

# Arduino ile Sera Otomasyonu Tasarımı

## Design of Greenhouse Automation with Arduino

Erkan Ünal<sup>1</sup>, Kadir Ekmekci<sup>1</sup>, Berkan Yılmaz<sup>1</sup>, Ali Emre Kızıltuna<sup>1</sup>, Muhammet Tahir Güneşer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye  
{erkanunal78, kdrekmcici78, brkny94, kiziltunaemre, mtguneser}@gmail.com

**Özetçe**—Bu çalışmada, Arduino Mega tümdevre kart kullanılarak bir sera otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Bu tasarımla, bitkinin toprağa dikiminden, ürünün toplanma zamanına kadar olan süreçte, farklı bitki türlerine göre sera ortamının nemi, ışık şiddeti, sulama miktarı ve sıcaklık gibi parametrelerin kontrol ve yönetimi planlanmıştır. Kurulan sistem topraklı ya da topraksız tarım tüm sera uygulamaları ile uyumlu olarak dizayn edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler**—akıllı tarım, Arduino, sera otomasyonu.

**Abstract** — In this study, a greenhouse automation system was designed by using Arduino Mega card. This system was planned to display and control the greenhouse data system, which is including humidity, light intensity, soil moisture and temperature for the process from sowing of plant to harvesting, was planned for various plants. The system was designed compatible with soil or the landless greenhouses systems.

**Keywords**—smart agriculture, Arduino, greenhouse automation.

### I. GİRİŞ

Seralar, tarımda üretimin çeşitlenmesi, verim artışı ve endüstriyel üretim çıktılarının iyileştirilebilmesi için mevsimsel iklim koşullarının ve diğer dış etkenlerin mahsule olumsuz etkilerinin sınırlandırıldığı kontrollü ortamlar olarak tasarlanmaktadır. Sera tarımında ekim sahası sınırlı olduğundan birim alandan daha fazla ürün elde edilmesi beklenmektedir. Bu sebeple seralarda bitki ihtiyaçlarının (su, ışık, sıcaklık, nem vb.) kontrollü olarak verilmesinin verimi artırması beklenmektedir [1].

Seralarda mikro iklim şartlarının sağlanması amacıyla sensörler ve algılayıcılarla elde edilen veriler elektronik tabanlı merkezi yönetim kartları ile analiz edilir. Referans değerlerle yapılan karşılaştırma neticesinde otomasyon sistemi oluşturan motor ve cihazları ihtiyaca göre sulama, havalandırma, ısıtma ve aydınlatma işlemlerini gerçekleştirir. Bu yöntemle seralarda üretim maliyetlerinin bazı iklim koşullarında %65 civarında düşürülebildiği görülmektedir. Sözgelimi kışın ısıtma sistemin etkin kontrolü ile büyük oranda enerji tasarrufu yapılmaktadır [2].

Seralarda enerji yönetimi kapsamında, havalandırma sisteminin simulasyonu ve sera dizaynının optimizasyonu, ürün gelişiminin görüntü işleme tekniği kullanılarak takibi, internet üzerinden veri aktarımı, sıcaklık ve bağıl nem gibi çevresel faktörlerin kontrolü yapılabilmektedir [3, 4]. İklimlendirme takibi için iç ve dış ortam sıcaklığı, nem, CO<sub>2</sub>, güneş ışınımı ve rüzgar gibi çevresel etmenler ölçülebilmekte, ölçülen değerler bitkinin en uygun koşullarda gelişmesi için alınan referans değerlerle karşılaştırılarak ısıtma, havalandırma, nemlendirme, sulama, gübreleme, aydınlatmayı sağlayan cihazlar yönetilmektedir [5, 6].

Seralarda kullanılan otomasyon sistemleri genellikle ya geri beslemeli (feed-backward) veya ileri beslemeli (feed-forward) kontrol yöntemlerini kapsayan uzman sistemlerini (expert systems) içermektedir. Geri beslemeli sistemlerde, değişkenin algılanmasından sonra kontrol sistemi devreye girerken, ileri beslemeli sistemlerde veri değişim eğilimi önceden tahmin edilerek, kontrol sağlanmaktadır. Ayrıca, sıcaklık, bağıl nem, ışık, rüzgâr, yağmur gibi parametrelerin takibi ile tehlike sınırlarında uyarı amaçlı fonksiyonlar da içerebilmektedir [6].

