

# BİR SU POMPASININ PC İLE KABLOSUZ UZAKTAN KONTROLÜ

Osman BİLGİN, Ercan YALDIZ, Abdullah ALACA

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, 42031, Konya  
obilgin@selcuk.edu.tr, eyaldiz@selcuk.edu.tr, abd\_alaca@yahoo.com

*Anahtar Sözcükler: Telsiz Uzaktan Kontrol, DTMF, Telemetre, Pompa.*

## ÖZET

Otomatik uzaktan kontrol ve ölçüm sistemleri su pompası ünitelerinin insan müdahalesi olmadan çalıştırılmasına olanak verir. Bu çalışmada, bir su pompası kontrol ve telemetre sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. İki yönlü telsiz iletişim amacıyla biri 87MHz, diğeri 433MHz'de çalışan iki RF alıcı/verici ünitesi çifti kullanılmıştır. Böylece bir pompanın uzaktan akımının ölçümü ve Açma/kapama kontrolü gerçekleştirilmiştir. Veri güvenliği DTMF tonları kullanılarak sağlanmıştır. Alınan veriyi doğrulamak amacıyla aşırı çalışma, parite ve çerçeve hataları denetlenmiştir.

## 1. GİRİŞ

Su pompaları sulamada önemli bir rol oynamaktadır. Son yıllarda telemetre ve kontrol alanındaki gelişmeler insan kontrolünde olması gereken su pompaların uzaktan kontrol edilmesine imkan vermiştir. Gelişen yeni teknolojiler ve ilerlemeler sonucu pompaların kontrolü uzaktan yapılabilmekte ve pompaya ait bilgiler radyo frekans (RF) kullanılarak kontrol birimlerine taşınabilmektedir. Pompaya ait veriler bilgisayarlar, mikrodenetleyiciler, mikroişlemciler tarafından değerlendirilerek yapılması gereken işlemler belirlenmektedir.

Uzaktan kontrol sistemlerinde verilerin güvenliği son derece önemlidir. Bu nedenle sistemde kullanılacak verilerin şifrenmesi gerekir. Sinyal işleme yöntemleri sayesinde sistemde kullanılacak veriler şifrenenerek alıcıya güvenli bir şekilde ulaşması sağlanır.

Tasarlanan sistemde RF kullanılarak bir su pompasının kontrolü yapılmıştır. Pompaya ait akım bilgisi RF ile bilgisayara aktarılmıştır. Bu sayede pompada çalışma anında meydana gelebilecek sorunların anında tespit edilip yapılması gereken işlemlerin otomatik olarak yapılması sağlanmıştır. Sistemde kullanıcıya düşen tek şey bilgisayardan pompayı açıp kapatmaktır. Pompayı kontrol etmek amacıyla RF üzerinden DTMF sinyalleri gönderilmiştir.

Daha önce DTMF kullanılarak yapılan kontrol işlemlerinde genellikle telefon hatları kullanılmıştır. Telefon hatları kullanılarak DTMF sinyalleri

gönderilmiş ve çeşitli cihazların kontrolleri yapılmıştır[1].

Yapılan bir çalışmada mikrodenetleyici tabanlı kablosuz bir ölçüm sistemi gerçekleştirilmiş. 902 – 928 MHz aralığında çalışan RF alıcı verici kitleri kullanılarak uzaktan ölçüm yapılmıştır. Mikrodenetleyici ile bilgisayar arasındaki iletişimi sağlamak amacı ile modem kullanılmıştır[2].

Bizim yaptığımız çalışmada ise DTMF tonları kullanılarak yapılan kontrol işlemleri RF üzerinden yapılmıştır. Bu sayede telefon hatlarına bağımlılık ortadan kaldırılmıştır. Bilgisayar ile alıcı/verici arasındaki iletişim mikrodenetleyici üzerinden yapılmıştır.

