



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

*Araştırma Makalesi*

## Bulanık Mantık Tabanlı – Uzaktan Erişimli Sera Otomasyonu

Mustafa AYAN<sup>a</sup>, Ramazan ŞENOL<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> *Elektronik Bilgisayar Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, TÜRKİYE*

<sup>b</sup> *Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, TÜRKİYE*

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: ramazansenol@sdu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada endüstriyel denetim sistemlerinde yaygın olarak kullanılan PLC (Programlanabilir Mantık Denetleyicisi) ile bir sera sistemi kontrolü gerçekleştirilmiştir. Sera sisteminde kontrol işlemi PLC ile bulanık mantık yapısı kullanılarak uzaktan kontrollü olarak gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sistemde insan gücüne gerek kalmadan sera içindeki tüm iklimlendirme gereksinimlerini yapılmıştır. İnsan gücü faktörü sadece ürün hasat zamanında gerekli olacak şekilde tüm sistem bulanık mantık denetleyicisi tarafından kontrol edilmiştir. Kontrol edilen sistemde; sıcaklık, nem ölçümleri ve sulama, sisleme, havalandırma, ısıtma işlemleri bulanık mantık tabanlı olarak işletilmiştir. Bu verilerin 3G ile uzaktan kontrolü ve izlenmesi gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *PLC, Bulanık Mantık, Uzaktan Erişim, Sera, Kontrol, 3G*

## Fuzzy Logic Based - Remote Access Greenhouse Automation

### ABSTRACT

In this study, A greenhouse system control was carry out in with commonly used in industrial control systems PLC (Programmable Logic Controller). The greenhouse system using PLC and fuzzy logic control operation was carried out. The system performed without the need for manpower in the greenhouse is made of all the air conditioning requirements. Additional manpower will be required at harvest time by a factor only in such a way that the whole system is controlled by the fuzzy logic controller. Controlled by the system; measurements of temperature, humidity and irrigation, misting, ventilation, heating in the past as fuzzy logic-based operations. This data was carried out with the remote control and monitoring of 3G.

**Keywords:** *PLC, Fuzzy Logic, Remote Access, Greenhouse, Control, 3G*

## I. GİRİŞ

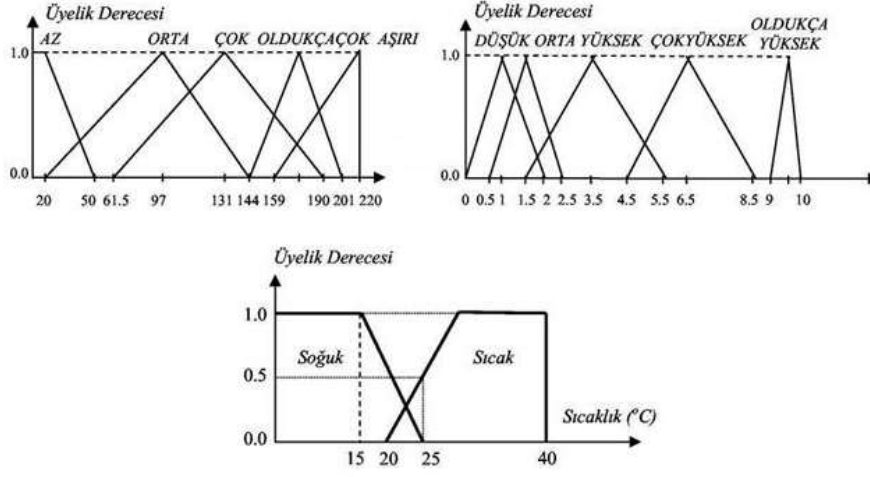
**S**ERALAR, bitkisel üretimin endüstriyel olarak yapıldığı, gelişmiş işletmecilik kurallarının uygulandığı fabrikalardır. Modern sera tarım, biyosistem, inşaat, makina, elektrik-elektronik ve bilgisayar mühendisliği gibi farklı disiplinlerdeki teknolojilerin bir arada kullanıldığı endüstriyel bir uygulamadır. Sera içinde uygun iklimin sağlanması öncelikli olarak sera konstrüksiyonuna ve donanımlarına bağlıdır. Sera donanımları yani çevre birimleri sera büyüklüğüne, hacmine göre tasarlanır ve projelenir. Sera çevre birimleri ısıtma, havalandırma, serinletme, gölgeleme, sisleme, sulama-gübreleme gibi sistemlerden oluşur [1].

Tarım alanlarında iklim ve ortamların uygun olmadığı bölgelerde bitki yetiştirilmesi için ortam parametreleri kontrol edilerek gerekli çevresel şartların sağlandığı, etrafı güneş ışınlarının geçmesine izin verecek şekilde yarı saydam plastik veya cam duvarlar ile çevrilmiş yapılar sera olarak isimlendirilir. Seralarda kapalı ortam içinde oluşturulan mikro iklim ile istenilen ürünlerin yetiştirilmesine imkân verildiği gibi aynı zamanda dış ortamda var olan elverişsiz iklim şartlarına karşı koruma sağlanmış olunur. Sera yetiştiriciliğinde ürün verimliliğinin artırılabilmesi büyük ölçüde ortam iklim şartlarının en uygun değerlere ayarlanmasına bağlıdır [2].

