

RF Haberleşme Tabanlı Su Deposu Otomasyon Sistemi

**Ahmet TEKE, Adil ÖZBARUT,
Adnan TAN, Mehmet TÜMAY**

*Çukurova Üniversitesi, Elektrik Elektronik
Mühendisliği Bölümü, Adana*

Öz: Bu çalışmada, RF haberleşme ile uzak mesafeden su deposu kontrol sistemi tasarlanarak sistem PROTEUS programında simule edilmiştir. Su deposundan anlık olarak alınan seviye bilgileri mikro denetleyicide işlenerek çalışması gereken motorlar tespit edilmiş ve verici devresi ile bilgiler şifreli bir şekilde gönderilmiştir. Alıcı tarafından güvenli bir şekilde algılanan bilgiler mikro denetleyicide işlenerek çalışması gereken motorlar belirlenmiştir. Böylelikle motorlar ihtiyaç duyulan su seviyesine göre sırayla devreye alınıp çıkartılarak enerji verimliliği ve tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca, sistemin alıcı, verici, veri şifreleme sistemi ve mikro denetleyici sistemi detaylı olarak anlatılarak haberleşme, elektronik, bilgisayar ve elektrik konularıyla ilgilenen teknik elemanlar için kaynak bir çalışma hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: RF haberleşme, PIC, alıcı-verici devresi, su deposu otomasyonu

1. Giriş

Kablosuz iletişim cihazları kullanılarak veri alışverişinin güvenli ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi uygulamalarının sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Kablosuz veri iletişimi ile artan iş güvenliği, esnek kontrol ve maliyetlerin azaltılması sağlanabilmektedir. Radyo frekans (RF) haberleşme, kablosuz veri iletişimde en çok kullanılan yöntemlerden biridir. RF haberleşme elektromanyetik dalgalar yoluyla gerçekleştirilir. Haberleşme yapılan frekans bandı, telekomünikasyon kurumunun belirlediği frekans tahsis tablosuna göre seçilir. Uzaktan kontrol sistemlerinde bilgi sinyali, şifrelenerek ortama iletilir. Bu sayede, aynı frekans bandını kullanan diğer alıcı sistemlerin bu sınıyalden etkilenmemesi sağlanır. Şifreleme işlemi, özel kodlayıcı-kod çözücü entegreler ile yapılabileceği gibi, mikro denetleyici kullanılarak yazılım içerisinde de yapılabilir [1]. Buna ek olarak, sistemin ekrandan izlenilmesi ile prosesin güvenli bir şekilde takip edilmesi, üretimin ve verimliliğin artırılması da sağlanabilir.

Bu çalışmada, su deposunu besleyen pompa motorlarının uzak mesafeden kablosuz olarak kontrol edilerek güç tasarrufunun sağlanması, iş güvenliğinin artırılması, esnek kontrolün sağlanması ve maliyetlerin azaltılması amaçlanmaktadır. Bu konuda ulusal literatürde detaylı olarak gerçekleştirilmiş yeterli çalışma bulunmamaktadır. [2]'de, gerçekleştirilen su deposu otomasyonu ile ilgili teknik bilgiler sunulmuştur.

Bu çalışmanın literatürde yapılmış diğer çalışmalardan en önemli farkları:

Verici ve alıcı bölümü için yeni bir kod yazılımı gerçekleştirilmiştir.

16F84A mikro denetleyicinin seri iletişim portu bulunmamasına rağmen çalışmada geliştirilen yazılım sayesinde, özellikle daha az portu bulunan mikro denetleyicilerin seri iletişim portu varmış gibi çalıştırılması sağlanmıştır.

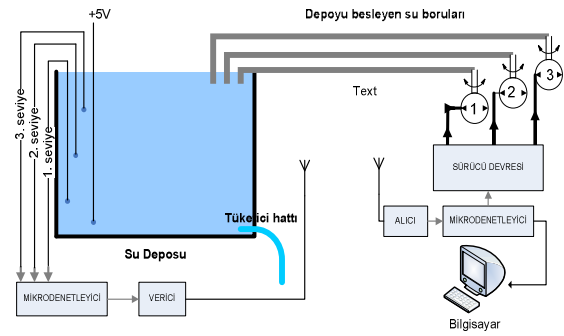
Çalışma üç ana bölümden oluşmaktadır:

i. Depodan 3 ayrı seviyenin alındığı ve seviye bilgilerinin işlendiği mikro denetleyici birimi ile mikro denetleyiciden alınan bilgilerin gönderileceği verici kısmı,

ii. Vericiden gelen analog sinyallerin alındığı alıcı bölümü ve alıcıdan alınan sinyallerin işlendiği ve motorların sürücü devreleri için gerekli sinyallerin üretildiği mikro denetleyici birimi.

