

# Radyo Frekansı ile Düşük Maliyetli Su Seviyesi Kontrolü

Semih ÖZDEN, Mahir DURSUN

## ÖZET

Bu çalışmada, bir içme suyu santrifüj pompası ve su deposunun radyo frekanslı olarak uzaktan kontrolü gerçekleştirilmiştir. Santrifüj pompanın su sağladığı depoda iki adet seviye sensörü kullanılmıştır. Deponun alt ve üst seviyelerine konularından sensörler vasıtasıyla pompanın çalışması ve durdurulması sağlanmıştır. Radyo frekanslı haberleşme sisteminde açık alanda 10 km mesafeye sahip 868 MHz'lik UDEA marka UFM-A12 WPA modül kullanılmıştır. RF modüllerin haberleşmesi için gerekli olan seri bilgi paketi Microchip firmasının PIC18F452 model mikrodenetleyici ile sağlanmıştır. Düşük maliyetin ön planda olduğu çalışmada, depo suyu seviyesi 1600 metre uzaklıktaki pompanın kontrolü ile kablosuz iletişim kullanılarak sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Radyo frekansı, depo su seviye kontrolü, uzaktan kontrol, RF modül,

## Low Cost Water Level Control with Radio Frequency

### ABSTRACT

In this study, drinking water centrifugal pump and water storage tank were controlled remotely with radio frequency. Two level sensors were used in storage tank which supplied from pump. Pump were controlled with sensors were located bottom and top level. UDEA brand UFM-A12 WPA model module has 10 km range and 868 MHz was used for radio frequency communication. Serial data package needed for communication between modules was produced with Microchip brand PIC18F452 microcontroller. Low cost was main goal of study and water tank storage level was stability controlled by pump far away 1600 meters using wireless communication.

**Key Words:** Radio Frequency, tank water level control, remote control, RF module

### 1. GİRİŞ

RF (Radyo Frekansı), gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çok uzun mesafedeki şehirler ve ülkeler arasındaki ölçme ve kontrol için GSM ve uydu sistemleri kullanılır. Şehir içi mesafeler için, mobil telsiz, cep telefonu veya RF iletişim modülleri ölçme ve kontrol için tercih edilmektedir. Endüstriyel otomasyon sistemlerinde de kablosuz haberleşme uygulamaları gün geçtikçe artmaktadır. Bunun en önemli sebebi kablosuz haberleşme sistemlerinin montaj kolaylığı sağlaması, esnekliği, bakım gerektirmemesi, kablolu hatalarının ve maliyetlerinin olmaması, dış çevreden kaynaklı kopma ve yıpranmanın olmamasıdır [1]. Bunun yanında bilginin daha güvenilir ve hızlı iletimi sağlanabilmektedir.

Radyo frekanslı uzaktan kontrol ve görüntüleme sistemleri [2 3 4 5] ve pompa kontrolü üzerine birçok çalışma yapılmıştır [6 7]. Çalışmalarda genellikle pompanın internet veya bilgisayar üzerinden otomatik olarak uzaktan kontrolü üzerinde durulmuştur. İleri teknolojileri kullanan çalışmalarda karmaşık ve pahalı sistemler geliştirilmiştir. İnternet veya bilgisayar kontrollü sistemler, su kaynağı ile deponun arasında mesafenin kısa olması durumunda gereksiz yere yüksek maliyetli ol-