Bilgisayar ile kontrol ve otomasyon son yıllarda insan hayatının her alanında büyük kolaylıklar ve imkânlar sağlamaktadır. Tarım sektörlerinin otomasyona geçmesiyle birlikte kazancın artması, kalitenin artması, insan faktöründen kaynaklanan hataların minimize edilmesi, iş takibi kolaylığı ve kazalarının azaltılması gibi birçok avantaj sağlanmıştır. Bu nedenle günümüzde otomasyon bütün iş sektörleri için vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmiştir [3].

Otomasyon sistemleri ile seraların kontrolü mümkün hale gelerek günümüzün ileri mobil iletişim teknolojisi 3G ile endüstriyel otomasyon sistemlerinin izlenmesine yönelik çalışma gerçekleştirilmiştir. 3G'nin sunmuş olduğu yüksek veri transfer hızı ile birlikte mekândan bağımsız internet erişim imkânı sunması; otomasyon sisteminde tercih edilmesinde rol oynamıştır [4].

Otomasyon sistemleri günümüz teknolojisinin ilerlemesiyle ortam koşullarına bağlı olarak on-off işlemlerinin yanında insan gibi düşünen kontrolörler ortaya çıkmış ve işlemler insan gücüne gerek kalmadan otomasyon ile gerçekleştirilebilmiştir. Bulanık mantık kontrolü ile kaliteyi arttırarak enerji masraflarını azaltmış ve verimi arttırmıştır [5]. Bu yapılar bulanık mantık yapıları olarak günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Bulanık Mantık günlük yaşantımızda kullandığımız ve davranışlarımızı yorumladığımız yapıya ulaştıran matematiksel bir disiplindir. Bulanık Mantık kavramlarını yaşantımızın birçok yerinde görmekteyiz. Bu kavramlar yüksek, orta ve düşük değerleridir. Bunun yanında; çok düşük, orta ve çok yüksek gibi ara değerleri de içerir. Bulanık Mantığın temelini bulanık küme oluşturmaktadır. Bulanık kümeler bulanık sistemlerin en temel elemanlarıdır. Klasik küme yaklaşımında elemanlar ya o kümeye aittir (1) ya da değildirler (0). Oysa Bulanık Mantık yaklaşımında ise elemanların o kümeye aitliği 0 ile 1 arasında değişir. Herhangi bir sıcaklık derecesi klasik kümeye göre ya sıcak olabilir ya da sıcak olmayabilir. Bulanık kümeye göre bu sıcaklık Şekil 1.1' deki ait olduğu kümede belirli bir üyelik derecesine sahiptir. Örneğin; 5 °C sıcaklık değeri çok düşük kümesine göre 0.5 üyelik derecesi ile düşük kümesi ise 0.667 üyelik derecesi ile ait olabilir [6].



**Şekil 1.1** Üyelik fonksiyon örnekleri

Bu çalışmada sera otomasyonu için PLC, dokunmatik ekran (DOP panel-HMI ara yüz), bulanık mantık kuramı ve çeşitli algılayıcılar kullanılarak 3G bağlantısı ile uzaktan kontrol yapılabilmesi sağlanmıştır. Çalışmanın tüm uygulamaları, Şekil 1.2' de gösterilen Göller Bölgesi Teknokenti SDU Doğu Yerleşkesinde kurulu bulunan Yapay Işıklı Bitki Büyütme serasında gerçekleştirilmiştir [7]. Gerçekleştirilen çalışmada, otomasyon yazılımı bulanık mantık tabanlı olarak yazılmış, buna göre otomasyon sisteminin çalışması gözlemlenmiştir. Ayrıca sisteme ilave edilen 3G bağlantısı ve IP kamera ile sistemin uzaktan gözlem ve kontrolü gerçekleştirilmiştir. İnternet üzerinden istenilen herhangi bir noktadan uzaktan bağlantı sağlanarak tüm sistemin izlenmesi, raporlarının alınması ve kontrolü gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sayede otomasyon sisteminde oluşabilecek olası problemlerin çözülmesi, sera ortamının anlık sıcaklık, nem, bitki su ihtiyacı gibi parametrelerinin izlenebilmesi sağlanmış ayrıca sera içerisinde bir IP kamera ile görüntülenmesi yapılarak ürünlerin fiziksel durumları hakkında seraya gitmeden bilgi edinebilmesi sağlanmıştır. Seradan uzakta bulunan personelin bu sistemleri kullanımı 3G telefon, 3G taşınabilir bilgisayar vb. cihazlarla mümkün olmaktadır.