## 2. DTMF KODLAMA SİSTEMİ

### 2.1. DTMF Nedir?

DTMF (Dual Tone Multi Frequency), çift tonlu çoklu frekans kodlama sistemidir. DTMF esas olarak askeri amaçlar için Bell Laboratuvarları'nda geliştirilmiş bir kodlama sistemidir. Daha sonra telefon şebekelerinde bilgi yollamanın güvenli yolu olarak tercih edilmiştir. Bu işlem aranan abonenin numarasının santrale iletilmesinde standart yöntemlerden biri haline gelmiştir.

DTMF kodlama sisteminde temel olarak dört adet çift ton kullanılır. Bu çift ton kombinasyonu ile 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, #, \*, A, B, C, D rakam ve sembolleri ifade edilir. DTMF kod kombinasyon tablosundan görüleceği gibi dört adet frekans satır için, dört adet frekansta sütun için tahsis edilmiştir (Tablo 1). Tablonun ortasındaki rakam ve semboller karşısında bulunan satır ve sütundaki frekans çiftiyle ifade edilirler.

Tablo 1: DTMF kod kombinasyon tablosu.

Frekans (Hz)	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Bir örnek vermek gerekirse 4 rakamını 770 Hz ve 1209 Hz'lik ton çiftiyle ifade edilir. Bu ton çiftleri 16 adet ton kombinasyonuna olanak tanır. Bu tonlardan satır için tahsis edilmiş olanlar 1 kHz'in altında, sütun için tahsis edilmiş olanlar ise 1 kHz ile 2 kHz arasındadır. Bu frekansların bu sınırlar dahilinde olmasının sebebi telefon ve telsiz sistemlerinde band geçiren filtreler kullanılması ve bu filtrelerin 300 Hz-3000 Hz arasındaki konuşma aralığındaki frekansları geçirmesidir. DTMF tonları da bozulma ve kesintilere uğramaması için bu frekans sınırları içinde olacak şekilde tasarlanmıştır [3].

## 2.2. DTMF'in Kontrol Amaçlı Kullanılması

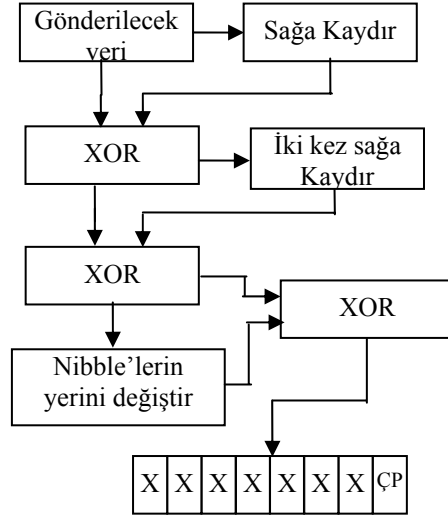
DTMF kodlama sistemi çeşitli cihazların uzaktan, radyo ya da telefon hatları ile kontrol edilmesinde de kullanılabilir. Geçerli bir DTMF tonunun algılanabilmesi için bu tonlarının üretilmesinde kullanılan iki farklı frekanslı sinyalin eşzamanlı olarak belirli bir zaman süresince birlikte var olmaları gerekir. Bu koşul DTMF sinyallerinin gürültüye olan bağışıklığını artırmakta ve gürültüden çok fazla etkilenen sistemlerde kullanımını ideal hale getirmektedir.