maktadır. Reza ve diğerleri [8], içme suyu tankının seviyesinin ve bu tanka su sağlayan motorun konumunun internet üzerinden izlenebildiği bir sistem geliştirmişlerdir. Mikrodenetleyici tabanlı seviye ölçümü elektriksel iletkenlik ile ölçülmüştür. Teke ve diğerleri [9], üç seviye sensörü kullandıkları sistemde motorların RF ile kontrolü konusunda benzetim yapmışlardır. Naman ve diğerleri [10], su tankının seviyesinin geri besleme olarak sağladıkları sistemde motorun çalışmasını FM teknolojisi ile gerçekleştirmişlerdir. Motor konumu ve tanktaki su seviyesi bilgilerinin iletiminde iki ayrı alıcı-verici devresi kullanılmıştır. Yang ve diğerleri [11], kablosuz internet alt yapısını kullanarak su seviye tanklarının uzaktan izlemesini gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca web tabanlı geliştirdikleri yazılım ile web sayfası şeklinde izlenebilen sistem, çeşitli donanımlar (kamera, sensör, kontrol paneli, bakım teknisyeni el cihazı) eklenerek geliştirilmiştir. Avlonitis ve diğerleri [12], büyük bir alanda bulunan kuyulardan ve su depolama tanklarından aldıkları bilgilerin görüntülenmesini kablosuz internet alt yapısını kullanarak sağlamışlar. Mobil telefon aracılığıyla da izlenebilen sistem, bilgisayar yazılımı ile izlenip kaydedilmiştir. Benzer bir çalışma, Çayiroğlu ve Görgünoğlu tarafından laboratuvar ortamında PIC16F877 ile gerçekleştirilmiştir [13]. Brito ve diğerleri [14], iki su tankının kontrolünü LabVIEW'da geliştirdikleri yazılım ile gerçekleştirilmişlerdir. Tank seviyelerinin anlık olarak izlenebildiği sistem internet üzerinden haberleşmektedir. Dursun ve Özden, RF iletişimi damla sulama pompasının kontrolünde kullanmıştır [15,16]. Onacak, mikron hassasiyetli elektromekanik

*Makale 03.02.2011 tarihinde gelmiş 06.05.2011 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.*

*S. ÖZDEN, M. DURSUN, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü*

*e-posta: semihozden@gmail.com, mdursun@gazi.edu.tr*

*Digital Object Identifier 10.2339/2010.13.4, 313-317*

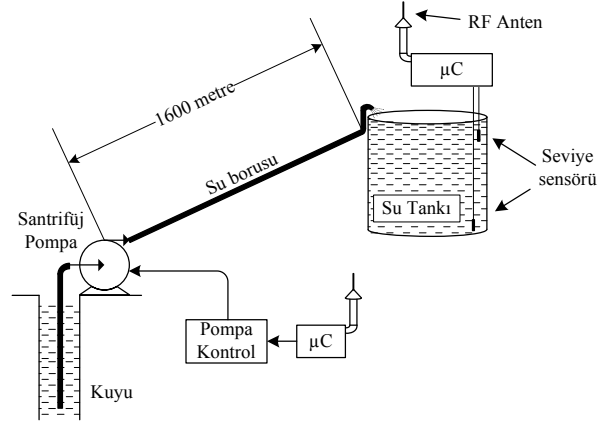
sıvı seviye ölçüm sistemi elektrot kullanılarak PIC16F877 yardımıyla adım motorları ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca göl, kuyulardaki yeraltı suyu ve baraj göllerinin su seviye değişimleri de bu sensör ile hassas olarak tespit edilebilecektir [17].

Bu çalışmada düşük maliyet ön planda tutulmuştur. Kısa mesafede içme suyu kuyu pompasının kontrolü su deposu seviyesine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın uygulandığı alanda pompa ile depo arasında 1600 metre uzaklık bulunmaktadır. Radyo frekanslı haberleşmede UDEA Marka UFM-A12 WPA model modül kullanılmıştır. 868 MHz'de Frekans Kaydırmalı Modülasyon (FSK, Frequency-shift keying) kullanan modüle UGPA-868 kodlu omni-directional anten takılmıştır. Modüllerin haberleşmesinde gerekli olan bilgi paketi Microchip firmasının PIC 18F452 mikrodenetleyicisi ile üretilerek modüller arası bilgi alışverişi sağlanmıştır. Deponun alt ve üst seviyelerine konumlandırılan şamandıraların konumuna göre pompanın çalışması/durması sağlanmıştır. Şamandıraların konumu verici devresindeki mikrodenetleyici tarafından algılanarak gerekli bilgi RF modül ile alıcı birimindeki RF modüle gönderilmiştir. Alıcı birimindeki bilgi paketi RF modül aracılığıyla mikrodenetleyiciye iletilmiştir. Mikrodenetleyicide bilgi paketi çözümlenerek motorun bilgisi güç devresine aktarılmış ve motorun çalışması/durması sağlanmıştır. Geliştirilen sistem bir sitenin içme suyu ihtiyacını karşılayan sisteme bütünleştirilerek uygulanmıştır.