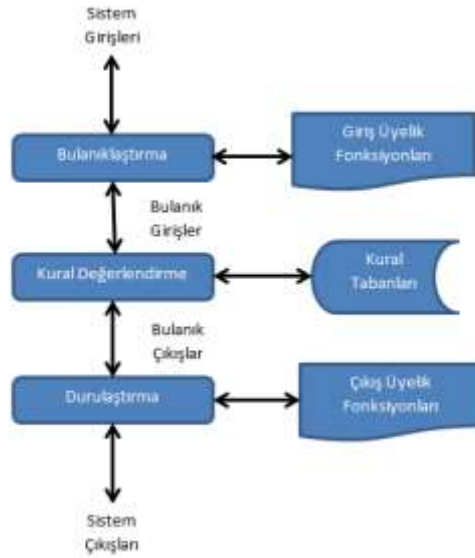
**Şekil 1.2** Uygulama yapılan sera

## II. YÖNTEM

### A. Kontrol Kuramı

Sera modeli dağıttık parametrelere sahip olup pek çok noktada lineer olmayan karakteristikler (ölü zamanlar, düzgün olmayan hava dağılımı vb.) gösterir. Bunun yanında rüzgârın yönü ve hızı, dış ortam sıcaklığı, mevsimsel olarak güneş ışınlarının geliş açısının değişmesi, terleme olayı vb. kontrol edilemeyen etkenlerin bulunması sistem kontrolünü daha da zorlaştırmaktadır. Bu sebeplerden sera iklimlendirme sistemi kontrolünde matematiksel modelinin kurulması çoğu kez mümkün değildir. Geleneksel kontrol yöntemlerinden istenen verim alınamayan bu tip problemlerin çözümünde pek çok uygulamada olduğu gibi bulanık kontrol yönteminden faydalanılabilir [7].

Bulanık mantık temelli kontrolörler Şekil 2.1’ de gösterildiği gibi çıkış değerlerinin hesaplanması için insan beyninin karar verme mekanizmasını taklit eden kural tabanlı bir sonuç çıkarım sistemine sahiptir. Sera yetiştiriciliğinin her aşamasında sahip olunan sezgisel uzman tecrübeleri kontrol sistemi tasarımında uygun kontrol hareketlerinin sağlanmasında kullanılabilir. Sıcaklık ve bağıl nem değeri gibi ortam parametrelerinin düzenlenmesi amacıyla bulanık gömülü kontrolör kullanılması ısıtma ve havalandırmaya yönelik enerji tüketimini minimuma düşürmek için oldukça güçlü bir yaklaşım sağlar [7].



Şekil 2.1 Bulanık kontrol program modeli

Sera sisteminde giriş ve çıkış parametreleri Tablo 2.1’ de belirtilmiştir. Ortam sıcaklığı ve nemi serada bulunan ısıtıcı, sisleme ve havalandırma çıkışlarını kontrol etmiştir. Toprak sıcaklığı ve nemi ise sulama sistemini kontrol etmiştir. Tablo 2.2’ de sera içi tüm sistemin özellikleri ve parametreleri gösterilmiştir.

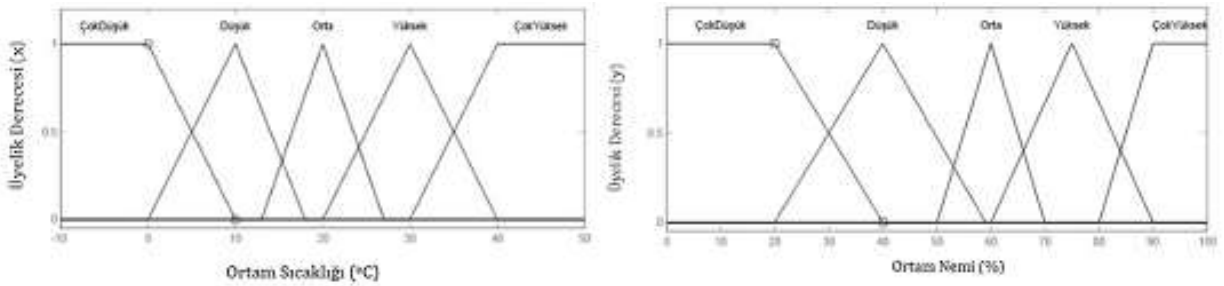
Tablo 2.1 Sistem Girişlerinin Çıkış İfadelerine Etkileri

GİRİŞLER	ÇIKIŞLAR		
Ortam Sıcaklığı ve Ortam Nemi	ISITICI	SİSLEME	HAVALANDIRMA
Toprak Sıcaklığı ve Toprak Nemi	SULAMA		

**Tablo 2.2** Sistem Özellikleri ve Parametreleri

PARAMETRE	TİPİ	Bulanık Sözel Değişkenler	MİN	MAX	BİRİMİ
Ortam Sıcaklığı	Giriş	Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek	-10	50	°C
Ortam Nemi	Giriş	Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek	0	100	%
Toprak Sıcaklığı	Giriş	Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek	-5	30	°C
Toprak Nemi	Giriş	Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek	0	100	%
Havalandırma	Çıkış	Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek	0	100	%
Ortamı Isıtma	Çıkış	Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek	0	5	KW
Sulama	Çıkış	Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek	0	50	LT
Sisleme	Çıkış	Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek	0	30	m2/mic

