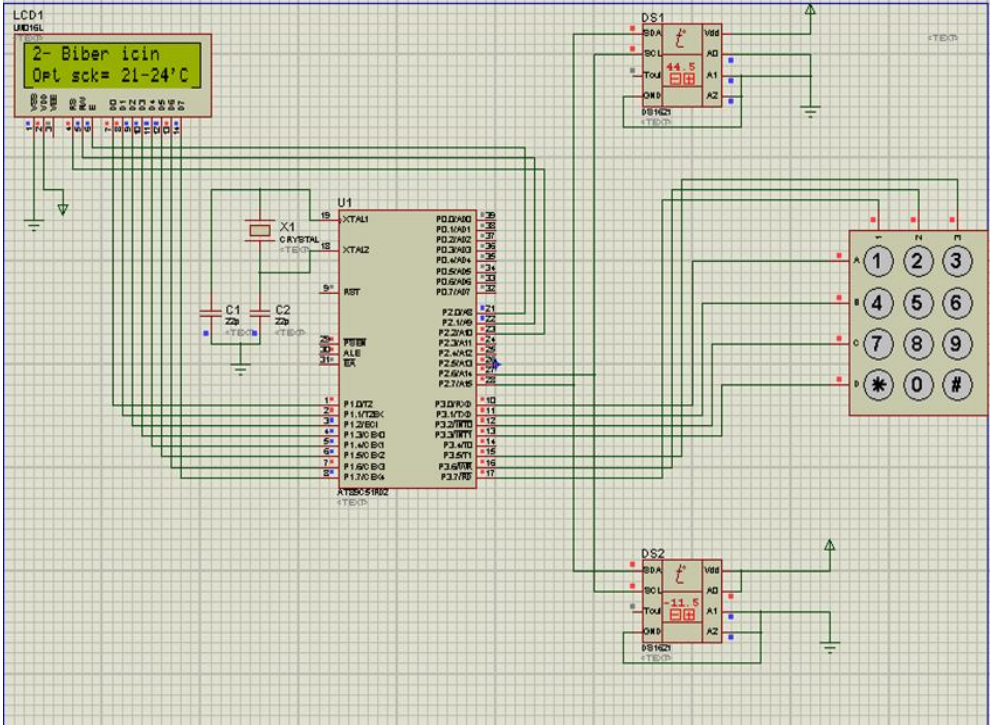
Sıcaklık ölçümü için harici bir parçaya ihtiyaç duymayan, -55°C ile +125°C arasında 0,5°C artışlarla ölçüm yapabilen, 1 sn'den az sürede sıcaklığı sayısal formata çevirebilen, veri I2C seri haberleşme protokolü ile gönderilip ve alınabilen gelişmiş bir sıcaklık ölçüm entegresidir.



Şekil 8. Dallas 1621 pin gösterimi

4. Sonuçlar

Tasarlanan kontrol sisteminin performansı Proteus Virtual System Modeling (VSM) sistem modelleme ve simülasyon programı üzerinde değerlendirilmiştir. Simülasyon için tasarlanan kontrol sistemi Şekil_8'de gösterilmiştir. Simülasyonda entegreler arası gerekli bağlantılar yapılarak ve yazılmış olan program eklenerek arayüzde gösterilmiştir.



Şekil 8. Tasarlanan kontrol sisteminin Proteus VSM programı simülasyon modeli.

Yapılan testlerde biber yetiştiriciliği için uygun ortam şartları temel alınarak sıcak hava fanı, soğuk hava fanı ve havalandırma motoru için kontrol sinyalleri üretilmiştir. Biber optimal olarak gündüz 21 – 24 °C, gece 15 – 17 °C sıcaklıkta iyi gelişir. Sıcaklık 21 °C 'nin altına düştüğünde büyüme yavaşlar [13].

Sistem için mikro kontrolör olarak Atmel At89c51rd2 kullanılmış olup gerekli kontrol programı Keil C51 derleyicisi ile kodlanmıştır. Sera ve ortam sıcaklık değeri Dallas 1621 sensörü kullanılmıştır. Kullanıcıya istenilen sıcaklık değerlerini tanımlama imkânı sunmuştur. Programda tanımlanan sera ürünleri ve bu ürünlere ait optimum sıcaklık değerleri LCD üzerinden kullanıcıya aktarılarak ürününü seçmesi sağlanmıştır. Kullanıcının seçtiği ürüne göre program aracılığıyla sera içerisinde sıcaklığı sağlanmaya çalışılmıştır. Simülasyon sonuçlarında tasarlanan sistemin istenilen

sıcaklık değerini korumak üzere tatmin edici performansa sahip olduğu ve uygulanabilirliğini göstermektedir.

