

Uzaktan Kontrollü Otomatik Sulama Sistemi Tasarımı ve Uygulaması

Abdülkadir ÇAKIR, Hakan ÇALIŞ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü / ISPARTA

Alınış tarihi: 24.04.2007, Kabul:24.01.2008

Özet: Bu çalışmada, PIC 16F877 mikrodenetleyicili kontrol devresi ile uzaktan kontrollü otomatik sulama sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistem PSTN (Public Switch Telephone Network) telefon hattı üzerinden elle veya otomatik olarak sulama yapmaktadır. Otomatik modda, mikrodenetleyici üzerinde çalışan program, topraktan aldığı nem değerini bitkinin ihtiyacı olan nem değeri ile karşılaştırmakta ve nem değeri düşükse sulama motoru çalıştırılmaktadır. Nem, bitkinin ihtiyacı olan değere ulaştığında ise sulama motoru durdurulmaktadır. Böylece toprağa fazla veya eksik su verme problemi ortadan kaldırılarak en uygun sulama gerçekleştirilmektedir. Manüel modda PC'deki kullanıcı arayüzü yazılımı ile PC'deki modem üzerinden uzaktaki sistemin harici modemi arasında bağlantı kurularak sulama işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Otomatik veya manüel modda çalışırken herhangi bir hata oluşması durumunda sistem, modem üzerinden PC'yi arayarak hatayı bildirmekte ve sistemi kapatmaktadır. Gerçekleştirilen sistem hem gerektiği kadar sulama yaparak su miktarından, hem de otomatik olarak çalıştığı için insan gücü ve zamandan tasarruf sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Modem, Otomatik Sulama, Uzaktan sulama, Uzaktan Kontrol.

Design and Implementation of Remote Controlled Automatic Irrigation System

Abstract: A remote controlled automatic irrigation system based on external modem and microcontroller circuit is designed and implemented. It provides an automatic watering system using the PSTN phone line by either in manual or automatically mode. Program in microcontroller compares soil current humidity value, taken from ADC by the requested value of flower, and it starts watering motor to supply water that is necessary for the plants. System turns off the watering motor when it reaches the humidity value of flowers need. System connects PC's modem with external modem on the remote side through written program on a computer and watering process is done as usual. Remote modem calls the PC when any error occurs on the system, and it also reports the type of error and shuts down the system.

Key Words: Modem, Automatic Irrigation, Remote control, Remote Irrigation

Giriş

Otomasyon ve kontrol sistemlerinin sağladığı kullanım kolaylıkları insan hayatını kolaylaştırdığı için uygulama alanları giderek yaygınlaşmaktadır. Rüzgâr, sıcaklık ve yağmur miktarı bitkinin ihtiyacı olan sulama miktarını önemli oranda etkiler. Sulama sürecini etkileyen bu parametreler izlenirse su kaynakları verimli bir şekilde kullanılabilir. Su kaynakları azaldıkça ve kirlendikçe daha etkin ve az su ile sulama sistemlerine olan ihtiyaç artacaktır. Ayrıca toprak içindeki nemi algılayan sensörlerin üretimini artırması otomatik sulama sistemlerinin ticari olarak sunumunu yaygınlaştırmaktadır.

Al-Ali vd., (2001) tarafından gerçekleştirilen “Güneş Enerjisi ile Çalışan PLC’li Otomatik Sulama Sistemi” sadece kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Bu çalışmada uzaktan kontrol ünitesi bulunmamaktadır. Salivahanan vd., (2001)’de bulanık mantık algoritmaları kullanılarak, uzaktan kontrol ünitesi bulunmayan “Akıllı Sulama Sistemi” gerçekleştirmişlerdir. Dukes vd., (2003) tarafından yapılan “Nem Algılayıcı Otomatik Sulama Sistemi” adlı çalışma ile aynı cins ürün ve rekolte değeri için %50 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. (Muñoz ve Dukes (2005) tarafından araştırmalarda farklı algılayıcı tiplerinin aynı şartlarda farklı sonuçlar ortaya koyduğunu Fakat yine de aynı ürün kalitesi için sağlanan su