iii. Su seviyesinin ve motorların durumunun izlenebildiği ve ayrıca verici veya alıcı biriminde meydana gelebilecek hatalardan dolayı sistemin bağımsız bir şekilde kontrol edilebildiği bilgisayar izleme ve kontrol birimi bulunmaktadır.

Amaçlanan sistemin devre şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Su deposu otomasyon sisteminin blok diyagramı

Bölüm 2 de verici sisteminin tasarımı verilmiştir. Bölüm 3 de alıcı devresi sisteminin tasarımı verilmiştir. Bölüm 4'te PC izleme sistemi için gerekli olan kodlar sunulmuştur. Bölüm 5'te sistem simule edilmiş sonuçları sunulmuştur. Son olarak sonuç bölümünde çalışmanın önemi ve bulguları verilmiştir.

2. Verici Bölümü Tasarımı

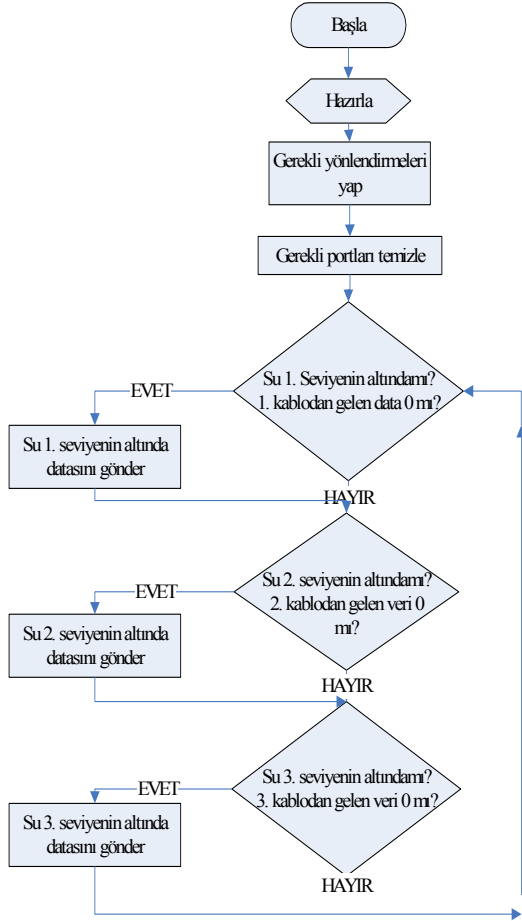
Verici bölümü giriş bilgilerinin algılandığı ve işlendiği mikro denetleyici birimi ile bilgilerin şifreli bir şekilde gönderildiği RF modülatör biriminden oluşmaktadır.

Mikro Denetleyici Birimi

Bu çalışmada, MicroChip firması tarafından üretilen PIC 16F84A mikro denetleyici kullanılmıştır. PIC 16F84A en yaygın olarak kullanılan mikro denetleyicilerden biridir [3]. EEPROM belleğe sahip olduğundan programlanabilmesi kolaydır ve CMOS teknolojisi ile üretildiğinden çok az enerji harcarlar

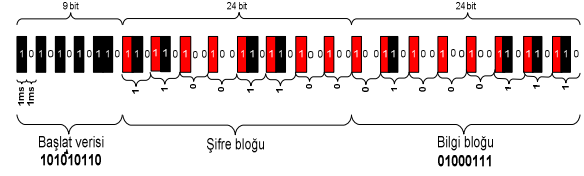
[4]. 18 pinli bir mikro denetleyici olan 16F84A'nın PORTA ve PORTB olmak üzere 2 portu bulunur. PORTA, 5 bitlik; PORTB ise 8 bitlidir. Bu portların herhangi biri veya tümü giriş ya da çıkış olarak yönlendirilebilir. Bu çalışmada kullanılacak mevcut giriş ve çıkış birimleri göz önüne alındığında 16F84A ideal bir yapıya sahiptir. Mikro denetleyicide, B portunun 8 giriş/çıkış ünitesi, A portunun ise 5 giriş/çıkış birimi olduğu bilindiğine göre toplam 13 giriş/çıkış birimi kullanılabilir. Bu giriş/çıkış birimlerinden üçü su seviye bilgisinin alındığı giriş birimi, birisi ise verici bölümü için çıkış birimi olarak ayrılmıştır. Sonuç olarak kullanılan 9 giriş/çıkış ünitesi kalmıştır. Seviye bilgisinin hassasiyetinin artırılması bakımından diğer boş portlarda seviye bilgisi almak amaçlı kullanılabilir. Kullanılması planlanan motor sayısına göre sistemin su seviyesi ölçümünün hassasiyeti 12 seviyeye kadar artırılabilir.