## 2. KABLOSUZ POMPA KONTROLÜ

Uygulaması gerçekleştirilen sistemin genel görünümü Şekil 1'de gösterilmiştir. Verici biriminde seviye şamandıralarından alınan dijital bilgi mikrodenetleyici ( $\mu C$ ) vasıtasıyla RF modüle gönderilir. RF modül uygun modülasyon ve kodlama ile bilgiyi antenle verici birimine aktarır. Verici biriminde bulunan RF

dan başlatma ve durdurma butonlarının kontrolü röleler ile yapılmıştır. Böylece geliştirilen sistem mevcut sistemlerde herhangi bir değişiklik gerektirmeden kolaylıkla bütünleştirilebilmektedir.

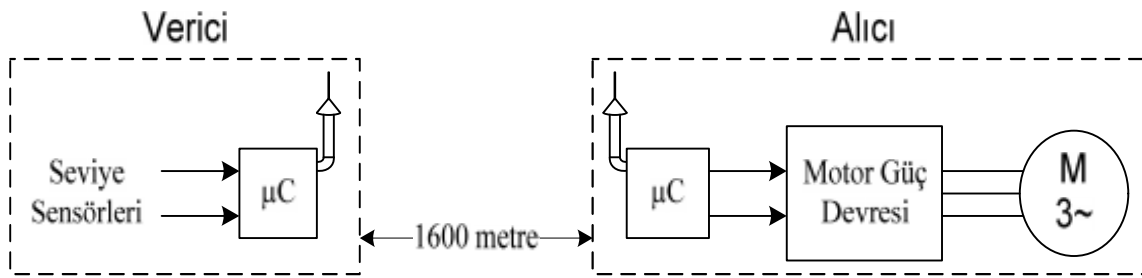


Şekil 2. Sistemin detaylı görüntüsü

### 2.1. RF Modül ve Anten Birimi

Çalışmada kullanılan UDEA Marka UFM-A12 WPA modülü açık alanda 10 km'ye kadar iletişim sağlamaktadır. 868 MHz frekansı kullanan modül, kullanıcının seçimine göre 2 farklı frekansta çalışabilmektedir (869.4336 MHz ve 869.6064 MHz). Veri iletim durumunda 500 mA, veri alım durumunda 50 mA akım sarfiyatı vardır. 2.4 kbaud rate hızında seri veri iletişimi ile çalışmaktadır ve maksimum 27 dBm çıkış gücüne sahiptir. Modül, modülasyon olarak Frekans Kaydırmalı Modülasyon (FSK, Frequency-shift keying) yöntemini kullanmaktadır.

RF modülün haberleşmede kullandığı kodlama ve gönderilmesi gereken bilgi paketi, Şekil 3'de görülmektedir. İlk üç karakter (byte) başlangıç, son beş karakter (byte) ise sonlandırma kodlarıdır. Başlangıç ve



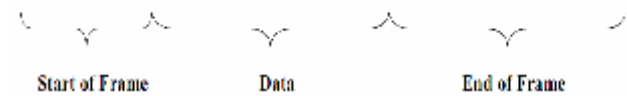
Şekil 1. Sistemin genel görünümü

modül uygun şekilde paketlenmiş ve modüle edilmiş bilgiyi alır, çıkışına aktarır.  $\mu C$  tarafından alınan bilgi kodu çözümlenerek motor çalışma/durma bilgisi ayıklanır. Eğer durum değişikliği gerekiyorsa (çalışma/durma) bunu güç devresine röleler kullanarak gerçekleştirir.

Sistemin detaylı görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir. Kuyudan çekilen içme suyu santrifüj pompa ile 1600 metre uzaklıktaki depoya gönderilmiştir. Pompanın mevcut güç devresinde herhangi bir değişiklik yapılmam-

sonlandırma kodlarının arasına maksimum 72 byte'lık bilgi yazılabilir.