Serada materyal olarak domates ve çilek yetiştirilmiştir. Sera içerisinde yetiştirilen domatesin optimum yetiştirme sıcaklığı 20-27 °C ve bağıl nemi %50-70 civarında olması istenmektedir [8-9]. Uzman sistem parametrelerine bağlı olarak bulanık sözel değişkenler örnek olarak ortam sıcaklığı ve nemi için Şekil 2.2’ de gösterildiği gibi “Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek” olarak değerler arasında belirlenmiştir. Bulanık mantık kurallar sistem girişine göre çıkışı kontrol eden kurallardır. Sera içi kontrolü için tasarlanmış kurallara örnek olarak sera içi sıcaklık ve nem bilgilerinin ısıtıcıya etkisi Tablo 2.3’ de verilmiştir.



**Şekil 2.2** Ortam sıcaklığı ve nemi için üyelik fonksiyonları

**Tablo 2.3 Ortam Sıcaklığı ve Ortam Neminin Isıtıcıya Etkisi**

<b>Nem</b> <b>Sıcaklık</b>	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Çok Düşük	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta
Orta	Orta	Orta	Orta	Orta	Düşük
Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Çok Yüksek	Çok Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük	Çok Düşük

Sera içi sıcaklık kontrolü için belirlenen kurallar toplam 25 tanedir. Bulanık mantık kurallarının tümüne bakılacak olursa toplamda 100 adet kural belirlenmiştir. Belirlenen kurallara örnek olarak ısıtıcı kontrolü için aşağıda belirlenmiş 5 kural verilmiştir.

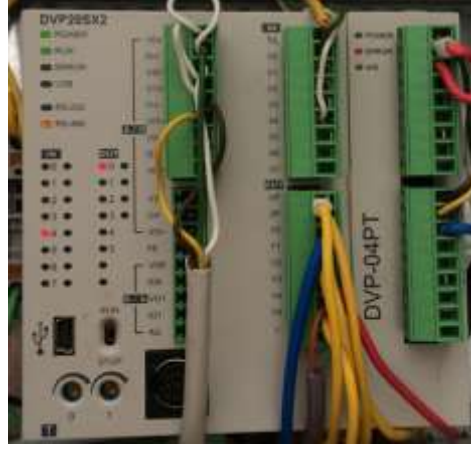
1. Ortam Sıcaklığı Çok Düşük ve Ortam Nemi Çok Düşük ise Isıtıcı Çok Yüksek
2. Ortam Sıcaklığı Çok Düşük ve Ortam Nemi Düşük ise Isıtıcı Çok Yüksek
3. Ortam Sıcaklığı Çok Düşük ve Ortam Nemi Orta ise Isıtıcı Yüksek
4. Ortam Sıcaklığı Çok Düşük ve Ortam Nemi Yüksek ise Isıtıcı Yüksek
5. Ortam Sıcaklığı Çok Düşük ve Ortam Nemi Çok Yüksek ise Isıtıcı Yüksek

Tasarlanan sistem için belirlenen kurallar PLC' ye yazılarak tüm sistemin kontrolü bulanık mantık kurallarına göre çalıştırılmış ve kontrolü gerçekleştirilmiştir.

### **B. Kontrol Sistemi**

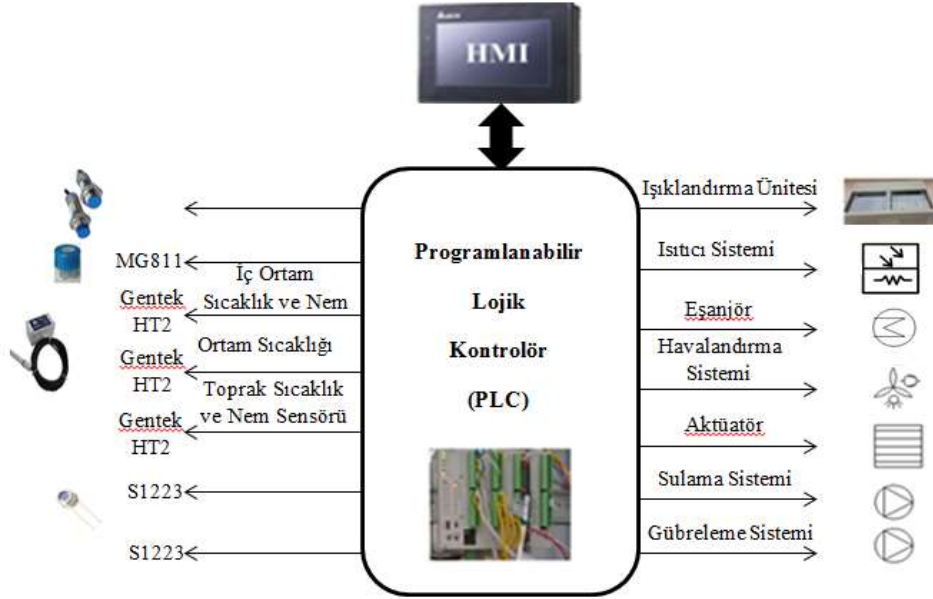
Seralarda değişen iklim koşullarına uygun endüstriyel ölçüm ve otomasyon sistemleri kullanılmaktadır. Sera içerisinde girdi olarak fiziksel büyüklüklerin ölçülmesiyle sağlanan, sürekli nicel veri akışına gereksinim vardır. Veri akışı, veri toplama ünitesine bağlanan elektriksel sinyal çıkışlı algılayıcılar tarafından sağlanır [10]. Algılayıcılar sayesinde tüm fiziksel değişimler algılanıp anında bulanık mantık kurallarına göre sistem çıkışı üretip sistem kontrolünü sağlanmış olur. Sistem kontrolü için örnek verilecek olursa; herhangi bir anda nem ve sıcaklık çok yüksek değerlere çıkması durumunda havalandırma sisteminin maksimum çalışmasıdır.