Çalışmada, su tankının 3 ayrı noktasından su seviye bilgisi ölçülmüştür. Şekil 2'de su seviye bilgisine göre mikro denetleyicinin izlediği algoritma gösterilmiştir.



Şekil 2. Seviye bilgilerine göre akış diyagramı

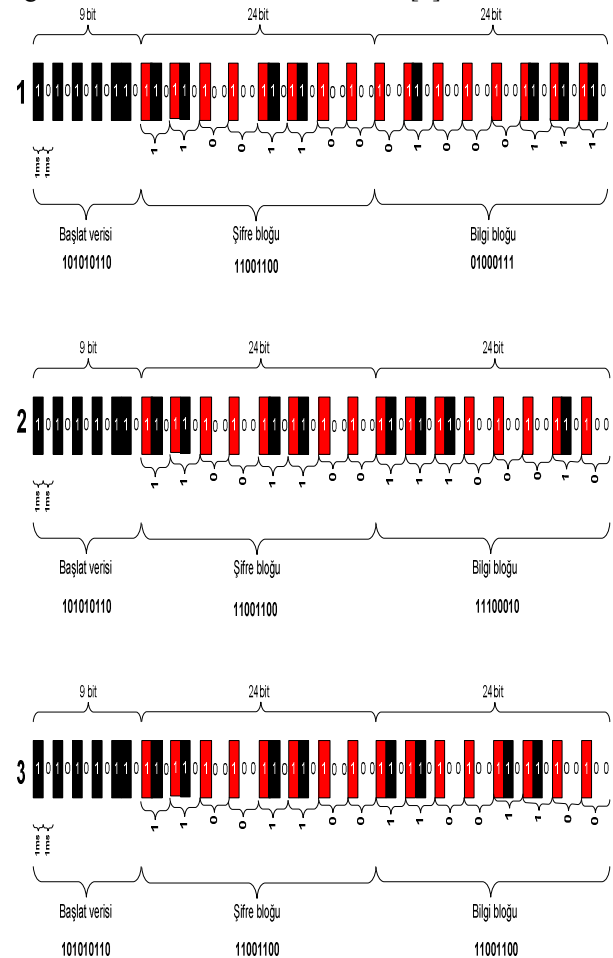
Su seviye bilgileri sırasıyla mikro denetleyici tarafından okunarak, seviyeye uygun olarak gönderilecek veriler hazırlanır. Bu veriler Şekil 3'den görüldüğü gibi 3 ayrı bloktan oluşur. Bunlar; başlat bloğu (preamble), şifre bloğu ve bilgi bloğudur.



Şekil 3. Seri olarak gönderilen veri blokları örneği

Şekil 3'de görüldüğü gibi ilk olarak başlat verisi gönderilmektedir. Başlat verisi 9 bitlidir ve 101010110 şeklinde gönderilmektedir [5]. Şifre bloğu 24 bitten oluşmaktadır. Her üçerli bitin 1. biti 1'dir ve 3. biti 0'dır. Bu üçerli bitlerin 2. sırasındaki bitleri gönderilen şifre bloğunun bitlerini ifade etmektedir [5]. Bilgi bloğu ise şifre bloğu gibi her 3 biti 1 ile başlayıp 0 ile sonlanan ve ortadaki biti gönderilen veriyi belirten 24 bitten oluşur.

Başlat bloğunun kullanılmasıyla RF alıcı biriminde bulunan AGC (Otomatik kazanç kontrolü) ünitesi ile alıcı, kazanç ayarlaması yaparak kendini kararlı hale getirmeye çalışır. RF alıcı modülleri içerdikleri AGC ünitesi ile RF verici biriminin kendilerine olan uzaklığına göre kazançlarını otomatik olarak ayarlar. Yani verici ile alıcı birimi arasındaki mesafe fazla ise, modüldeki RF kuvvetlendiricinin kazancı artırılır, eğer mesafe kısa ise kazancı azaltılır [5].