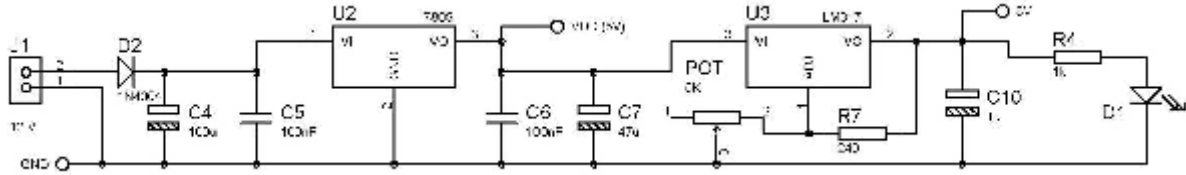
S	R	F	DATA	E	N	D	CR	LF
24h	52h	46h	BYTE (Max 72 BYTE)	45h	4Eh	44h	0Dh	0Ah



Şekil 3. RF modülün bilgi paketi

## 2.2. Besleme Devresi Birimi

Modüllerin besleme devresi Şekil 4'de gösterilmiştir. Modül iki farklı seviyede gerilime (3 V ve 5 V) ihtiyaç duymaktadır. RF iletişimin sağlıklı bir şekilde sağlanması için modül besleme gerilimindeki osilasyonunun  $\pm 100$  mV olması istenmektedir. Besleme devresi, giriş gerilimi 12 V'a kadar uygulanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ters bağlantıyı önlemek ve modüllerin korumak amacıyla girişe bir diyot yerleştirilmiştir. İlk gerilim seviyesi 5 V, 7805 ile sağlanmıştır. Modülün ihtiyaç duyduğu diğer gerilim seviyesi 3 V, ayarlanabilir güç regülatörü olan LM317 ile sağlanmıştır. 5 K'lık potansiyometre ile çıkış gerilimi hassas şekilde ayarlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Beslemenin var olup olmadığı çıkışa bağlanan led ile gözlenebilir. Gerilimdeki dalgalanmaları önlemek ve azaltmak için filtre kondansatörleri kullanılmıştır.



Şekil 4. RF modüllerin besleme devresi

## 2.3. Alıcı Devre (pompa kontrol) Birimi

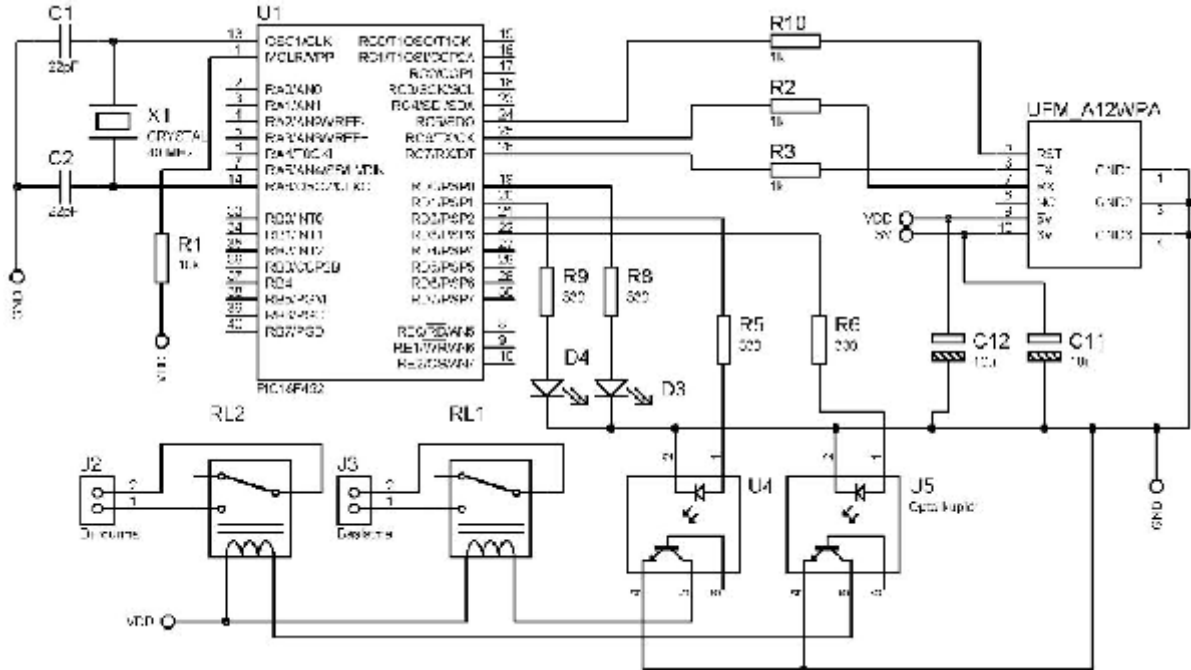
Alıcı devre (pompa kontrol) Şekil 5'de gösterilmiştir. PIC 18F452'nin osilatör frekansı 40 MHz olarak seçilmiştir.  $\mu C$  ile RF modül arasındaki bağlantı UART (seri port) üzerinden yapılmıştır. Gerekli durumda mo-