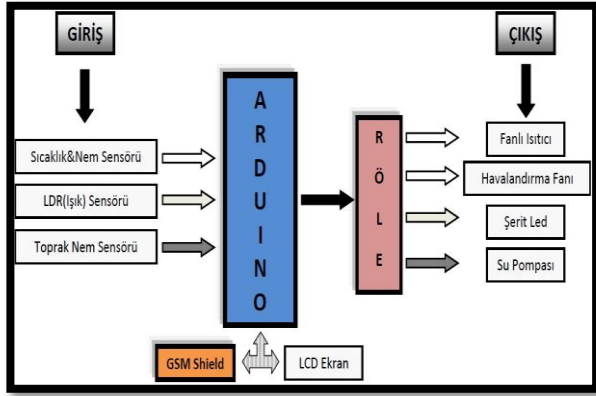
Endüstriyel uygulamalarda ise ayrı ayrı toprak ve mahsul özellikleri içeren birden fazla seranın tek PLC ve SCADA yazılımı ile kontrolü ve internet üzerinden veri aktarımı ile izlenmesi daha kompleks çözümlere örnek olarak gösterilmektedir [7, 8].

Bu çalışmada, Arduino Mega tümdevre kartı kullanılarak gerçekleştirilen sera otomasyonu tasarımı ile bitkinin toprağa dikiminden, ürünün toplanma zamanına kadar olan süreçte ışık şiddeti, sıcaklık, ortam ve toprak nemi parametreleri takip edilerek üretimin verimini artıracak bir kontrol sistemi kurulmuştur. Toplanan veriler LCD bir ekrana aktarılmakta, ayrıca ayarlanan referans değerine göre sistemomatik kontrol edilebilmektedir.

Bu çalışmada bir sera maketi üzerinde bağıl sıcaklık, bağıl nem, rüzgar, yağmur ve ışık algılayıcılarından alınan analog sinyaller bir ADC ile sayısal sinyallere dönüştürülmektedir. Bu veriler bir gösterge üzerinden takip edilebilmektedir. Ayrıca veriler bilgisayar üzerinden anlık olarak kontrol edilmektedir. Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünde lisans bitirme tezi olarak hazırlanan projenin, sera üretim aşamasında yapılacak denemelerden sonra endüstriyel olarak kullanılması planlanmaktadır.

## II. MALZEME SEÇİMİ VE YÖNTEM

Sistemin yazılım ve yönetim altyapısında bulunan Arduino'ya bağlı elektronik sensörler ve sensorlerden alınan değerler doğrultusunda çalışan cihazlar Şekil 1'de gösterilmiştir. Buna göre sistemi oluşturan ana birimler; ısıtma, havalandırma, aydınlatma, sulama ve acil durumlarda bilgi aktarımı içeren alarm birimleri olarak görülmektedir.



Şekil 1. Sistemin blok diyagramı

Oluşturulan sera modelinde, bitkinin büyümesi ve gelişmesi açısından oldukça önem teşkil eden iklim koşullarının oluşması için sera içi sıcaklık, nem, toprak nemi gibi değişkenler kontrol edilmektedir. Aydınlatmanın yetersiz olduğu şartlarda fotosentez için uyumlu olan mor ışık devreye girmektedir. Seranın sıcaklık, nem ve toprak nemi gibi parametreleri anlık olarak görüntülenerek, bitki için önceden belirlenen en yüksek verimi sağlayacak ortam değerleri yakalanmaktadır. Arduino tümdevre kartı ile anlık değeri referans değerlerle karşılaştırılmakta ve sistem kontrol edilmektedir. Serada istenmeyen bir durum meydana geldiğinde ya da kontrol hataları ortaya çıktığında Arduino'ya bağlı olan GSM Shield sayesinde sera sahibi kısa mesaj(SMS) yoluyla bilgilendirilmektedir.