Şekil 4. Su seviyelerine göre gönderilen veriler

Şifre bloğunun kullanılması ile, sistemle aynı frekans bandında çalışan farklı uygulamaların verilerinin birbirine karışması engellenir. Üç ayrı su seviye bilgisi için gönderilecek veri blokları için tek bir şifreleme bloğu kullanılır.

Bilgi bloğu su seviye durumlarına göre 3 farklı veriden oluşmalıdır. Örneğin su 1. seviyede ise 01000111 verisi Şekil 4'teki biçimde gönderilmelidir. Eğer su 2. seviyede ise başlat ve şifre bloğu değiştirilmeden bilgi bloğunun her 3 bitinin 2. sırasındaki bitleri değiştirilerek veri gönderilmelidir. Aynı durum 3. su seviyesi içinde tekrarlanmalıdır.

Her bir bit için mikro denetleyicinin önceden belirlenmiş portuna gönderilen aç-kapa (1 ya da 0) verisi için 1ms beklenir. Bu değer prosesin karakteristiğine göre kullanıcı tarafından değiştirilebilir. Başlat bloğu için 9 bit, şifreleme için 24 bit, bilgi bloğu için 24 bit olan verimiz toplamda 57 bittir. Her bir bit için 1ms beklenildiği için, verilerin gönderilmesi toplam 57 ms sürer. Böylelikle her bir veri yaklaşık saniyenin 20 katı hızında gönderilir ve bu süre sistemin gerektirdiği hız için oldukça yeterlidir.

RF Modülâtör Birimi

Mikro denetleyiciden çıkan bu bilgiler verici tarafından işlenerek alıcı devresine 433 MHz' de analog sinyaller olarak gönderilir. Bu gönderim için verici devresinin izlediği algoritma Şekil 5'te verilmiştir.

3. Alıcı Bölümünün Tasarımı

Alıcı bölümü vericiden gelen bilgilerin alındığı alıcı biriminden ve işlendiği mikro denetleyici biriminden oluşmaktadır.

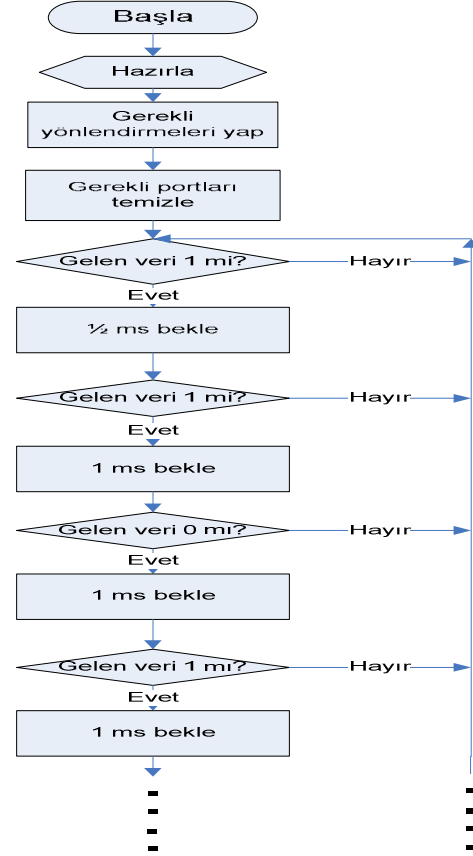
Alıcı Birimi

Verici devresinden gönderilen analog sinyaller alıcı devresinde işlenerek mikro denetleyici için gerekli olan sayısal verilere dönüştürülür.

Mikro Denetleyici Birimi

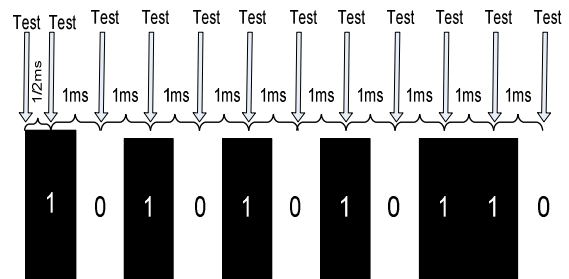
Alıcı biriminde kullanılan mikro denetleyici, verici biriminden gönderilen sinyalleri belirlenen kurallara göre işleyerek uygun motorların sırasıyla devreye alınmasını sağlar. Vericide olduğu gibi alıcı biriminde de mikro denetleyici olarak 16F84A kullanılmıştır.