## 3. SİSTEMİN GENEL YAPISI VE ÇALIŞMASI

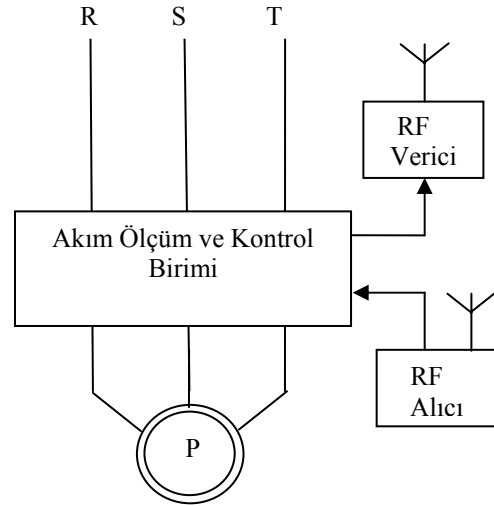
Gerçekleştirilen sistem, Pompa Kontrol Ünitesi ve Bilgisayar Kontrol Ünitesinden oluşmaktadır. Her iki ünite de PIC mikrodenetleyicisi kullanılarak kontrol işlemi gerçekleştirilmiştir. Pompanın çektiği akımı ölçmek için direnç sensör kullanılmıştır. Pompanın çekeceği akım büyük olduğundan akım trafosu kullanılarak akım küçültülmüş ve akım trafosu çıkışına bağlanan küçük bir direnç ile akım ölçülmüştür. Direnç uçlarındaki gerilim DC'ye dönüştürülerek PIC 16F877'nin ADC girişine uygulanmıştır. Dijitale dönüştürülen değer RF kullanılarak bilgisayara gönderilmiştir.

Verilerin kayıpsız olarak iletilebilmesi amacıyla gönderilecek olan veriler parite biti ile birlikte gönderilmiştir[4]. PIC 16F877'de parite bitinin hesaplanmasını otomatik olarak yapılmadığından bu işlem yazılımla gerçekleştirilmiştir. Sistemde çift parite biti kullanılmıştır. Bu yazılımda gerçekleştirilen algoritma Şekil 1'de gösterilmiştir. PIC 16F877'nin USART çıkışında gönderilecek olan veriler FSK (Frequency Shift Keying) modülasyonuna tabi tutulmuştur.

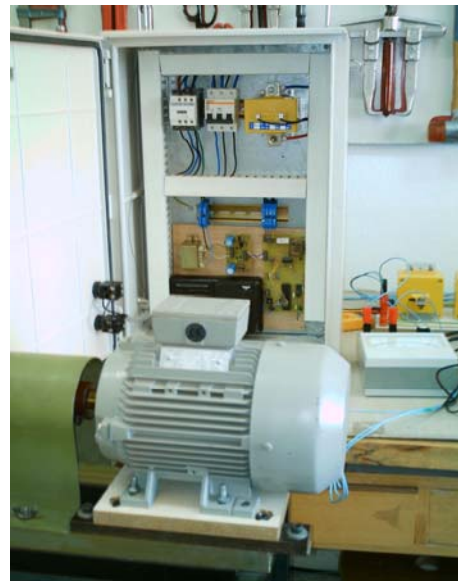
Pompanın ON/OFF kontrolünün sağlanması amacıyla, DTMF kodlu sinyaller FM modülasyona tabi tutularak bilgisayar tarafındaki vericiden gönderilmiştir. Bu sinyaller Şekil 2'deki Akım Ölçüm ve Kontrol Biriminde çözülmüştür. Her DTMF kodlu veri gelişinde PIC 16F877'de kesme oluşması sağlanmıştır. Alınan verinin kontrolü yapıldıktan sonra pompanın ON/OFF işlemi yapılmıştır. Gerçekleştirilen sistem Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 1: PIC16F877'de çift parite bitini hesaplama algoritması.