Sera yetiştiriciliğinin dezavantajı maliyet açısından tarlada ürün yetiştirmeye göre daha pahalı olmasıdır. Bu sebepten rekabeti sağlayabilmek için üretim maliyetlerini düşürülerek, verim artırılmalıdır. Yapılan çalışmada sera iklimlendirme kontrol sistemi tasarlanırken göz önünde bulundurulması gereken en önemli faktörlerden biri de şüphesiz enerji tüketimini en aza indirerek tasarruf sağlamak olmalıdır. Bizde sera iklimlendirme kontrollerinde gömülü kontrolörün kullanılabilirliği göstermek amacıyla gerekli alt yapının oluşturulması ve mekanik soğutma veya ısıtma yerine daha çok doğal havalandırma yapılarak önemli miktarda enerji tasarrufu oluşturabilirliği hedeflenmiştir.

Bunun yanı sıra büyük ölçekli seralar için

mikro kontrolölür ve kablosuz sensor ağları kullanarak kablosuz haberleşmenin avantajlarından faydalanılarak sisteme esneklik kazandırılabilir

5. Kaynaklar

[1]. Kürklü, A. ve Çađlayan, N., “Sera Otomasyon Sistemlerinin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma”, **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 18(1), 2534,2005.

[2]. Çolak, A., “Isıtılmayan Bir Cam Serada Sera İçi Sıcaklık, Çiğlenme Sıcaklığı ve Bağlı Nem Deseni Üzerine Bir Araştırma”, **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 39(3):105-111ISSN 1018-8851, 2002.

[3] Fang, X., Junqiang, S., Jiaoliao, C., “Rough Sets Based Fuzzy Logic Control for Greenhouse Temperature”, **Mechatronic and Embedded Systems and Applications, Proceedings of the 2nd IEEE/ASME International Conference**, pp. 1-5, 2006

[4] Kürklü, A. ve Çađlayan, N., “Mikrodenetleyici ve Radyo Frekansı Kullanılarak Alternatif İklim Kontrol Sisteminin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma”, **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 20(2), 229-239, 2007.

[5] Stipanović, D., Marasović, J., “Networked Embedded Greenhouse Monitoring and Control”, **CCA 2003 Proceeding of 2003 IEEE Conference on Control Applications, 2003**, pp. 1350-1355.

[6] Saridakis, G., Kolokotsa, D., Dolianitis, S., “Development of an Intelligent Indoor Environment and Energy Management System for Greenhouses using a Fuzzy Logic Controller and LonWorks® protocol”, **EPEQUB Conference**, 2006, pp. 1-5.

[7] Taplamacıoğlu, M.C., Saygın, A., Deđirmenci, E., Tezcan, C., “PLC Cihazı ile Serada Sıcaklık ve Nem Kontrolünün PID Denetleyiciyle Gerçekleştirilmesi”, **ELECO**

'2002 Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, 2002.

[8] Candido, A., Cicirelli, F., Furfaro, A., Nigro, L., “Embedded real-time system for climate control in a complex greenhouse”, **International Agrophysics**, vol: 21, number: 1, pages: 17-27, 2007.

[9] Lanfang, P., Wanliang, W., Qidi, W., “Application of Adaptive Fuzzy Logic System to Model for Greenhouse Climate”, **Intelligent Control and Automation, Proceedings of the 3rd World Congress, 2000**, vol.3, Page(s):1687 – 1691.

[10] Caponetto, R., Fortuna, L., Nunnari, G., Occhipinti, L., Xibilia, M.G., “Soft computing for greenhouse climate control”, **Fuzzy Systems, IEEE Transactions, Volume 8, Issue 6**, Page(s):753 – 760, 2000.

[11] M.Baytürk,G.Çetin,A.Çetin “Gömülü Sunucu ile Tasarlanmış İnternet Tabanlı Sera Otomasyon Sistemi Uygulaması”, **Bilişim Teknolojileri Dergisi**, Cilt: 6, Sayı: 2, Mayıs 2013

[12] Cengiz Türkay, **Sera Tasarımı ve İklimlendirme**, Mersin, 2012

[13] Aybak, H.Ç., Biber Yetiştiriciliği, **Hasad Yayıncılık**, İstanbul, 2007.