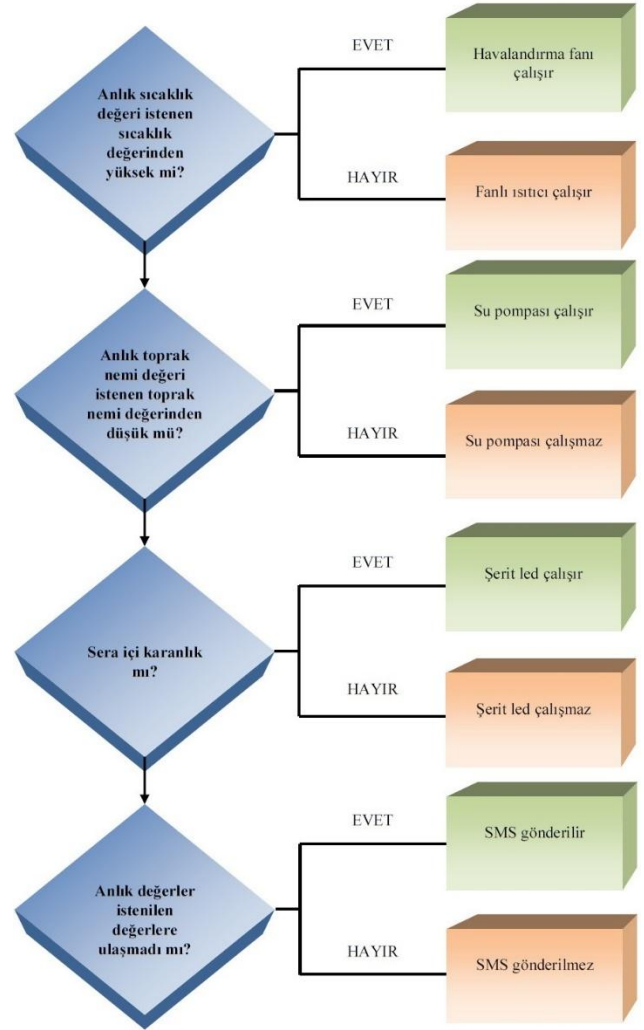
Sistemin donanım kısmını oluşturan sulama, aydınlatma, ısıtma ve yardımcı ekipmanlarla merkezi yönetim biriminin yürüttüğü komutlar yerine getirilmektedir.

### A. Sulama Sistemi

Toprakta bulunan bitkiler tarafından kullanılabilir su miktarının belirlenebilmesi için toprak neminin ölçülmesi gerekir. Çünkü bitkiler topraktaki suyun tamamından yararlanamazlar. Başka bir ifadeyle bitkiler toprağın iki önemli özelliği olan tarla kapasitesi ile solma noktası arasında bulunan sudan yararlanabilirler. Yapılan araştırmalar, toprakta bitki gelişmesine en uygun kullanılabilir su seviyesinin %25 ile %75 arasında olması gerektiğini göstermektedir. Her bitki için toprakta tüketilebilir su seviyesinin ne kadar olması gerektiği yapılan araştırmalarla tespit edilmektedir.

Serada hangi bitki yetiştirilmek istenirse Tablo 1'e göre toprak nemi ihtiyacı belirlenir ve potansiyometre ile

bu değer ayarlanır. Anlık toprak nemi bu değerden azsa 12 V DC'de çalışan su pompası (dalgıç pompa) devreye girecektir. Halihazırda anlık toprak nemi bu değerden yüksek ise sistem çalışmaz. Bu sayede toprak nemi değeri ayarlanan değerde sabit tutulmuş olur.



Şekil 2. Yazılımın algoritması

BİTKİ	İDEAL TOPRAK NEM ARALIĞI (%)
Mısır, Havuç, Soğan, Bezelye, Brokoli, Biber, Patates, Turp, Fasulye	20 - 30
Enginar, Kuşkonmaz, Pancar, Patlıcan, Marul, Lahana, Karnabahar, Ispanak, Pazı, Salatalık, Kabak, Domates, Şalgam	30 - 40
Kereviz	40 - 50

Tablo 1. Bazı bitkiler için ideal toprak nemi değerleri [9]

### B. Havalandırma ve Isıtma Sistemi

Ortam havasının sıcaklığı, bitki büyüme ve gelişmesinde etkili değişik metabolik işlemlerin gerçekleşmesinde etkin rol oynamaktadır. Ortamın hava sıcaklığı kontrol edilerek, bitki yaprakları ve bünyesinde gerçekleşen ısı geçişi ve enerji dengesi kontrol edilebilir. Benzer şekilde kontrollü ortamlardaki havanın bağıl nem oranı, terleme nedeniyle bitki yapraklarından ısı geçişini de etkilemektedir. Bağıl nem oranı, bitki yaprakları ve ortam havası arasındaki buhar basıncı farkını etkilediğinden, terleme işlemi için önemli olmaktadır [10].