Sera için otomasyonu ve kontrolü sağlayacak PLC ve HMI dokunmatik paneli, uygulamalardaki kolaylığı sebebiyle, yeterli sayıda dijital ve analog adrese sahip Şekil 2.3' de gösterilen Delta DVP20SX2 model PLC cihazı ve DVP-04PT ek modül kullanılmıştır.



*Şekil 2.3 PLC ve ek modül*

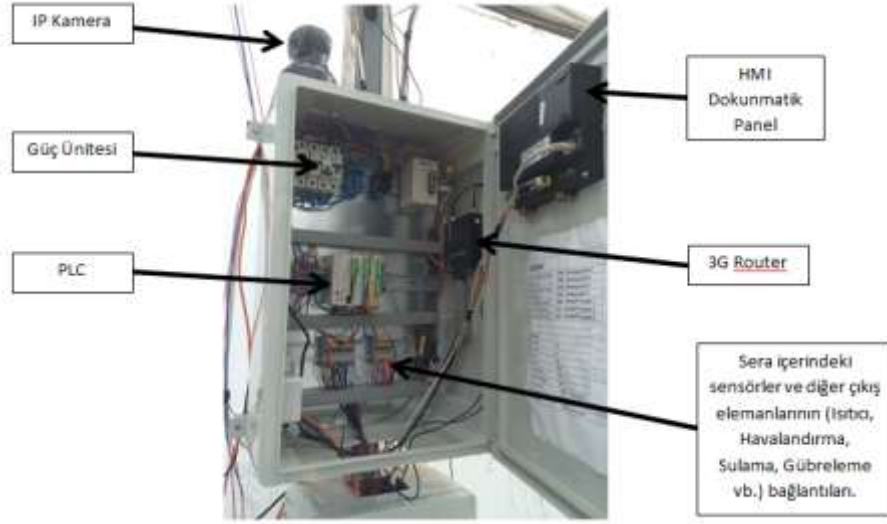
Sistem bulanık mantık kuralları ile PLC tarafından kontrolü uzman kişiler tarafından belirlenmiş kurallar sayesinde insan gücüne gerek kalmadan çalıştırılmış ve anında müdahale edilmiş olur. Alınan bilgiler aynı zamanda anlık olarak izlenmesi gerçekleştirilmiştir. Sera sisteminde ısıtma, sulama, havalandırma, ışıklandırma gibi sistemlerin kontrolü, sensörler, motorlar, aktüatörler, pompalar kullanılmış ve Şekil 2.4’ deki gibi PLC tarafından yazılan yazılım ile kontrolü gerçekleştirilmiştir.



*Şekil 2.4 Kontrol ünitesi*

Sera için tasarlanmış kontrol yapısında giriş parametreleri olarak sensörler, çıkış parametreleri olarak ısıtma sistemi, havalandırma sistemi, aktüatör, sulama sistemi, gübreleme sistemi kullanılmıştır. Sera kontrolünde kullanılan PLC, Delta SX2 modeli ile tüm sistem kontrol edilebilmiştir. Tasarlanan kontrol yapısında sensörlerden gelen analog bilgiler bulanık mantık yapılarıyla derlenmiştir. Derlenen bilgiler çıkışta bulunan sistemleri 24 saat boyunca tüm iklim şartlarına uygun şekilde kontrol edilebilmiş ve uzaktan 3G ile izlenebilmiştir. Sisteme dışarıdan müdahale edilerek herhangi bir anda olumsuz durumlar karşısında tüm sistem kontrol altına alınabilmiştir. Kontrol edilen sera Şekil 2.5’ de kontrol paneli gösterilmiştir. Kontrol edilen sera içinde domates ve çilek bitkilerinin görüntüleri Şekil 2.6’ da gösterilmiştir.