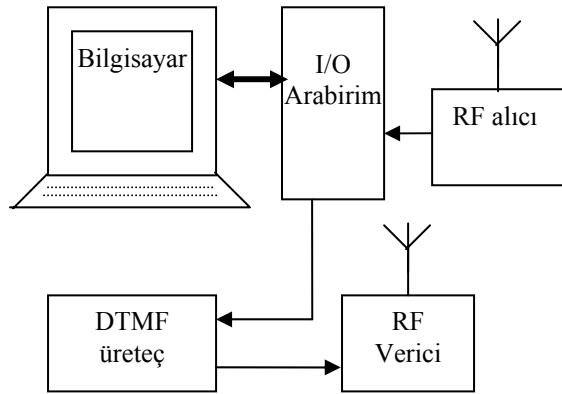


Şekil 2: Pompa Kontrol Ünitesi Blok Diyagramı



Şekil 3: Pompa Kontrol Ünitesi

Bilgisayar Kontrol Ünitesi temel olarak Arabirim kartı ve RF alıcı/verici kısımlarından oluşmaktadır: Arabirim kartı ve RF alıcı/verici. RF alıcıdan gelen akım verisi dijital olarak arabirim kartı vasıtasıyla bilgisayara paralel porttan aktarılmaktadır. Aynı zamanda kontrol bilgisi bilgisayarın paralel portundan arabirim kartına aktarılmaktadır. Bilgisayardan gelen veriye göre ilgili DTMF tonu üretilip, bu sinyal FM modülasyonuna tabi tutularak gönderilir (Şekil 4).



Şekil 4: Bilgisayar Kontrol Ünitesi blok diyagramı.

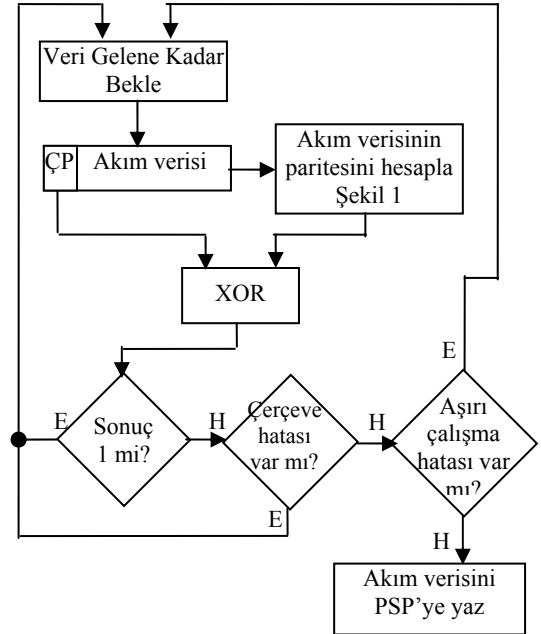


Şekil 5: Bilgisayar Kontrol Ünitesi

Sistemde gürültüden kaynaklanabilecek hatalar yazılımla giderilmiştir. Verilerin güvenli bir şekilde alınıp alınmadığının kontrolü için parite kontrol yazılımı yapılmıştır. Gelen veride çerçeve hatasının olup olmadığı kontrol edilmiştir. Parite testi ve çerçeve hatası testinden geçen veriler doğru ise PIC 16F877'nin PSP'si (Parallel Slave Port) kullanılarak bilgisayara aktarılmıştır(Şekil 4).

Her gelen akım verisinin bir kesme oluşturması amacıyla mikrodenetleyici ayarlanmıştır. Kesme alt programında yukarıda adı geçen testler uygulanarak verinin geçerliliği kontrol edilmiş ve geçerli veriler

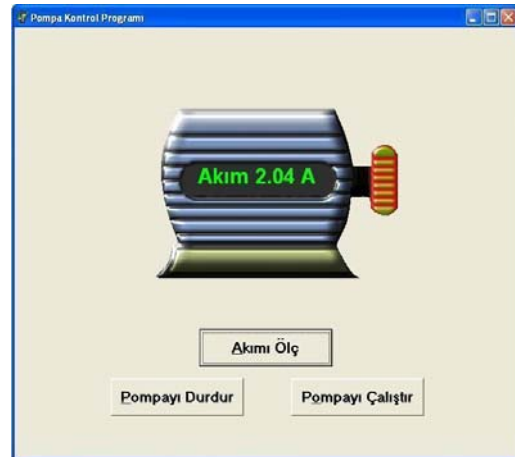
bilgisayarın okuma işlemi için hazır tutulmuştur. Gerçekleştirilen sistem Şekil 5'de gösterilmiştir. Gelen verinin geçerliliğini kontrol etmek için kullanılan algoritma Şekil 6'da verilmiştir. Gelen her veri anında bilgisayar ekranında görülmektedir.



Şekil 6: Gelen verinin geçerliliğini kontrol etmek için kullanılan algoritma.