Serada yetiştirilmek istenen bitkiye göre Tablo 2'deki sıcaklık değeri belirlenir ve sistemde tanımlanır. Anlık sıcaklık değeri bu değerden azsa 220V AC'de çalışan ısıtıcı (fanlı ısıtıcı) devreye girecektir. Halihazırda anlık sıcaklık değeri bu değerden yüksek ise 12V DC'de çalışan havalandırma (fanlar) sistemi devreye girer. Bu sayede sıcaklık değeri ayarlanan değerde sabit tutulmuş olur.

### C. Aydınlatma Sistemi

Aydınlatmada RGB şerit led kullanılmıştır. LDR modülünden alınan veriler doğrultusunda ortam ılgı yeterli değilse şerit led devreye girmektedir. Şerit ledin rengi fotosentez hızının en yüksek olduğu renk olan mor renge ayarlanmıştır.

### D. Görüntüleme Sistemi

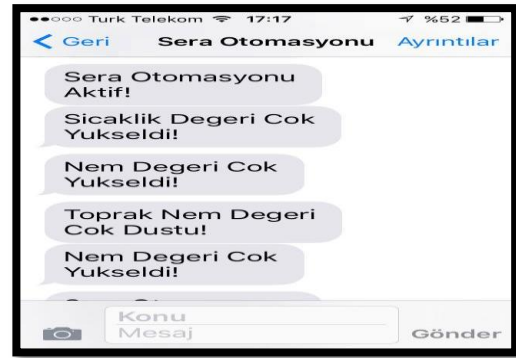
Seranın görüntüleme sistemi 16x2 LCD ekrandan oluşmaktadır. Bu ekranda sensörlerden alınan veriler (sıcaklık, nem ve toprak nemi) 1.satırda anlık olarak görüntülenmektedir. Ayrıca hangi bitki yetiştirilmek isteniyorsa o bitkinin optimum sıcaklık, nem ve toprak nemi değerleri elle ayarlanılır ve bu değerler de 2. satırda görüntülenir.

### E. Alarm Sistemi

Seranın alarm sistemini Arduino uyumlu GSM shield oluşturmaktadır. Bu sistem şu şekilde işler; sensörlerden alınan anlık değerler, istenilen değerlere ulaşmakta geciktiğinde GSM shielda bağlı SIM kart üzerinden kullanıcıya SMS (kısa mesaj) gönderilir. Bu sayede kullanıcı hangi sistemde arıza olduğunu öğrenmiş olur.

BİTKİ	Gündüz Sıcaklığı (°C)	Gece Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Sıcaklık (°C)
Domates	18-20	15-17	27
Biber	18-20	15-17	27
Patlıcan	18-20	15-17	27
Bamya	18-20	15-17	27
Salatalık	22-25	16-20	30
Fasulye	21	15	27
Bezelye	21	15	27

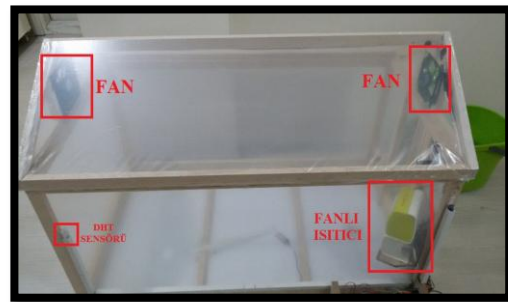
Tablo 2. Bazı bitkiler için optimum sıcaklık değerleri [11]