*Şekil 2.5 Kontrol paneli*



*Şekil 2.6 Sera içi domates ve çilek görüntüleri*

### *C. Uzaktan İzleme Sistemi*

Uzaktan izleme ve kontrol sistemleri genel olarak denetleyici gözetim ve veri toplama sistemi veya SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemi olarak da adlandırılmaktadır. SCADA sistemleri PLC (Programmable Logic Controller), döngü kontrolörleri, dağıtık kontrol sistemleri (DCS, Distributed Control System), giriş/çıkış sistemleri ve akıllı sensörler gibi çeşitli cihazlardan gelen verileri (çalışıyor, duruyor, sıcaklık, basınç, hız vb.) gerçek zamanlı olarak endüstriyel otomasyon, bina otomasyonu, enerji izleme gibi uygulama alanlarından toplayan sistemlerdir. SCADA sistemleri aracılığıyla elde edilen gerçek zamanlı veriler sayesinde işletmedeki eksiklikler anında tespit edilebilmekte ve bu eksiklikler zamanında giderilebilmektedir. Bu şekilde üretimde aksayan noktaların bulunması ve kalitede meydana gelebilecek aksaklıkların kısa sürede giderilmesi sağlanmaktadır [11].

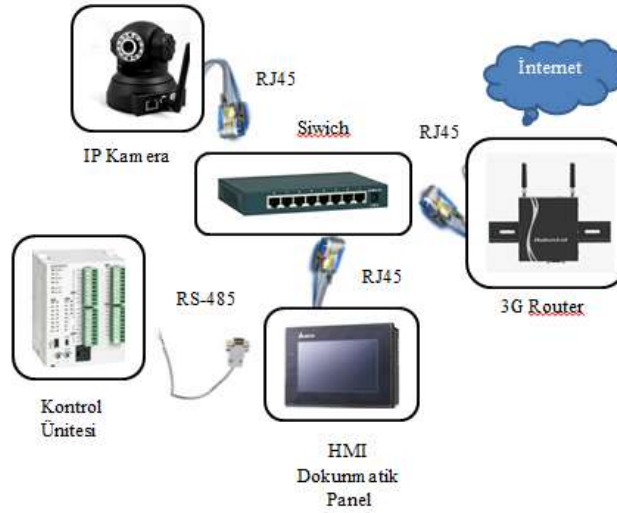
Kontrol merkezi, SCADA sistemlerinde ana kontrolör görevini üstlenen ana istasyon veya bilgisayardır. Ana terminal birimi veya MTU (Master Terminal Unit) olarak da adlandırılmaktadır. Uzak noktadaki RTU'lar tarafından toplanan verileri, operatör panelleri, HMI (Human Machine Interface) ve LCD (Liquid Crystal Display) ekranları aracılığıyla izlenmesini ve gerekli kontrol işlemlerinin gerçekleştirilmesi işlemlerini gerçekleştirir [11]. Kontrol merkezi bir bilgisayar, bilgisayar



ağı, yazıcılar veya yedekleme üniteleri gibi cihazlardan oluşmaktadır. MTU birimleri diğer sistemler ile iletişim hatları veya yerel ağlar sayesinde bağlantı sağlarlar [12].

SCADA sistemlerinin önemli bileşenlerinden olan iletişim sistemi, RTU ve kontrol merkezi ve sunucu arasında karşılıklı olarak veri haberleşmesini sağlamaktadır. İletişim sistemlerinin önemli bileşenlerinden bir tanesi veri haberleşmesidir. Bu veri haberleşmesi, çevre şartlarına bağlı olarak kablolu veya kablosuz olarak yapılabilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile beraber endüstriyel uygulamalarda uzaktan izleme ve kontrol, her noktadan internet erişimi ile kolaylıkla yapılabilmektedir. İnternet için istenen her yere kablolu bağlantı imkânı olmadığında veya kablo maliyetlerinin arttığı noktalarda, GPRS, 2G veya 3G modemleri gibi kablosuz haberleşme sistemleri kullanılmaktadır. GPRS ve 2G modemlerin sınırlı veri aktarım hızından dolayı, gerçek zamanlı sorgulama işlemlerinde 3G modemler kullanılmaktadır [13-14].

Uzaktan kontrol ve izleme sistemi olarak tasarlanan yapı Şekil 2.7’ de gösterilmiştir. Şekil 2.8’ de 3G bağlantı için kullanılan router bir sim kart ile uzaktan bağlantıyı sağlamıştır. Kontrol edilen sera HMI dokunmatik panel sayesinde PLC kontrolü gerçekleştirilmiştir. IP kamera ile uzaktan izleme yapılabilmüş ve anlık sera içi görüntüler Şekil 2.3.3’deki gibi alınabilmıştır. Tüm sistem bir switch sayesinde kurulan bir ağ ile haberleşmesi sağlanmıştır.



Şekil 2.7 3G ile Uzaktan kontrol ve izleme



Şekil 2.8 3G uzak terminal ünitesi



Şekil 2.3.4 IP kamera görüntüleri

### III. BULGULAR ve TARTIŞMA

Sera sisteminde uzman kişiler ile belirlenen bulanık mantık kuralları kullanılarak insan gücünün en aza indirilerek yapılabilecek otomatik kontroller için tasarlanan sistemde, uzaktan erişimin nasıl yapılacağı, hangi fiziksel büyüklüklerin ölçülebileceği ve bunlara karşılık hangi cihazların, nasıl kontrol edilebileceği konularında çalışma yapılmıştır. Bu çalışma neticesinde, mesafe ve fiziksel alanın olabilecek iklim durumları da göz önüne alındığında, 3G iletişimle haberleşen bir sistem tasarlanmasına karar verilmiştir. Sistemin merkezinde programlanabilir bir kontrolör kullanılarak tüm sera sistemi kolay bir şekilde kontrol edilebilmesi sağlanmıştır.