dülün sıfırlama işlemi yapılabilmesi için kullanılan reset pini  $\mu C$ 'nin dijital çıkışına (RC5) pinine bağlanmıştır. Alıcı devre, motorun güç devresindeki başlatma/durdurma butonlarını kontrol etmektedir. Butonlar kontaktörlerin bobinlerini enerjilendirmektedir. Dolayısıyla güç devresindeki kontaktörlerin bobin akımları röle veya transistör üzerinden sağlanmalıdır. Çalışmada kontaktörlerin bobin akımı röle kontaktları üzerinden geçirilmiştir. Rölelerin bobinlerini enerjilendirilmesi  $\mu C$ 'nin dijital çıkışlarının kontrol ettiği optokuplör ile gerçekleştirilmiştir (RD2 ve RD3). Ayrıca motorun çalışma veya durma konumları RD0 ve RD1 pinlerine bağlanan ledler ile gözlenebilmektedir.

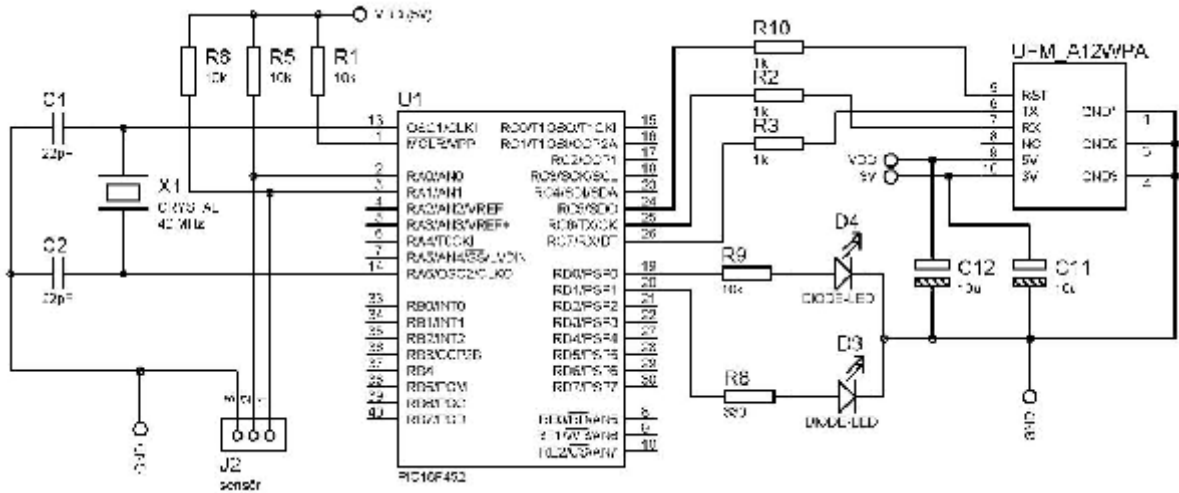
## 2.4. Verici Devre (seviye tespiti) Birimi

Verici devre (seviye tespit devresi) Şekil 6'da, devrenin PCB hali Şekil 7'de gösterilmiştir. Mikrodenetleyici ile RF modül arasındaki bağlantı, alıcı devredeki ile aynı-

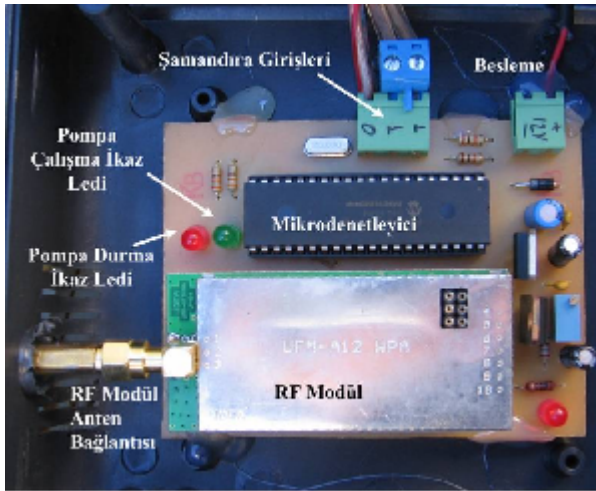
dır. Yine diğer devrede olduğu motorun çalışma/durma konumlarını gösteren ledler mevcuttur. Fark olarak seviye şamandıralarından (Şekil 8) gelen "0" veya "1" lojik bilgisi  $\mu C$ 'nin 10 K'lık dirençlerle pull-up yapılan RA0 ve RA1 dijital girişlerine bağlanmıştır.