#### 4. BİLGİSAYAR YAZILIMI

Gelen verilerin ekranda gösterilmesi ve pompanın kontrol edilmesi amacıyla Delphi'de bir bilgisayar programı yazılmıştır. Yazılan bu programda pompanın şebekeden çektiği akım gösterilmiştir. Çekilen akım değerinin sıfırdan büyük olması durumunda pompanın çalıştığını göstermek amacıyla bir animasyon hazırlanmıştır (Şekil 7). Ayrıca pompayı çalıştırıp kapatmak için butonlar konulmuştur. Pompa çalıştır veya kapat butonuna basıldığında programda bir kod üretilmekte ve bu kod paralel port vasıtasıyla



Şekil 7: Pompa kontrol programı kullanıcı arayüzü.

mikrodenetleyiciye aktarılmaktadır. Kod gönderme işleminin bitmesiyle birlikte otomatik olarak akım ölçüm moduna geçilmektedir. Program, pompa kontrol ünitesindeki pompa akımını ölçmekte kullanılan işlemsel yükselteçlerin ofsetlerinden kaynaklanabilecek hataları sıfırlayacak şekilde yazılmıştır. Ayrıca programda çevredeki gürültülerden kaynaklanabilecek hataları minimuma indirebilmek amacıyla filtreleme yapılmıştır. Program assembly komutlarını kullanarak porta erişebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca NT tabanlı sistemlerde de programın çalışabilmesi için (Windows NT/2000/XP) Windows API'ler kullanılarak bir başka yazılım yapılmıştır.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, bir su pompasının bilgisayarla uzaktan kontrolü yapılmıştır. Sistem oldukça hızlı çalışmaktadır. 2 km'ye kadar veri aktarımı gerçekleştirilmektedir. Daha önce yapılan sistemlerin çoğunda yalnızca pompanın ON/OFF kontrolü RF ile yapılmıştır.

Ancak burada gerçekleştiren sistem pompanın ON/OFF kontrolünün yanında şebekeden çektiği akımı da göstermekte dolayısıyla sistemde herhangi bir anda meydana gelebilecek arızanın anında tespit edilmesi ve bilgisayar başındaki operatörün uyarılmasını sağlamaktadır. Sistem oldukça düşük maliyetlidir. Yapılan deneysel çalışmalarda pompa akımı maksimum %2 hata ile ölçülmüştür.

Gerçekleştirilen sistem tek bir su pompasının kontrolü amacıyla tasarlanmıştır. Ancak gerekli düzenlemeler yapılarak birden fazla pompanın kontrolü amacıyla da kullanılabilir özelliktedir. Pompanın düzgün olarak çalışıp çalışmadığı suyun basıncı ölçülerek de denetlenebilir. Ayrıca akım bilgisi yanında sisteme yapılacak küçük ilavelerle su basıncı, debisi, motora uygulanan gerilim ve  $\cos\phi$  değerleri de uzaktan ölçülebilir.

## 6. KAYNAKÇA

- [1] Koyuncu B., "PC Remote Control of Appliances by Using Telephone Lines", *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.41, N0.1, 1995.
- [2] Jong G.J., et al., "Remote Wireless Measuring Systems", *Proceedings of the 1997 IEEE 6th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, Los Angeles, CA, USA, 1997, pp.55-59.
- [3] [www.antrak.org.tr](http://www.antrak.org.tr)
- [4] Garbutt M. "Asynchronous Communications with the PICmicro<sup>(R)</sup> USART", *Application Notes AN774*, Microchip Technology Inc., 2003.
- [5] Bodur Y., *Adım Adım PIC Mikro Programlama*, İnfogate Yayınları, İstanbul, 2002.
- [6] prents J., Fung E., Docken R. "Luck Lake Irrigation Project Automated Control &

Telemetry System", *IEEE Western Canada Conference on Computer Power and Communication Systems in a Rural Environment*, 1991, pp:65-71.

- [7] Karagülle İ., *Delphi 7*, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2003.