Verici bölümünde veriler sırasıyla bit bit olarak gönderilir. Alıcı bölümünde alınan veriler sırasıyla test edilerek, verici tarafından gönderilen verilerin su seviyesi durum bitleri olup olmadığına karar verilir. Eğer gelen veriler beklenen verilerden farklı ise o zaman program başına dönülerek test işlemine tekrar başlanılır. Alıcı biriminde bulunan mikro denetleyicinin izlediği kontrol algoritması Şekil-5'te görülmektedir.



Şekil 5. Mikro denetleyici kontrol işlemi akış diyagramı

Şekil 5'te öncelikle başlat bloğunun ilk gönderilecek biti olan 1 değerinin alınıp alınmadığı kontrol edilir. Bu durum doğru ise 500ns beklenilerek, 1ms uzunluğunda olan verinin tam orta noktasında 1 değerinin hala alınıp alınmadığı kontrol edilir. 500 ns'lik bir gecikme verilmesinin nedeni, veri alımındaki küçük çaplı zamanlamadan kaynaklanacak bozuklukları engelleyebilmektir. Bu işlem ilk 500 ns'lik gecikmeden sonra her 1 ms de bir tekrarlanır. Test işlemleri son bitin doğru anlaşılmasıyla sona erer ve karar verme işlemi başlar. Şekil 6'da başlat bloğu ele alınarak test işlemlerinin nasıl yapıldığı görülmektedir. Şifreleme ve veri bloklarındaki tüm veriler başlat bloğundaki prosedür uygulanarak test edilir.



Şekil 6. Bitlerin test edilmesi

Şifre bloğu olması gereken bit değerlerinde ise, veri bloğundaki bilgi, alınabilecek 3 veri ile

karşılaştırılır. Veriler karşılaştırılırken gelebilecek 3 farklı veriden hangisinin geldiğine Şekil 4'teki bilgi bloğu bitlerinden yararlanılarak verinin doğruluğuna karar verilir. Son olarak ilgili çıkışlar enerjilendirilir.

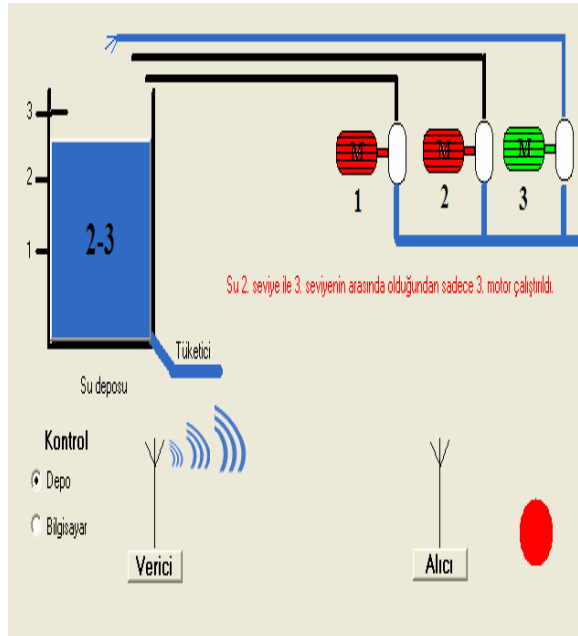
4. PC İle Uzaktan İzleme ve Kontrol Sistemi

Motorlar, depodan gelen bilgiler işlenerek veya bilgisayardan direkt müdahale edilerek çalıştırılabilir. Bilgisayar ile alıcı biriminde bulunan mikro denetleyici arasında paralel port vasıtasıyla iletişim kurulur. Mikro denetleyici gelen sinyallerin alınıp alınmadığı bilgisini bilgisayara gönderir.

Sinyalin alındığı durumlarda, hangi motorların çalıştığı ve hangi borudan su akışı olduğu renklerden de görülebilir. Sistemin çalışması sırasında görülebilecek 4 farklı durum söz konusudur. Bunlar;

1. "0-1", su 1. seviyenin altındadır. Birinci, ikinci ve üçüncü motora bağlı olan borular mavidir.
2. "1-2", su 1. seviye ile 2. seviye arasındadır. İkinci ve Üçüncü motora bağlı olan borular mavidir.
3. "2-3", su 2. seviye ile 3. seviye arasındadır. Üçüncü motora bağlı olan borular mavidir.
4. "Depo dolu", depo dolduğundan tüm motorlar durdurulmuştur. Borular siyah renktedir.