Şekil 3. Alarm mesajı



Şekil 4. LDR modülünün seradaki konumu



Şekil 5. DHT sensörü, fan ve fanlı ısıtıcının seradaki konumu

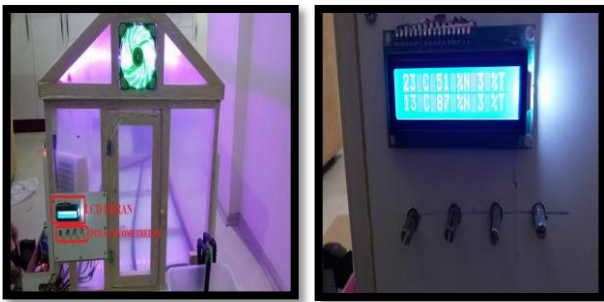
## III. SİSTEMİN MEKANİK TASARIMI

Projede tasarlanan sera 100cm boyunda, 60cm genişliğinde ve 60cm yüksekliğindedir ve ağaç çitlerden yapılmıştır. Bu ölçüler sistemde kullanılacak olan cihazlar baz alınarak seçilmiştir.

Ortamdaki ışılgı algılayacak olan LDR sensörü seranın dışına konumlanmıştır. Sensörün dışarıya konmasının sebebi kısır döngüye girmesine engel olmaktır. Yani sera içindeki şerit ledin sürekli yanıp sönmesini engellemektir. Şerit led seranın içine döşenmiştir.



Şekil 6. Damla sulama sisteminin ve su deposunun seradaki konumu



Şekil 7. LCD Ekran ve Potansiyometrelerin Seradaki Konumu



Şekil 8. Tüm Devrenin Seradaki Konumu

DHT22 sıcaklık ve nem sensörü seranın içine, arka köşesine yerleştirilmiştir. Çünkü seranın ortalama sıcaklık ve nem değerlerinin en doğru şekilde algılandığı yer burasıdır. Bu sensörden aldığı veriler doğrultusunda serada fan ve fanlı ısıtıcı çalışmaktadır. Fan çatının ön yüzünün ortasına, fanlı ısıtıcı ise seranın içinde ön köşede bitkilerin direkt ısıya maruz kalmayacağı bir noktaya konulmuştur. Bu bölümde LCD ekran ve ayarlama yapılacak potansiyometreler bulunmaktadır. Ayrıca panelde bazı bitkilerin optimum iklim koşullarının değerleri bir çizelge halinde gösterilmektedir.

Serada damla sulama sistemi uygulanmıştır. Toprak nem sensörü de seranın orta kısmında ne suyun aktığı yere yakın, ne de suyun aktığı yere uzak olarak

konumlandırılmıştır. Bu sayede toprağın nemi en doğru şekilde ölçülmüştür. Su pompası seranın dışından boru ile sulamayı seranın içine ulaştırmaktadır. Seraya ulaşan su, sulama işlemini gerçekleştirdikten sonra kullanılmayan fazla su yine aynı kabın içine dökülerek devir daim sağlanmaktadır. Seranın tabanı beyaz pleksi malzeme ile kaplanmış ve çeşitli yerlerinden açılan delikler ile toprakta gölleşme olması engellenmektedir. Aşırı su bu malzemeden geçerek seranın altında bulunan dikkörtgen şeklindeki kaba birikerek tahliye edilmektedir.

Görüntüleme sistemi seranın ön tarafına, kapının sağ tarafına yerleştirilmiştir. Bu bölümde LCD ekran ve ayarlama yapılacak potansiyometreler bulunmaktadır. Ayrıca bu panelde bazı bitkilerin optimum iklim koşullarının değerleri bir çizelge halinde gösterilmektedir.

Arduino, GSM shield, röleler ve bu devreleri birbirine kablo ile bağlayan breadboard ise seranın dışına, sol tarafına koruyucu bir bölüm yapılarak konulmuştur.

#### IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya genelinde nüfus artışı ile beraber gıda ve tarıma olan ilgi de artmaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde uygulanan elektronik altyapı ve kontrol sistemi ile seralarda oluşturulan ortam ürünlerin kalite ve miktarını artırabilmektedir.