tasarrufunun önemli olduğu vurgulanmıştır. Kırnak (2006), bilgisayar kontrollü toprak nemini ölçen otomatik damlama sulama sistemi ile doğru zamanda doğru miktarda sulamayla aşırı veya yetersiz sulama probleminin çözülebileceğini ortaya koymuştur. Yang vd., (2004) bitki gövdesindeki sıvı akışını akustik sensörle ölçme esasına dayanan bilgisayarlı optimum ve otomatik sulama sistemi gerçekleştirmişlerdir. Ancak bu tip sensörlü sistem çevre gürültülerinden etkilenmektedir. Millaa ve Kishb (2006), mikroişlemci tabanlı kızılötesi algılayıcısı ile etkin sulama ve erozyon önleme sistemi tasarlamıştır. Sulama miktarı ve zamanları sistem tarafından kaydedilmekte olup bu veriler istendiğinde detaylı analiz için bilgisayara aktarılabilir.

Su kaynaklarının optimum kullanılması amacıyla bu çalışmada PIC 16F877 mikrodenetleyicili uzaktan modem kontrollü otomatik sulama sistemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak sistemin çalışıp çalışmadığı uzaktaki kontrol merkezinde bulunan bilgisayardan istenildiği zaman görülebilmektedir. Ayrıca sistemde oluşacak herhangi bir hata kontrol merkezindeki bilgisayara otomatik bildirilmektedir. Tasarımı gerçekleştirilen ve test edilen sistem, kontrol merkezinde bir PC ve kullanıcı ara yüz programı ile uzaktaki PIC 16F877 mikrodenetleyici ve

harici modemden ibaret kontrol ünitesi olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Kullanıcı ara yüz programı, kontrol ünitesi ile bağlantı kurarak sistemin yönetilmesini sağlamak veya uzaktaki sistemin durumunu gözlemek amacıyla kullanılmaktadır.

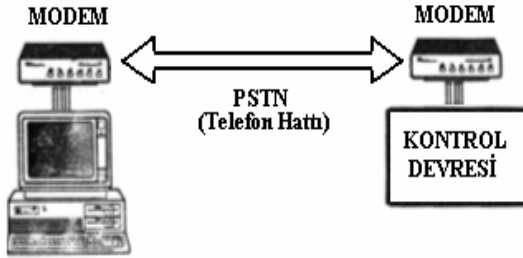
PIC 16F877 mikrodenetleyici ve harici modemden oluşan kontrol ünitesi seçilen program doğrultusunda sulama sistemini otomatik kontrol etmekte veya sulama sisteminin çalışmasını engelleyen bir problem meydana gelmesi durumunda bunu kontrol merkezindeki bilgisayara bildirmektedir. Kontrol Ünitesinin çalışma durumu ve yapılan ayarlamalar ünite üzerindeki LCD ekrandan görülebilmektedir.

Otomatik Sulama Sisteminin Yapısı

Gerçekleştirilen sisteminin genel yapısı Şekil 1’de verilmiştir. Sistem iki bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- Uzak uyarı ve kontrol programının kurulu olduğu, modem donanımına sahip bir PC,
- Harici modem, nem sensörü ve mikrodenetleyicili kontrol devresinden oluşan kontrol ünitesidir.

İki ünite arasındaki çift yönlü veri iletişimi analog veya dijital PSTN telefon hattı ile sağlanmaktadır.



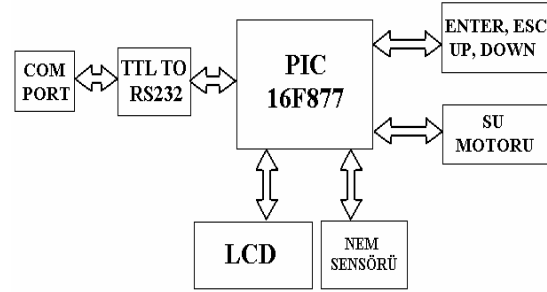
Şekil 1. Uzaktan Modem Kontrollü Otomatik Sulama Sisteminin Genel Yapısı

Kullanıcı ara yüz yazılımının bulunduğu PC'nin bu işi yaparken başka işlemler içinde kullanılması mümkündür. Kontrol merkezi ile kontrol ünitesi arasında analog veya dijital telefon hattı üzerinden seri iletişim kullanılmıştır.