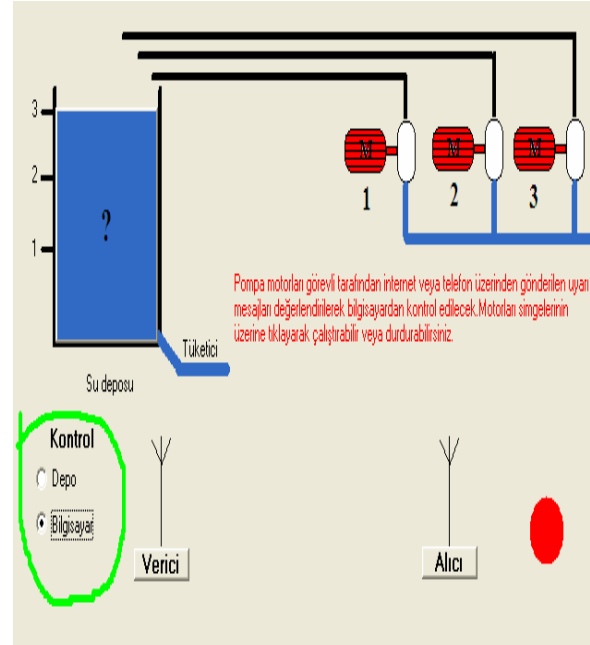
Sinyalin alındığı durumda verici antenin yanında sinyal dalgası görülür. Şekil 7'de sinyalin alındığı durumdaki izleme ekranı görülmektedir.



Şekil 7. Bilgisayara sinyal geldiğinde bilgisayar izleme ekranının durumu

Sistem; verici, alıcı veya mikro denetleyiciden kaynaklanan bir hata durumunda bilgisayardan kontrol edilebilir. Şekil 8'de görülen şekilde depo verileri

kontrolünden bilgisayar üzerinden kontrol seçeneğine geçiş durumundaki değişim gösterilmektedir.



Şekil 8. Kontrol seçeneklerinin kullanımı

Sinyalin alınmadığı durumlarda su deposunun içinde "Su Seviyesi Bilinmiyor" yazısı ve kırmızı olarak görülen alıcı devresi ile irtibatın sağlanamadığına dair uyarı yazısı belirir. Uyarı yazısında, "Pompa motorları görevli tarafından internet veya telefon üzerinden gönderilen uyarı mesajları değerlendirilerek bilgisayardan kontrol edilebilir. Motorları simgelerinin üzerine tıklayarak çalıştırabilir veya durdurabilirsiniz" denilmektedir. Bu durumda mikro denetleyicinin çıkışında bulunan anahtarların yönü değiştirilip mikro denetleyici ile motor sürücü devresinin bağlantısı kesilerek motorların kontrolü bilgisayar üzerinden yapılır.

Şekil 8'de kırmızı daire şeklinde olan "acil durum butonu" ise, pompa motorları ister verici üzerinden kontrol edilsin ister bilgisayar üzerinden kontrol edilsin tüm pompa motorlarını durduracaktır. Acil durum butonuna tıklanması ile Şekil 9'da görülen uyarı sembolü şeklindeki sarı buton belirip kaybolmaya başlayacaktır. Eğer acil durum sona erdiğinde sistemin normal seyrine döndürülmesi isteniyorsa, kırmızı butona tıklanması yeterlidir.