Bu çalışmada tasarlanan otomasyon sistemi, maliyeti, teknik altyapısı ve kullanıcı dostu tasarımı ile halihazırda kullanılan sistemlere göre avantajlı hale gelmektedir. Sistemin tasarımı, yetiştirilmek istenilen bitkiye göre uygun iklimlendirmenin otomatik olarak gerçekleştirilmesi temeline dayanmaktadır. Sistemin elektronik altyapısı kolay bulunan devre elemanları ile gerçekleştirilmiştir. Sistemde sera içi sıcaklık, nem, toprak nemi gibi değişkenler kontrol edilmektedir. Aydınlatmanın yetersiz olduğu şartlarda fotosentez için uyumlu olan mor ışık devreye girmektedir. Seranın sıcaklık, nem ve toprak nemi gibi parametreleri anlık olarak görüntülenerek, bitki için önceden belirlenen en yüksek verimi sağlayacak ortam değerleri yakalanmaktadır. Arduino tümdevre kartı ile anlık değeri referans değerlerle karşılaştırılmakta ve sistem kontrol edilmektedir. Serada istenmeyen bir durum meydana geldiğinde ya da kontrol hataları ortaya çıktığında Arduino'ya bağlı olan GSM Shield sayesinde sera sahibi kısa mesaj(SMS) yoluyla bilgilendirilmektedir.

Ardunio ekonomik, kolay kullanılabilen ve programlanabilen bir tüm devre kart çözümü olarak bu projede tercih edilmiştir, fakat ileriki geliştirmelerde Ardunio yerine, Atmel veya benzer bir işlemci içeren merkezi kontrol kartı tasarlanması da mümkün olacaktır.

Üretilen prototipte yapılan testler ve ölçümlerle sistemin istenen fiziki ortamı oluşturmada başarılı bir kontrol sistemi olarak tasarlandığı görülmüştür. Üretim



seralarında uygulanması ve yaygınlaşması aşamasında farklı seviyedeki gerilim besleme değerleri için daha verimli ve hassas çalışmanın sağlanabilmesi bir güç kartı tasarımını gerekli kılmaktadır. Ürünün daha verimli şekilde geliştirilmesi ise satış ve pazarlama imkanlarının kullanılabilmesiyle mümkün olacaktır.

### TEŞEKKÜR

Bu proje TUBİTAK tarafından 1919B011602706 başvuru numarasıyla 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2016/2 ile desteklenmiştir.

### KAYNAKÇA

- [1] Baytürk, M., Çetin, G., Çetin, A., “Gömülü Sunucu ile Tasarlanmış İnternet Tabanlı Sera Otomasyon Sistemi Uygulaması”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 6(2), 53-57, 2013.
- [2] Çolak, A. “Isıtılmayan Bir Cam Serada Sera İçi Sıcaklık, Çiğlenme Sıcaklığı ve Bağıl Nem Deseni Üzerine Bir Araştırma,” Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, cilt 39, no.3, 105-112, 2002.
- [3] Kaçira, M., Short, T. H., Stowell, R.R., “Modeling Natural Ventilation Designs for Greenhouses in Mediterranean Climates. Presented at the ISHS Symposium,” Antalya, Turkey, 1997.
- [4] İnan, S.A., “Meyve Fidanı Çoğaltılmasında Kullanılan Köklendirme Seralarının Otomasyonu,” Yüksek Lisans Tezi, SDÜ, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta, 2002.
- [5] Yelken, A.A., “Seralarda İklim Kontrolüne Yönelik Bir Bilgisayar Programı,” Yüksek Lisans Tezi, ÇÜ, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana, 2003.
- [6] Kürklü A, Çağlayan N., “Sera Otomasyon Sistemlerinin Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma,” Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), 25-34, Antalya, 2005.
- [7] Y. S. Arı, “Birden Fazla Seranın, PLC ve SCADA Yazılımı İle Kontrolü Ve İnternet Üzerinden İzlenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.
- [8] M. Ciğer, “Bilgisayar Kontrollü, İnternet Destekli Sera Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2010.
- [9] <http://www.otomasyondergisi.com.tr/arsiv/yazi/84-bolgesel-tarim-urunlerini-gosteren-tasinabilir-bir-nem-kontrol-uygulamasi>
- [10] Başçetinlik, A., Öztürk, H. H., “Kontrollü Ortamlarda Yapılan Bitki Denemeleri İçin İklim Etmenlerinin Ölçülmesi,” 2.Sebeze Tarımı Sempozyumu 28-30 Eylül 1998 Bildiri Kitabı, Gaziosmanpaşa Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, S: 349-354, Tokat, 1998.
- [11] Çulha O. ve Ark., Seralarda Yarı İletken Sensör Teknolojisinin Kullanımı ve Üretim Olanakları, I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 27-29 Mayıs 2009.