Sistem manuel veya otomatik olarak sulama yapabilmektedir. Otomatik modda, bitkinin normal şartlarda büyümesi için gerekli olan nem oranı kontrol ünitesine girilmekte ve nem oranı düştüğünde, bitkinin nem ihtiyacı karşılanıncaya kadar sistem sulamayı devam ettirmektedir. Sulama sisteminde bir hata oluştuğunda kontrol devresi dahili bellekte kayıtlı olan telefon numarasını seri haberleşme ile aramakta ve kontrol merkezindeki PC ekranında hata görüntülenmektedir. Kontrol merkezindeki PC'den modem haberleşmesi ile kontrol ünitesi aranarak sistemin durdurulması veya çalıştırılması mümkündür. Sisteme enerji verilmeden önce kontrol devresi ile modem bağlantısı yapılmalıdır. Sistem ilk kurulduğunda önce modeme enerji verilerek modemin kendi komutlarını hazır hale getirmesi sağlanmalıdır. Modem kurulduktan sonra kontrol devresine enerji verilmelidir.

Kontrol Devresi

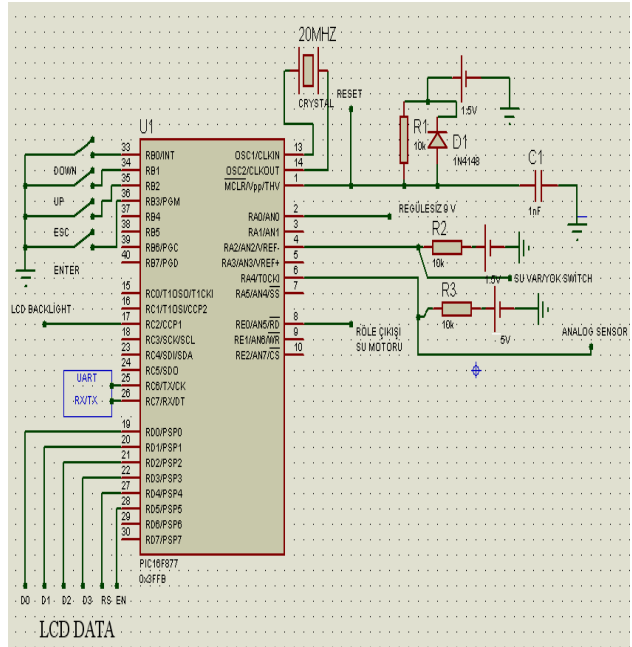
Kontrol devresinin blok şeması Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Kontrol Devresi Blok Şeması

Burada; modemle iletişimi sağlayan COM PORT ve TTL seviyesinden RS232 portu gerilim seviyesine çift yönlü dönüşüm blokları, ideal nem değerlerinin girilmesi ve işletilmesi için ENTER-ESC-UP-DOWN komut butonları, bulunmaktadır. Ayrıca elektrikli su motoru için röle çıkışı, toprağın nem değerini ölçüp mikrodenetleyiciye gönderen nem sensörü, işlemlerin gerçekleştirildiği PIC 16F877 mikrodenetleyicisi ve gerçekleştirilen işlemlerin görüntülediği LCD ekran yer almaktadır.

Kontrol devresinin açık şeması Şekil 3’de görülmektedir. Şema üzerindeki UART girişi modem bağlantı uçlarıdır.



Şekil 3. Kontrol Devresi Açık Şeması

Kontrol Devresinin Çalışma Prensipleri

Modem ve kontrol modülüne enerji verildiğinde, LCD ekran üzerinde modem bağlantısı ile ilgili mesajlar ve diğer mesajlar görünür. Bunlar;

ATZ: (Reset) geçerli komutların sıfırlanması.

AT&K4: V.42, V.42bis & K2 (MNP-4, MNP-5) ile uyumludur

- MNP-4: Gerçek ilerlemeyi başlatan, DTE'ler arası bağlantının %100 hatasız olmasını sağlayan bir doğrulama protokolüdür. Veriye geçerlilik bilgisi katmakta ve hatalı blokların tekrar gönderilmesini sağlamaktadır.
- MNP-5: Veriyi telefon hattına göndermeden önce sıkıştırılmaktadır. 2/1 faktörüyle veriyi yüksek oranda sıkıştıran Huffman Kodlama düzenini kullanmaktadır.
- V.42: hata düzeltme protokolüdür.
- V.42bis: 4/1 oranında bir veri sıkıştırıcıdır. MNP-5'den daha güçlüdür.