Şekil 5. Alıcı devre şeması



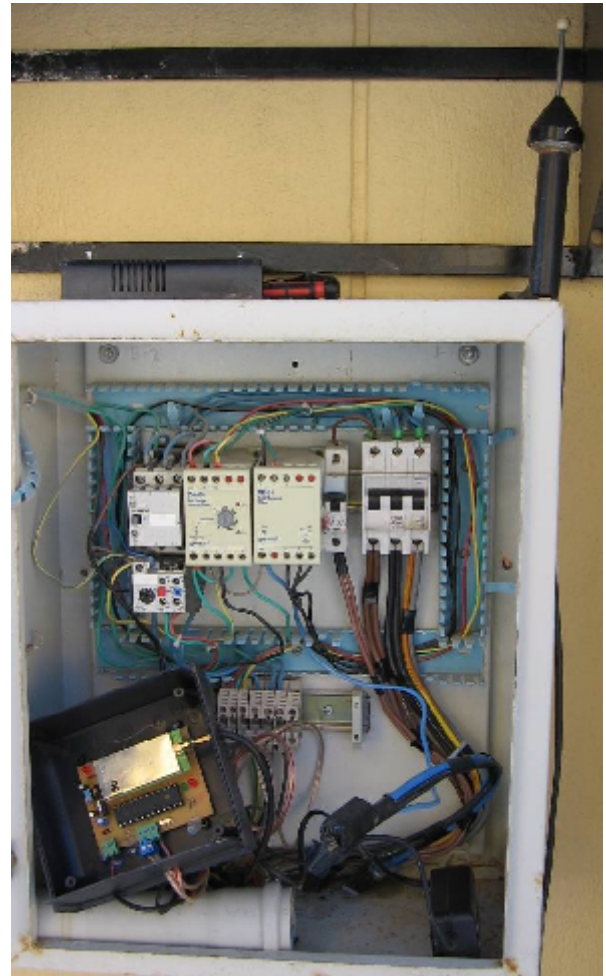
Şekil 6. RF modüllerin besleme devresi



Şekil 7. Verici devresinin görünümü



Şekil 8. Şamandıra



Şekil 9. Sistemin uygulamasının genel görünümü

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada içme suyu kuyusundan su deposuna su sağlayan pompanın kablosuz olarak kontrolü gerçekleştirilmiştir. Uygulamada pompa ile depo arasında 1600 metre mesafe vardır. Bu mesafede, pompa ile depo arasındaki kablosuz iletişim sağlayan RF modül UDEA Marka UFM-A12 WPA modelidir. 868 MHz'de Frekans Kaydırmalı Modülasyon (FSK, Frequency-shift keying) kullanan modül, UGPA-868 kodlu omnidirectional anten ile kullanılmıştır. Modüllerin bilgi alışverişi için belirli formattaki bilgi paketi Microchip firmasının PIC 18F452 mikrodenetleyicisinin USART pinleri (TX, RX) ile üretilmiştir. İçme suyu deposunun alt ve üst seviyelerine konumlandırılan şamandıralar verici biriminin dijital girişlerine uygulanarak pompanın çalışması/durması sağlanmıştır. Sistem bir sitenin içme suyu ihtiyacını karşılayan sisteme bütünleştirilerek sağlıklı bir şekilde uygulanmıştır. Karmaşık ve pahalı sistemlerin aksine maliyet mümkün olduğunca düşük tutulamaya çalışılmıştır ve tüm sistem 550,00 TL'ye mal olmuştur. Aynı sistemin kablo ile sağlanması durumunda kullanılan malzeme ve işçilik maliyeti yaklaşık olarak 5.500,00 TL, işin gerçekleşme süresi 1 hafta olacaktır. Ayrıca kabloların yerleştirilmesi (döşenmesi) çevre kirliliği ve hizmette kusur yaratacak, hukuki sorunlar ortaya çıkaracak ve mülk sahipleri mahkemelere müracaat edebileceğinden süreç daha da uzayabilecekken, geliştirilen sistem ile sonuç almak yaklaşık olarak yarım saat olacaktır. Geliştirilen sistem ile işçilik, güvenilirlik ve zaman bakımından daha iyi sonuçlara ulaşılabildiği gibi maliyet de %90 düşürülmüştür.