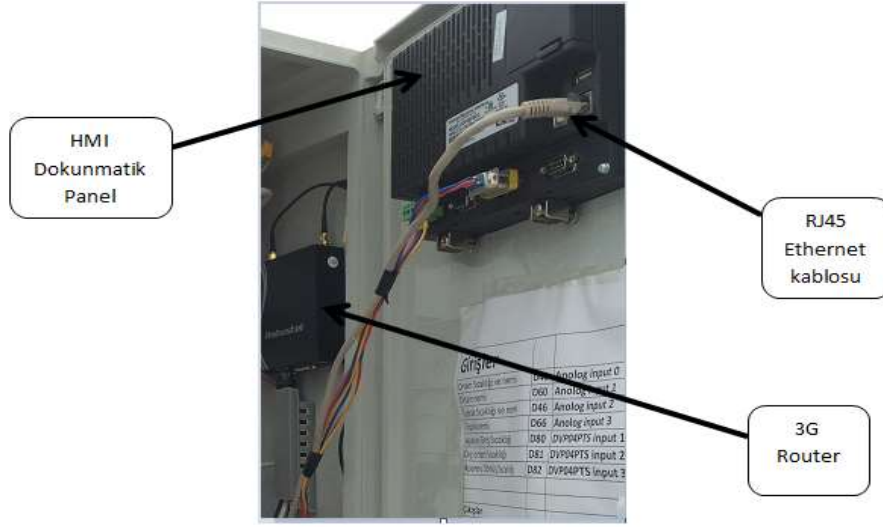
PLC sistemine HMI dokunmatik panel ile bağlantı kurularak tüm sistem kontrolü izlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir. HMI panel sayesinde aynı zamanda raporlama yapılabilmektedir. 3G bağlantı sayesinde herhangi bir yerden herhangi bir zamanda seraya bağlantı kurularak hem sera durumu hakkında bilgi alınabilmekte hem de IP kamera sayesinde izlenebilmesi sağlanmıştır. Bulanık mantık tabanlı kurallar sayesinde tüm sera sisteminin iklimlendirmesi, sulaması, gübrelemesi gibi işlemler otomatik bir şekilde kontrolü sağlanabilmiştir.

Sera sisteminde kontrolü gerçekleştiren PLC, ortamın fiziksel özelliklerini algılayan sensörler vasıtasıyla bilgileri almaktadır. Sensörlerden alınan bilgiler PLC tarafından algılanıp bulanık mantık kurallar sayesinde çıkışta bulunan sulama, gübreleme, havalandırma gibi sistemleri çalıştırmaktadır. PLC kontrolör için tasarlanan HMI dokunmatik kontrol paneli sistem Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Tasarımı yapılan sistem besleme ünitesi, giriş/çıkış ünitesi, kontrol ünitesi, izleme ünitesi ve iletişim ünitesinden oluşmaktadır. Giriş üniteleri sensörlerden, çıkış üniteleri ise ısıtıcı, havalandırma, sulama gibi ünitelerden oluşmaktadır.

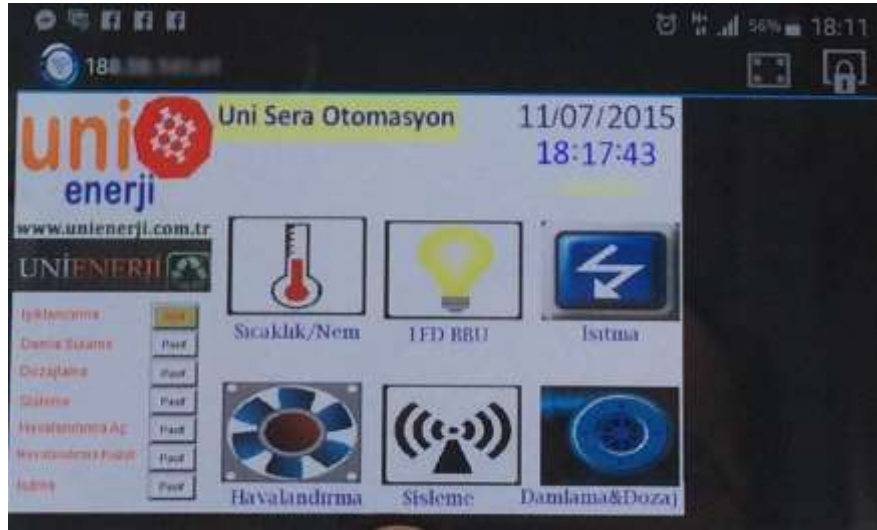


Şekil 3.1 HMI dokunmatik kontrol paneli

Tüm üniteler PLC' ye bağlı ve HMI dokunmatik panel sayesinde istenilen ayarlamalar yapılabilmektedir. HMI dokunmatik panel ise 3G router ile RJ45 Ethernet kablosu bağlanarak Şekil 3.2'deki gibi uzaktan herhangi bir akıllı telefon, tablet veya bilgisayar ile ulaşılarak tüm ayarlamalar ve anlık olarak izleme gerçekleştirilmiştir. Örnek olarak Şekil 3.3' de akıllı telefon ile HMI dokunmatik panele bağlantı görüntüsü verilmiştir. Uzaktan bağlantı ile internetin olduğu herhangi bir yerden bağlanıp sera için tüm ayarlamalar yapılabilmektedir. IP kamera ile sera Şekil 3.4' de gösterildiği gibi gece ve gündüz anlık olarak izlenebilmektedir.