ATD: Bir telefon numarası çevirmek için kullanılır.

ATA: Modem son girilen komutu kontrol eder.

ATS0=3: Modeme gelen aramalara otomatik cevap verme. Eğer modem destekliyorsa kullanılabilir. Varsayılan olarak modem gelen aramalara otomatik olarak cevap vermez. S0 yazmacı kullanılarak modem otomatik cevap verebilir hale getirilebilir. Varsayılan olarak S0 yazmacına 0 atanmıştır. Örneğin ATS0=1 "ENTER" tek çalıştıktan sonra cevap ver, ATS0=3 "ENTER" üç çalıştıktan sonra cevap ver şeklinde çalıştırılabilir.

Modem, aktif edildiğinde bir cevap sinyali yollar ve gerçek ton için bekler. Eğer modem bir başlatma sinyali duyarsa, CONNECT moduna geri döner. Eğer 30 saniye boyunca taşıyıcı sinyal bulamazsa NO CARRIER kodu gönderir, hattı keser ve komut moduna geri döner. Otomatik cevap özelliği kurulmadığı halde telefon çalarsa, modem RING sonucunu geri çevirir ve cevap vermez. Bu durumda cevap ver komutu (A) ile cevap verilebilir.

Bu komutlar için 16F877 mikrodenetleyicisinin modem komutlarını kurması sağlanır. Modem komutları kurulduktan sonra LCD ekranda; "MODEM KONTROLLÜ SULAMA KARTI" yazısı, bellekte kayıtlı olan telefon numarası ve nem bilgisi görüntülenerek sistem çalışmaya başlar. Sistem önceden girilmiş olan bellekteki nem bilgisine göre sulamayı aktif veya pasif yapar. Sistemde hata varsa modeme önce **ATD** sonra bellekteki telefon numarasına gönderilir. Eğer modem bağlantısı kurulmamışsa (hata varsa) LCD ekranda sürekli "Bağlantı Hatası" mesajı görülür. Modem hata vermezse arama gerçekleştirilir. Kontrol merkezinde bulunan PC'deki modem 3 defa çaldıktan sonra hata numarası PC'deki kullanıcı ara yüz yazılımında görülür. Modem cevap vermezse PC'deki yazılımdan "Yanıt Ver" butonuna basılarak bağlantı kurulur. Kontrol devresindeki LCD ekranda ise "Modül Pasif" ve "Onar ve Reset" yazısı çıkar. Kontrol sisteminde hata olduğunda, sistem üzerindeki sıfırlama butonu ile sistemi sıfırlamak gerekir.

Sistem sulama yaparken kontrol merkezindeki PC'den kontrol devresine bağlantı kurularak sulama aktif veya

pasif yapılabilir. Aynı şekilde kontrol devresi üzerindeki "ENTER" butonu ile program menüsüne girilebilir. "UP", "DOWN" butonları ile ileri/geri hareket edilebilir. "ENTER" butonu ile üzerinde bulunulan moda girilebilir ve "ESC" butonu ile çıkılabilir. Burada üç adet menü vardır. Bunlar;

a. Telefon No Atama: "ENTER" butonu ile buraya girildiğinde imleç sol ilk numara üzerindedir. "UP"/"DOWN" butonları ile numara seçilerek "ENTER" butonuna basılarak bir sağıdaki numaraya geçilir. Bu menüden her numara için "ENTER" butonuna basılarak çıkılmalıdır. "ESC" ile yapılan direk çıkışlar enerji kesintisinde silinmekte ve numara kaydedilmemektedir. Sistem diğer hatlar için kullanılamaz. Telefon hattı PSTN hat olmalıdır.

b. Analog İzleme: Bu menüde bir atama yapılmaz. Burada sadece analog nem sensöründen okunan o anki nem seviyesine bağlı olarak değişen ADC değeri izlenebilir. Burada görülen değer 0 ile 255 arasındadır. 0 değeri topraktaki nem oranının en yüksek, 255 değeri ise topraktaki nem oranının en düşük olduğunu gösterir. Nem oranı PORT A'nın 4. bitine uygulanır. Toprağın direnci düşükse PORT A'nın 4. bitine 0V, yüksekse +5V uygulanır. Bu değer mikrodenetleyici içerisinde bulunan ADC ile dijitalleştirilerek işleme sokulur.

c. Nem Seviye Ayarı: Bu menü aracılığı ile sulama başlangıç değeri ayarlanır. Burada nem değeri "UP"/"DOWN" butonlarıyla değiştirilebilir. İstenilen değer girildikten sonra "ENTER" butonuyla kaydedilir. "ENTER" butonuyla kaydetmeden önce "ESC" butonuna basılırsa kaydedilmeden çıkılır.