### 4. KAYNAKLAR

- Özdemir, A., Yazıcı, İ., Kunduz, T., "Mikrodenetleyici tabanlı kablosuz kontrol ve kumanda sistemi tasarımı", III. Otomasyon Sempozyumu, Denizli, 2005
- İnan, A.İ., "Sera otomasyon sistemi", Bilgi Teknolojileri Kongresi, Denizli, 2002.
- Çayıroğlu, İ., Erkaymaz, H., "Uzaktan Sabit Hat Erişimli Bilgisayar Destekli Ev Otomasyonu", PAÜ Mühendislik Fakültesi Dergisi, 13(3): 379-385, 2007.
- Chavez, J.L., Pierce, F.J., Elliott, T.V., Evans, R.G., "A Remote Irrigation Monitoring and Control System for continuous move systems. Part A: description and development", Precision Agric., 11:1-10, 2010.
- Işık, A.H., Güler, İ., "Teletipte mobil uygulama çalışması ve mobil iletişim teknolojilerinin analizi", Bilişim Teknolojileri Dergisi, 3(1): 1-10, 2010.
- İnan, S.İ., Koyun, A., "İçme Suyu kuyuları ve depolarının RF & internet destekli otomasyonu ve geniş arazide uygulaması, Otomasyon Dergisi, 158: 64-66, 2005.
- İnan, S.İ., Koyun, A., "RF & internet ile uzaktan kontrol edilen içme suyu kuyuları ve su depolarının PIC mikrodenetleyici destekli otomasyonu ve geniş arazide uygulanması", III. Otomasyon Sempozyumu ve Sergisi, Denizli, 2005.
- Khaled Reza, S.M., Ahsanuzzaman, S., Tariq, M.D., Mohsin Reza, S.M., "Microcontroller based automated water level sensing and controlling; design and implementation issue", Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science, WCECS, San Francisco, 2010.
- Teke, A., Özbarut, A., Tan, A., Tümay, M., "RF haberleşme tabanlı su deposu otomasyon sistemi", IV. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu, İTÜSEM, Adana, 2009.
- Naman, A.T., Abdulmuin, M.Z., Arof, H., "Implementation and performance evaluation of a wireless feedback loop for water level control", TENCON, Japan, 56 - 59, 2010.
- Yang, S.H., Chen, X., Altya, J.L., "Design issues and implementation of internet-based process control systems", Control Engineering Practice, 11(6): 709-720, 2003.
- Avlonitis, S.A., Pappasa, M., Moutesidisa, K., Pavloua, M., Tsarouhasa, P., Vlachakisa, V.N., "Water resources management by a flexible wireless broadband network", Desalination, 206(1-3): 286-294, 2007.
- Çayıroğlu, İ., Görgünoğlu, S., "Mobil telefon ve PIC mikrodenetleyici kullanarak uzaktan esnek kontrol sağlanması", Int.J.Eng.Research & Development, 2(1): 23-27, 2010.
- Brito, N., Ribeiro, P., Soares, F., Monteiro, C., Carvalho, V., Vasconcelos, R., "A remote system for water tank level monitoring and control - a collaborative case-study", 3rd IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics, ICELIE, Porto, 19-23, 2009.
- Dursun, M., Ozden, S., "A prototype of PC based remote control of irrigation", International Conference on Environmental Engineering and Application (ICEEA), Singapore, 255-258, 2010.
- Dursun, M., Ozden, S., "Application of Solar Powered Automatic Water Pumping in Turkey", International Conference on Electrical Energy and Networks (ICEEN), India, 52-57, 2011.
- Onacak, T., "Micron resolution electromechanical liquid level measurement system", Instrumentation Science and Technology, 35: 563-569, 2007.