Şekil 3.2 3G Router ile HMI bağlantısı



Şekil 3.3 Uzaktan akıllı telefon görüntüsü



*Şekil 3.4 IP kamera ile gündüz ve gece görüntüleri*

#### IV. SONUÇ

Gerçekleştirilen çalışmada bulanık mantık ile PLC tarafından kontrol edilen ve 3G ile uzaktan kontrol edilebilen bir sera otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Sera sistemi kendi kendini kontrol eden bir sistem haline getirilerek sera için gerekli tüm şartları PLC tarafından bulanık mantık kurallarına bağlı olarak kontrol edilebilmiştir. Ayrıca sera sistemine eklenen IP kamera ile istenildiği anda herhangi bir akıllı telefon, tablet veya bilgisayar ile bağlanılarak izlenebilmiştir. Uzaktan erişim imkânı sunan router, 3G bağlantı özelliği sayesinde sera otomasyonuna kolayca erişilebilmiş ve tüm sistemin bilgisi kolay bir şekilde alınabilmiştir.

Sera sisteminde haberleşme sistemi olarak 3G teknolojisi kablo olayını ortadan kaldırarak uzak mesafelerden ulaşma imkânı sunmuştur. Günümüzde de otomasyon sistemlerinin kontrolü ile ilgili projelerde rahatlıkla kullanılabilir hale gelmiştir. Birçok haberleşme firmasının sağlamış olduğu bu kolaylık sayesinde artık uzaktan erişim gelişerek devam etmektedir. Gelişen teknoloji ile beraber sadece tarım alanında değil birçok endüstriyel alanlarda da kolayca uzaktan erişim sağlanarak kontrolü kolay hale getirmiştir. Bunun yanında bulanık mantık kuralları ile yazılan PLC yazılımı sayesinde insan gücü ihtiyacını azaltmıştır. Bu sayede hem verimliliği artırmış hem de oluşabilecek büyük arızaları ortadan kaldırmış olacaktır.

**TEŞEKKÜR:** Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje no: 4250-YL1-15).

#### V. KAYNAKLAR

- [1] C. Yılmaz, Seralar için fonksiyonlu akıllı kontrol sistemleri, **VI. Kontrol Otomasyon ve Yapı Elektronik Sistemleri Sempozyumu**, İzmir-Türkiye, (2013).
- [2] M. Omid, A. Shafaei, *International Agrophysics* **19(2)** (2005) 153-158.
- [3] İ. Çayıroğlu, H. ErKaymaz *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* **13(3)** (2007) 379-385.
- [4] U. Özdemir, *3G İle Endüstriyel Otomasyon Sistemlerinin İzlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük-Türkiye, (2012).
- [5] R. Şenol, K. Taşdelen *Acta Polytechnica Hungarica*, **11(6)** (2014).
- [6] M. N. Ödük, *Bulanık Kontrol Yöntemiyle Sera Otomasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya-Türkiye, (2010).

- [7] Anonim, [http://www.unienerji.com.tr/?page\\_id=130](http://www.unienerji.com.tr/?page_id=130) (Erişim tarihi: 15<sup>th</sup> of June, 2015)
- [8] H. Soy, E. Yılmaz, Y. Dilay, *Gömülü Kontrolör ile Sera İklimlendirme Sisteminin Bulanık Kontrolü*, **Eleco`2008 International Conference**, Bursa-Türkiye, (2008).
- [9] T. Akdoğan, *Uzman Sistemler ile Sera Kontrolü*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (1997).
- [10] Ü. Ertekin, *Seracılık ve Örtü altı "Biber-Domates-Hıyar-Pathcan" Yetiřtiricilięi*, Mars Matbaası, (2002).
- [11] M. M. Hocagil, H. H. Öztürk, *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*, **1(3)** (2005) 255-261.
- [12] MEGEP, *SCADA Programlama*, (2007).
- [13] Anonim, <http://www.bidb.itu.edu.tr/?d=1044> (Erişim tarihi: 20<sup>th</sup> of June, 2015).
- [14] Z. Yongqiang, Z. Guozhen, Z. Yongjian, (2009) **DOI: 10.1109/IFCSTA.2009.193**.
- [15] Y. Zhang, Z. Wu, H. He, F. Liu, (2010) **DOI: 10.1109/ICICISYS.2010.5658336**.