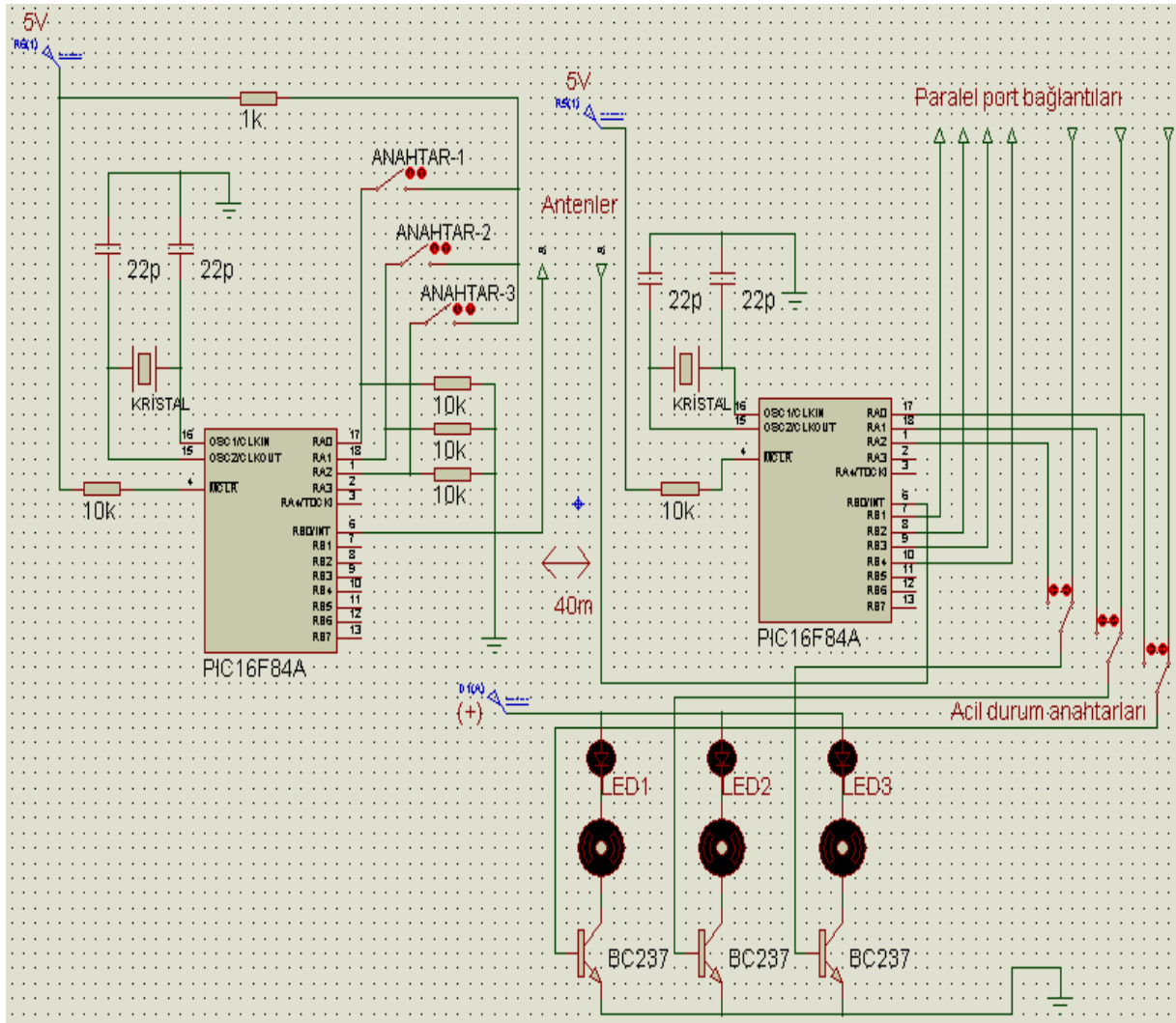
Şekil 9. Acil durum butonuna tıklandı uyarısı

Sistem bilgisayar modunda olsa bile sinyaller tekrar alınmaya başlanıldığında, sinyal dalgası yeniden belirecek ve kullanıcıya tekrar Depo moduna geçebilirsiniz izni verilmiş olacaktır.

5. Simülasyon Çalışması

Sistem simülasyon programında çeşitli durumlar için test edilerek tasarlanan sistemin doğruluğunu ve kararlılığını ispatlanmıştır. Şekil 10'da görüldüğü gibi anahtarlar, su deposuna daldırılan su seviye bilgisi kabloları yerine kullanılmaktadır. Butonlar kapalı olduğu durumda su ile temas halinde olduğu düşünülmelidir. Anahtarlardan üçüncüsü en üstte bulunan seviye bilgi kablosunu, ikincisi ortadaki seviye bilgi kablosunu ve birincisi ise en alttaki seviye bilgi kablosunu ifade eder.