Herhangi bir menü maddesinin içine girildiğinde sulama durumu ne olursa olsun sistem pasif olur. Menüden çıktığı anda sistem nem sensöründen okunan nem miktarına bakarak kayıtlı nem oranına göre sulamayı aktif veya pasif yapar. Modül aşağıda belirtilen hatalardan birisi ile karşılaştığında atanmış olan telefon numarasını otomatik olarak çevirir ve bilgisayar ile haberleşerek 'Sulama Kontrol' yazılımı üzerinde ilgili hatayı aktif yapar.

Hata 1. Modül voltajı zayıf (8 voltun altında).

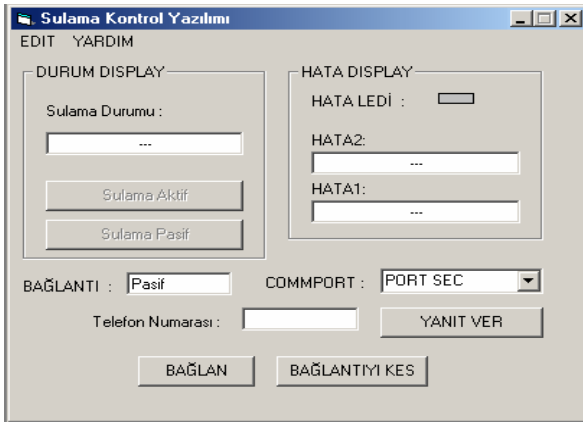
Hata 2. Su mevcut değil.

Ayrıca 'Sulama Kontrol' yazılımı üzerinden de 'Telefon Numarası' kutusuna kayıtlı kontrol devresinin telefon numarasını aramak mümkündür.

Kontrol devresindeki PIC 16F877 mikrodenetleyicisine yazılan program PCW C derleyicisi kullanılarak oluşturulmuştur.

Uzak Uyarı ve Kontrol Merkezi

"Uzak Uyarı ve Kontrol Merkezi" sulama kontrol programının kurulu olduğu kullanıcı ara yüzü bulunan ve modem donanımına sahip bir PC'den oluşmaktadır. Bu çalışmada gerçekleştirilen programın kullanıcı ara yüzü Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Kontrol Merkezi Kullanıcı Ara Yüz Yazılımı

Bu program, PC'den "Kontrol Ünitesini" izlemek, oluşacak problemlerden anında haberdar olmak ve sulama işlemine uzaktan müdahale edebilmek amacıyla geliştirilmiştir. Program Visual Basic 5.0 ile yazılmıştır.

Program çalıştırıldığında ilk önce **COMMPORT** kutucuğundan modemün bağlı bulunduğu port seçilmeli ve **Telefon Numarası** kutucuğuna "Kontrol Ünitesi"nin bağlı bulunduğu telefon numarası yazılmalıdır. "Kontrol Ünitesi" ile bağlantı ara yüz penceresindeki **BAĞLAN** butonu ile gerçekleştirilmektedir. Bağlantı kurulduğunda **BAĞLANTI** penceresindeki Pasif yazısı Aktif olarak değişmektedir. Sulamanın durumu da **Sulama Durumu** penceresinden izlenebilmektedir. **Sulama Aktif** veya **Sulama Pasif** butonlarıyla Kontrol Devresindeki sulama durumu değiştirilebilmektedir. Bağlantı kurulduğu sürece "Kontrol Ünitesi"ndeki LCD ekranda hata olmadığı sürece *****ONLINE***** yazısı çıkmaktadır. Bağlantı süresince bir hata oluşursa bu hata görüntülenmektedir. Bağlantı **BAĞLANTIYI KES** butonu ile kesilebilmektedir.

"Kontrol Ünitesi"nde bir hata oluşursa "Kontrol Ünitesi" tarafından "Kontrol Merkezi" telefon hattı aranmakta ve modem üç kez çaldığında PC cevap vermektedir. PC cevap vermezse **YANIT VER** butonu ile bağlantı kurulabilmekte ve hata **HATA DISPLAY** penceresinde görülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada, PIC16F877 mikrodeneleyicisi ile harici modem kullanılarak çift yönlü haberleşme ve otomatik olarak çalışan prototip bir sulama sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistemin çalışabilmesi için "Kontrol Ünitesi"nin bulunduğu yerde elektrik ve PSTN telefon hattının olması yeterlidir.

"Kontrol Ünitesi" +9 Voltluk şarj kontrollü bir batarya ile beslenmektedir. Böylece sistem elektrik kesintisinden etkilenmemektedir.

"Kontrol Ünitesi" sulama işlemi toprağın nemine göre yapmaktadır. Nem oranını ölçme işlemi toprağın direnç değerine göre yapılmıştır. Çok hassas ölçüm istenen yerlerde dijital nem sensörü kullanılmalıdır. Çalışmada kullanılacak en az sensör sayısı ve en uygun nerelere

yerleştirileceği ve nasıl kalibre edileceği gibi kriterler önem kazanmaktadır. Sistem birden fazla farklı çalışma ortamlarına uyarlanmak istenirse buna uygun port sayısına sahip bir mikrodeneleyici kullanılmalıdır. Çalışma ortamları farklı yerlerde ise her bir çalışma ortamına bir "Kontrol Ünitesi" ve telefon hattı bağlanmalıdır.

Sistem ilk aşamada bitki sulama sistemi olarak düşünülmüşse de uzak mesafelerdeki başka sistemlerin PSTN hattı üzerinden çalıştırılması ve kontrolü amacıyla da kullanılabilir.

Sistem PSTN hizmetinin götürülebildiği her yerde kullanılabilir ve otomatik sulama yaptığı için insan gücünden ve sudan tasarruf sağlamaktadır.

Sistemin haberleşme kısmında PSTN telefon hattı yerine mobil GSM hattı ve güneş enerjili besleme ile daha kullanışlı hale getirilebilir. Sensör tabanlı, yenilenebilir enerji kaynaklı ve uzaktan kontrol edilebilen taşınabilir bir sulama sistemi kaynakların optimum kullanımını sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Al-Ali, A., Rehman, S., Agili, S.A., Al-Omari, M.H. 2001. Usage of Photovoltaics in an Automated Irrigation System. *Renewable Energy*, 23, 17-26.
- Dukes, D.M., Simonne, H.E., Davis E.W., Studstill, D. W. Hochmuth, R. 2003. Effect of Sensor-Based High Frequency Irrigation on Bell Pepper Yield and Water Use. *Proceedings 2nd International Conference on Irrigation and Drainage*, Phoenix, AZ, May 12-15, 665-674.
- Kırnak, H. 2006. Automatic Irrigation Based on Soil Moisture for Nursery Crops. *GAP V. Mühendislik Kongresi*, Harran Üniv. Mühendislik Fakültesi, 26-28 Nisan, Şanlıurfa, 1540-1547.
- Millaa, K., Kishb, S. 2006. A Low-cost Microprocessor and Infrared Sensor System for Automating Water Infiltration Measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 53, 122-129.
- Muñoz, C.R., Dukes, D.M. 2005. Automatic Irrigation Based on Soil Moisture for Vegetable Crops, University of Florida. Department of Agricultural and Biological Engineering, Florida, <http://edis.ifas.ufl.edu> (Erişim Tarihi: 21.03.2007).
- Salivahanan, S., Selvathi, D., Indumathi, G., Vijay Kumar, K.R. 2001. Intelligent Control for Automatic Irrigation Using Fuzzy Logic. *National conference on Intelligent and Efficient Electrical Systems*, PSG College of Technology, Coimbatore, 9 – 13.
- Yang, S., Lu, P., Okushima, L., Sase, S. 2004. Precision Irrigation System Based on Detection of Crop Water Stress with Acoustic Emission Technique. *Proceedings of the 2004 International Conference on Information Acquisition ICIA 2004*, June 21-25, Hefei, China, 444- 447