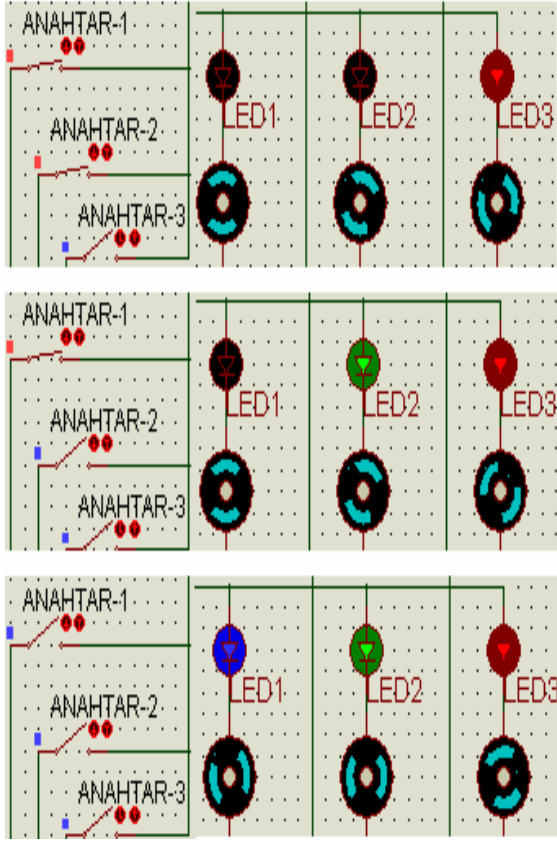
Normalde kapalı olan üçüncü anahtar açıldığında, mikro denetleyiciye giden gerilim kesildiğinden, mikro denetleyici su seviyesinin düştüğünü ve üçüncü pompa motorunun çalıştırılacağı bilgisini anten aracılığıyla alıcı birimindeki mikro denetleyiciye iletecek ve 3. motoru çalıştır bilgisini gönderecektir. Normalde kapalı olan ikinci anahtar açıldığında üçüncü motor ile birlikte ikinci motorda çalışacaktır. Son olarak, birinci anahtar açıldığında tüm motorlar çalışmış olacaktır. Şekil 10'da görülen Proteus modelde RF modülör ve demodülörler yerine antenler, motor sürücü devresi yerine BC237 transistörleri kullanılmıştır.



Şekil 10. Proteus'ta hazırlanan sistemin simülasyonu

Tasarlanan sistem çeşitli seviye bilgileri için test edilmiştir ve gerekli motorların çalıştığı Şekil 11'de görüldüğü gibi ledlerle gözlemlenmiştir.

Depo yeterli su seviyesinde değilken 3 motor sırayla devreye girer. Su seviyesi yükseldikçe motorlar sırayla devreden çıkarak depo istenen su seviyesine getirilir.



Şekil 11. Anahtarların konumuna göre ledlerin durumları

Acil durum anahtarları paralel port ile sürücü devresinin bağlantısını açarak kontrolün bilgisayardan yapılmasına olanak sağlar.

6. Sonuçlar

Bu çalışmada, büyük kapasiteli su deposu kontrol sistemleri sistemlerine kolaylıkla uygulanabilecek RF haberleşmeli PIC mikro denetleyici tabanlı bir su deposu simulasyon çalışması sistemi olarak tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen sistemin en önemli üstünlükleri; verici ve alıcı bölümü için yeni bir kod yazılımı gerçekleştirilmiş ve seri iletişim portu bulunmamasına rağmen çalışmada geliştirilen yazılım sayesinde, özellikle daha az portu bulunan mikro denetleyicilerin seri iletişim portu varmış gibi çalıştırılmasının sağlanmış olmasıdır. Sistemde meydana gelebilecek bir iletişimsizlik sonucu sistem bilgisayar üzerinden de kontrol edilebilmektedir. Ayrıca, geliştirilen yazılımla bu tip otomasyon uygulamalarının belirtilen yöntemle yapılabileceği de gösterilmiştir.

7. Referanslar

1. www.biltek.tubitak.gov.tr
2. İnan, S. Ahmet., Koyun, Arif., 2005, RF İnternet ile uzaktan kontrol edilen içme suyu kuyuları ve su depolarının pic mikrokontrolcü destekli otomasyonu ve geniş arazide uygulanması
3. Microchip 16F84A Data sheet, 2001
4. Altınbaşak, O., Mikrodenetleyiciler ve Pic programlama – Atlas yayıncılık, 2008, 240 pp.
5. <http://320volt.com/pic16f628-rf-kodlayici-kod-cozucu-tasarimi>